



ผลของสารสกัดจากกวาวเครือแดงที่มีต่อการเจริญเติบโต  
และกล้ามเนื้อของสัตว์ทดลอง

EFFECTS OF *Butea superba* Roxb. EXTRACTS ON GROWTH AND  
MUSCLES OF LABORATORY ANIMALS

วสันต์ มะโนเรือง

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ผลของสารสกัดจากกวาวเครือแดงที่มีต่อการเจริญเติบโต  
และกล้ามเนื้อของสัตว์ทดลอง

EFFECTS OF *Butea superba* Roxb. EXTRACTS ON GROWTH AND  
MUSCLES OF LABORATORY ANIMALS

วสันต์ มะโนเรือง

ดุขฤณีพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

2553

©ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ผลของสารสกัดจากกวาวเครือแดงที่มีต่อการเจริญเติบโต  
และกล้ามเนื้อของสัตว์ทดลอง

EFFECTS OF *Butea superba* Roxb. EXTRACTS ON GROWTH AND  
MUSCLES OF LABORATORY ANIMALS

วสันต์ มะโนเรือง

คุณฉันทิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

2553

คณะกรรมการสอบคุณฉันทิพนธ์

.....ประธาน  
(ศาสตราจารย์ ดร. สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ)  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ยุทธนา สมิตะศิริ)  
.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกพร แสนเพชร)  
.....กรรมการ  
(ดร. สยามรัฐ ป่านภูมิ)  
.....กรรมการ  
(ดร. สุภาพ แสนเพชร)

©ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

## กิตติกรรมประกาศ

คุณฉันทิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาตามโครงการเครือข่ายเชิงกลยุทธ์เพื่อผลิตและพัฒนาอาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษา ทุนศึกษาหลักสูตรปริญญาเอกในประเทศ ประจำปี 2550 และ คุณฉันทิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา อันได้แก่ อาจารย์ ดร.สยามรัฐ ปานภูมิ รองศาสตราจารย์ ยุทธนา สมิตะศิริ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกพร แสนเพชร ที่ได้กรุณาให้ความรู้ให้คำปรึกษา พร้อมทั้ง ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดจนให้กำลังใจ จนกระทั่งคุณฉันทิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบคุณฉันทิพนธ์ อันได้แก่ อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ คณบดีสำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง และ อาจารย์ ดร.สุภาพ แสนเพชร อาจารย์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.สุวรรณา เดชาทัย อาจารย์สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง อาจารย์ผู้ร่วมสอบ โครงร่างคุณฉันทิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและช่วยตรวจทานแก้ไขคุณฉันทิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ คุณสมศรี วงศ์เรือน และคุณสมคิด สายเครือรินทร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับการเลียงหนูปับจักร ขอขอบพระคุณ คุณประทีป ชาววงศ์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ เกี่ยวกับการเลี้ยงกบนา ขอขอบคุณ คุณฉันทิพนธ์ บุญธรรม คุณจิรนนท์ ชัยวาฤทธิ์ คุณศษฉันท์ โตโส คุณกิตติพงษ์ วงศ์อุด และ คุณสุดสวาท เกียรติปรีชา บุคลากรศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

สุดท้ายนี้ ขอน้อมกราบระลึกถึงพระคุณของบิดา มารดา คุณแม่อันแก้ว มะโนเรือง และ คุณแม่ลัดดา พิณิจ ผู้ให้การศึกษาลำเลียงมาตั้งแต่ต้น รวมทั้งครูอาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอน ให้ความรู้ตลอดมา และขอขอบพระคุณผู้เกี่ยวข้องท่านอื่นที่มีได้เอื้อนามไว้ ณ ที่นี้

วสันต์ มะโนเรือง

|                    |                                                                                                |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อเรื่องคุณูปการ | ผลของสารสกัดจากกาวเครือแดงที่มีต่อการเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อของสัตว์ทดลอง                     |
| ชื่อผู้เขียน       | วสันต์ มะโนเรือง                                                                               |
| หลักสูตร           | ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)                                                          |
| อาจารย์ที่ปรึกษา   | ดร. สยามรัฐ ป่านภูมิ<br>รองศาสตราจารย์ยุทธนา สมิตะศิริ<br>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกพร แสนเพชร |

### บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของผงป่นแห้งและสารสกัดจากเปลือกและเนื้อของห้วกาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ต่อการเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อของหนูถีบจักร (*Mus musculus*) และกบนา (*Rana tigerina*) และเพื่อวิเคราะห์สารสกัดจากกาวเครือแดง ที่มีผลต่อกล้ามเนื้อของกบนา ด้วยวิธี HPLC

นำผงเปลือก เนื้อ และทั้งห้ว พร้อมทั้งสารสกัด Ethanol และ Hexane จากเปลือกและเนื้อกาวเครือแดง อย่างละ 3 ขนาด มาป้อนหนูถีบจักรเพศผู้ จำนวน 22 กลุ่มๆละ 8 ตัว เป็นเวลา 28 วัน พบว่า กลุ่มที่ให้ผลต่อน้ำหนักและขนาดของขาหนูที่ดีที่สุด คือ กลุ่มสารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.001 มก./ตัว/วัน และกลุ่มผงเปลือก 0.25 มก./ตัว/วัน จากนั้นนำเฉพาะ 2 กลุ่มนี้มาแยกเป็นอย่างละ 3 ขนาด เพื่อใช้ป้อนหนูถีบจักรเพศผู้ ที่แบ่งเป็น 10 กลุ่ม ๆ ละ 8 ตัว เป็นเวลา 28 วัน พบว่า กลุ่มที่ให้ผลต่อน้ำหนักและขนาดของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius สูงสุด คือ กลุ่มผงป่นแห้งจากเปลือก 0.50 มก./ตัว/วัน และกลุ่มสารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.005 มก./ตัว/วัน

นำกบนาอายุ 30 วัน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 200 ตัว เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มผงป่นแห้งจากเปลือก 700 มก./กก.อาหาร และ กลุ่มสารสกัด Ethanol จากเปลือก 10 มก./กก.อาหาร ให้สารผสมอาหารทุกวัน เข้า-เย็น เป็นเวลา 56 วัน พบว่า กบนาที่มีอัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักตัว น้ำหนัก

ส่วนขา ขนากรอบขา (รอบกระดูก Femur) และขนากรอบน่อง (รอบกระดูก Tibiofibula) ตลอดจน น้ำหนักและขนาดของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ที่มีค่าสูงสุด คือ กลุ่มสารสกัด Ethanol และ กลุ่ม ผงเปลือก ตามลำดับ สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำกล้ามเนื้อ Gastrocnemius มาศึกษาผลทางเนื้อเยื่อวิทยาและโครงสร้างทางจุลกายวิภาคโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบ ส่องกราด พบว่า ทุกกลุ่ม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง เส้นใยกล้ามเนื้อ และ เส้นใยย่อย ไม่แตกต่างจาก กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังพบว่า ปริมาณเก่า ความชื้น ใยอาหาร ไขมัน และ โปรตีนของทุกกลุ่ม ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอีกด้วย ยกเว้น ปริมาณโปรตีน ของกลุ่มสารสกัด Ethanol ที่มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 กบนาททุกกลุ่มมีปริมาณของ สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน โปรตีนไมโอไฟบริล โปรตีนชาร์โคพลาสติก โปรตีนชนิด ละลายได้ในด่าง และโปรตีนสโตรมาไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ยกเว้น โปรตีนชาร์โคพลาสติก ของกลุ่มสารสกัด Ethanol ที่มีปริมาณมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และ จากการวิเคราะห์สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง ด้วยวิธี HPLC พบว่า มีสาร Genistin และยังมีสารที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ ในปริมาณค่อนข้างมาก โดยพบว่า สาร Genistin ในสารสกัด Ethanol จากเนื้อหามีมากกว่าในสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง

**คำสำคัญ:** กวาวเครือแดง / หนูถีบจักร / กบนา / กล้ามเนื้อ

|                              |                                                                                              |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Dissertation Title</b>    | Effects of <i>Butea superba</i> Roxb. Extracts on Growth and Muscles of Laboratory Animals   |
| <b>Author</b>                | Wasan Manoruang                                                                              |
| <b>Degree</b>                | Doctor of Philosophy (Biosciences)                                                           |
| <b>Supervisory Committee</b> | Dr. Sayamrat Panpoom<br>Assoc. Prof. Yuthana Smitasiri<br>Asst. Prof. Dr. Kanokporn Saenphet |

## ABSTRACT

The objectives of this study were to study the effects of dry powder of Red Kwao Keur (*Butea superba* Roxb.) tuberous root (BS), BS bark extract and BS wood extract on growth and muscles of mice (*Mus musculus*) and frog (*Rana tigerina*) and to analyze the BS extract that affecting the muscles of the frog by HPLC. Male mice were divided into 22 groups (8 mice/group) i.e. the control group; the experimental groups, including BS bark powder, BS wood powder, BS bark and wood powder, BS bark ethanol extract, BS wood ethanol extract, BS bark hexane extract and BS wood hexane extract each of three dosages. All of these mice were orally fed for 28 consecutive days. It was showed that the best two groups that affect the weight and size of both legs of mice were BS bark ethanol extract 0.001 mg./mice/day and BS bark powder 0.25 mg./mice/day. The best dosages were separated for each of three dosages by orally fed to the male mice. The mice were divided into 10 groups (8 mice / group). It was shown that the best two groups that affect the weight and size of gastrocnemius muscle of mice were BS bark powder 0.50 mg. /mice/day and BS bark ethanol extract 0.005 mg. /mice/day.

Thirty-day old frogs were divided into 3 groups (200 frogs/group) i.e. the control group; BS bark powder 700 mg./kg.food-group and BS bark ethanol extract 10 kg./kg. food-group. Frogs of each group received control food and BS powder and extract mixed with normal food twice a day for 56 consecutive days. It was found that the growth rate, body weight, leg weight, thigh size (around femur) and calf size (around tibiofibula) included with weight and size of gastrocnemius muscle of frogs of BS bark ethanol extract and BS bark powder groups were significantly higher than the control group. Histological study and microstructural study using Scanning electron microscope of frog gastrocnemius muscles revealed that the diameter of muscle fibers and myofibrils of both experimental groups were not significantly different from control group. And it was also found that ash, moisture, fat and crude protein of all groups did not differ from control group, except the crude protein of BS bark ethanol extract group were significantly higher than control group ( $P<0.01$ ). The amount of non-protein nitrogenous compounds, sarcoplasmic protein, myofibrillar protein, alkali-soluble protein and stromal protein of both experimental groups did not differ from control group, except the sarcoplasmic protein of BS bark ethanol extract group was significantly higher than control group ( $P<0.05$ ). The results of HPLC analysis of BS bark ethanol extract was shown that BS bark ethanol extract contained with genistin and large amount of unknown substance. Genistin found in BS wood ethanol extract was higher than BS bark ethanol extract.

**Keyword:** *Butea superba* / Mice / Frog / Muscle

## สารบัญ

|                                                         | หน้า |
|---------------------------------------------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ                                         | (3)  |
| บทคัดย่อภาษาไทย                                         | (4)  |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                      | (6)  |
| สารบัญตาราง                                             | (10) |
| สารบัญภาพ                                               | (11) |
| บทที่                                                   |      |
| 1 บทนำ                                                  | 1    |
| 1.1 ที่มาและความสำคัญ                                   | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย                             | 3    |
| 1.3 ความสำคัญของการวิจัย                                | 4    |
| 1.4 สมมติฐานของการวิจัย                                 | 4    |
| 1.5 ขอบเขตของการวิจัย                                   | 4    |
| 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น                                    | 6    |
| 2 ทบทวนวรรณกรรม                                         | 7    |
| 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกาวเครือแดง                   | 7    |
| 2.2 คุณสมบัติของสารที่พบในกาวเครือแดง                   | 15   |
| 2.3 สารมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้                  | 18   |
| 2.4 กล้ามเนื้อสัตว์ทดลอง                                | 20   |
| 2.5 การใช้พืชสมุนไพรในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อสัตว์ทดลอง | 26   |
| 2.6 กบนา                                                | 30   |
| 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง                               | 34   |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                           | หน้า       |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| <b>บทที่</b>                                              |            |
| <b>3 ระเบียบวิธีวิจัย</b>                                 | <b>38</b>  |
| 3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย                         | 38         |
| 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย           | 38         |
| 3.3 วิธีดำเนินการวิจัย                                    | 43         |
| 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล                                    | 50         |
| <b>4 ผลและอภิปรายผลของการศึกษา</b>                        | <b>52</b>  |
| 4.1 ผลการสกัดสารจากกวาวเครือแดง                           | 52         |
| 4.2 ผลการทดลองในหนูถีบจักร                                | 54         |
| 4.3 ผลการทดลองในกบนา                                      | 75         |
| 4.4 ผลการวิเคราะห์สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง         | 106        |
| <b>5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ</b>                    | <b>112</b> |
| 5.1 การสรุปผลการวิจัย                                     | 112        |
| 5.2 การอภิปรายผล                                          | 115        |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ                                            | 124        |
| <b>รายการอ้างอิง</b>                                      | <b>126</b> |
| <b>ภาคผนวก</b>                                            | <b>142</b> |
| ภาคผนวก ก ข้อมูลดิบ                                       | 143        |
| ภาคผนวก ข การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางเคมี                 | 196        |
| ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์สารมาตรฐาน Genistin ด้วยวิธี HPLC | 205        |
| <b>ประวัติผู้เขียน</b>                                    | <b>209</b> |

## สารบัญตาราง

| ตาราง                                                                                                                                     | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 3.1 สภาวะของการวิเคราะห์สารสกัด Ethanol จากกวางเครือแดงด้วยวิธี HPLC                                                                      | 50   |
| 4.1 ปริมาณสารสกัดจากกวางเครือแดงด้วย Ethanol และ Hexane (ร้อยละ)                                                                          | 53   |
| 4.2 น้ำหนักตัว อัมพะ และเซมินัลเวสิเคิลของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวางเครือแดง                                                             | 55   |
| 4.3 น้ำหนักและขนาดรอบขาขวา ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวางเครือแดง                                                                         | 59   |
| 4.4 น้ำหนักและขนาดรอบขาซ้าย และน้ำหนักสองขา รวมของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจาก<br>กวางเครือแดง                                                 | 60   |
| 4.5 น้ำหนักตัวของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวางเครือแดงสัปดาห์ต่าง ๆ                                                                         | 66   |
| 4.6 น้ำหนักตัวและน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจาก<br>กวางเครือแดง                                               | 69   |
| 4.7 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวางเครือแดง                                                                   | 73   |
| 4.8 น้ำหนักตัวของกบนาที่ได้รับสารจากกวางเครือแดงสัปดาห์ต่าง ๆ                                                                             | 76   |
| 4.9 น้ำหนักตัวและส่วนของกบนาที่ได้รับสารจากกวางเครือแดง                                                                                   | 79   |
| 4.10 ขนาดรอบขาและรอบน่องของกบนาที่ได้รับสารจากกวางเครือแดง                                                                                | 85   |
| 4.11 น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวางเครือแดง                                                                   | 88   |
| 4.12 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวางเครือแดง                                                                      | 92   |
| 4.13 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Myofibril)<br>Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวางเครือแดง | 100  |
| 4.14 ร้อยละขององค์ประกอบบางประการของกล้ามเนื้อของกบนาที่ได้รับสารจากกวางเครือแดง                                                          | 102  |
| 4.15 ร้อยละของโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในกล้ามเนื้อของกบนา<br>ที่ได้รับสารจากกวางเครือแดง                                 | 104  |

## สารบัญภาพ

| ภาพ                                                                        | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------|------|
| 2.1 กวาวเครือแดง                                                           | 9    |
| 2.2 รากกวาวเครือแดง                                                        | 10   |
| 2.3 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของสารมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้              | 20   |
| 2.4 โครงสร้างของมัดกล้ามเนื้อ (muscle bundle)                              | 22   |
| 2.5 โครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อและเส้นใยย่อย                                 | 23   |
| 2.6 ส่วนประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber)                           | 24   |
| 4.1 ปริมาณสารสกัดจากกวาวเครือแดงด้วย Ethanol และ Hexane                    | 53   |
| 4.2 น้ำหนักตัวของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง                       | 57   |
| 4.3 น้ำหนักอวัยวะ และเคมีคัลเลคชันของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง   | 58   |
| 4.4 ขนาดรอบขาของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง                        | 63   |
| 4.5 น้ำหนักขาของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง                        | 64   |
| 4.6 น้ำหนักตัวของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดงสัปดาห์ต่าง ๆ          | 67   |
| 4.7 น้ำหนักตัวของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง                       | 70   |
| 4.8 น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง | 70   |
| 4.9 กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง        | 71   |
| 4.10 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง   | 74   |
| 4.11 น้ำหนักตัวของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                          | 77   |
| 4.12 น้ำหนักตัวของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                          | 80   |
| 4.13 น้ำหนักส่วนของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                         | 80   |
| 4.14 ขนาดของกบนาตัวผู้ที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                          | 81   |
| 4.15 ขนาดของกบนาตัวเมียที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                         | 82   |
| 4.16 ส่วนขาของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                              | 83   |
| 4.17 ขนาดรอบขาและรอบน่องของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                 | 86   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพ                                                                                                                       | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.18 น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                                                   | 89   |
| 4.19 กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                                                          | 90   |
| 4.20 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                                                      | 93   |
| 4.21 กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                                                          | 94   |
| 4.22 กล้ามเนื้อ Gastrocnemius แนวยาว (Longitudinal section) และแนวขวาง (Cross section) ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง | 96   |
| 4.23 เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                                     | 98   |
| 4.24 เส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                                              | 99   |
| 4.25 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง              | 100  |
| 4.26 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                       | 101  |
| 4.27 ปริมาณเถ้า ความชื้น ใยอาหาร ไขมัน และโปรตีน ของกล้ามเนื้อกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                             | 103  |
| 4.28 ปริมาณโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในกล้ามเนื้อกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง                           | 105  |
| 4.29 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Puerarin                                                                            | 106  |
| 4.30 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Daidzin                                                                             | 107  |
| 4.31 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Daidzein                                                                            | 107  |
| 4.32 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Genistin                                                                            | 108  |
| 4.33 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Genistein                                                                           | 108  |
| 4.34 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Methoxyisoflavone                                                                   | 109  |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพ                                                                      | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------|------|
| 4.35 Chromatogram ของสารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดง นีดครั้งที่ 1  | 109  |
| 4.36 Chromatogram ของสารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดง นีดครั้งที่ 2  | 110  |
| 4.37 Chromatogram ของสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง นีดครั้งที่ 1 | 111  |
| 4.38 Chromatogram ของสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง นีดครั้งที่ 2 | 111  |



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

กวาวเครือแดง เป็นพืชสมุนไพรที่ถูกนำมาใช้ในด้านยาแผนโบราณ โดยมีสรรพคุณ บำรุงร่างกายและเป็นยาอายุวัฒนะ ใช้บำรุงร่างกาย ส่วนใช้ส่วนที่เป็นรากสะสมอาหารเป็นยา ตามตำรายาสมุนไพรได้ระบุการใช้ โดยการทานหัวกวาวเครือแดงป่นแห้งผสมน้ำผึ้งปั้นเป็นลูกกลอน วันละ 1 เม็ด ที่มีขนาดประมาณ 2/3 เท่าของเม็ดพริกไทย โดยเชื่อว่ามีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะ ช่วยเสริมสมรรถภาพทางเพศให้กับเพศชาย ช่วยให้นอนหลับ ช่วยเจริญอาหาร ช่วยบำรุงโลหิต ช่วยบำรุงกำลัง เป็นต้น (หลวงอนุสารสุนทร, 2474) จากความเชื่อที่ว่า การรับประทานกวาวเครือแดงสามารถช่วยเสริมสมรรถภาพทางเพศให้กับเพศชายได้ และ ยังมีโฆษณาชวนเชื่อว่ากวาวเครือแดงสามารถแสดงฤทธิ์ของฮอร์โมนเพศชาย แต่จากผลการวิจัยของ บุญศรี เขียวมั่ง, ประทุม ยอดคำปิ่น, วสันต์ มะโนเรือง, และยุทธนา สมิตะสิริ (2535) พบว่า กวาวเครือแดงไม่แสดงฤทธิ์ของฮอร์โมนเพศชาย ในลูกไก่ทดลอง และจากผลการวิจัยของยุทธนา สมิตะสิริ, บุญศรี เขียวมั่ง, วรรณธนา ขนนไทย, และสนั่น สุภาสัย (2535) ก็พบว่า กวาวเครือแดงไม่แสดงฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศชายในหนูทดลอง ที่ตัดอวัยวะ จึงกล่าวได้ว่า กวาวเครือแดงไม่มีฤทธิ์ของฮอร์โมนเพศชาย

จากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับกวาวเครือแดงพบว่า กวาวเครือแดง สามารถชักนำให้อวัยวะเพศของหนูถีบจักรที่ตัดอวัยวะ มีความยาวและความกว้างของอวัยวะเพศ มากกว่ากลุ่มควบคุม (ยุทธนา สมิตะสิริ และวัชร วงศ์วิริยะ, 2541) สิทธิศักดิ์ ปิ่นมณฑลกุล (2544) พบว่า กวาวเครือแดงทำให้จำนวนอสุจิที่ epididymis ของหนูทดลองเพิ่มขึ้น Tocharus, Smitasiri, Ingkaninan, Pisutthanan, and Jeenapongsa (2002) พบว่า สารสกัด Ethanol จากหัวกวาวเครือแดง สามารถชักนำให้ความดันเลือดภายในแกนอวัยวะเพศของหนูทดลองเพิ่มขึ้น ภายใน 1 ชั่วโมง หลังการป้อน Manosroi, Saenphet, Saowakon, Aritajat, and Manosroi (2006) พบว่า กวาวเครือแดงที่ป้อนให้ในหนูทดลอง ในปริมาณสูง สามารถเพิ่มน้ำหนักของอวัยวะและ เพิ่มจำนวนอสุจิมากกว่ากลุ่มควบคุม

นอกจากนี้ ยังได้มีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหัวกวาวเครือแดง โดย ธนาธิป รักศิลป์ (2538) พบว่า องค์ประกอบทางเคมีของหัวกวาวเครือแดงประกอบด้วย กรดอินทรีย์โซ่ตรง 5 ชนิด (dodecosanoic acid tricosanoic acid tetracosanoic acid pentacosanoic acid และ hexacosanoic acid) สเตอรอยด์ 3 ชนิด (campesterol stigmasterol และ  $\beta$ -sitosterol) สารผสม สเตอรอยด์ไกลโคไซด์ สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (3,7,5'-trihydroxy-4'-methoxyflavone หรือ 4'-methoxyfisetin หรือ 2-(5-hydroxy-4-methoxyphenyl)-3,7-dihydroxy-4H-1-benzopyran-4-one) และสารผสมฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ นอกจากนี้ Ngamrojanavanich et al. (2007) สามารถแยก สารบริสุทธิ์จากรากกวาวเครือแดงได้ 5 สาร ได้แก่ 3-hydroxy-9-methoxypterocarpan (Medicarpin) และ สารประกอบไอโซฟลาโวน 4 สาร คือ 7-hydroxy-4'-methoxyisoflavone (Formononetin) 7,4'-dimethoxyisoflavone 5,4'-dihydroxy-7-methoxyisoflavone (Prunetin) และ 7-hydroxy-6,4'-dimethoxyisoflavone

ข้อมูลจากหนังสือพิมพ์เคลินิวส์ (2550) ได้กล่าวถึง ยาที่มีการใช้ในกลุ่มนักกีฬาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถของตนเอง โดยใช้เสริมสร้างกล้ามเนื้อ ได้แก่ ยาในกลุ่ม Anabolic Steroids ซึ่งเป็นยาในกลุ่มที่ออกฤทธิ์ได้เช่นเดียวกับฮอร์โมนเพศชาย (androgen) ได้ถูกนำมาใช้ทดแทนฮอร์โมนเพศสำหรับชายที่มีการเจริญเติบโตทางเพศ ต่ำกว่าปกติ (hypogonadism) เพื่อช่วยในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ (Campbell, Reece, Taylor & Simon, 2006; รัชนี เมฆมณี, 2536; สุนิตย์ จันทรประเสริฐ, 2541) และในช่วงปี ค.ศ. 1930 นักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า สารในกลุ่ม Anabolic Steroids ช่วยในการเจริญของกล้ามเนื้อในสัตว์ทดลอง และได้มีการนำสารกลุ่ม Anabolic Steroids มาใช้ในวงการกีฬา เช่น นักเพาะกาย นักยกน้ำหนัก เพื่อต้องการเพิ่มขนาดกล้ามเนื้อ หรือ ลดปริมาณไขมันในร่างกาย ซึ่งจะส่งผลดีต่อการเล่นกีฬา แต่ภายหลังพบว่ามีการใช้สารดังกล่าวเกินขนาด ทำให้ส่งผลกระทบ ในทางที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย (Leshner, 2000) และ นอกจากนี้ ยังมีรายงานว่า สารในกลุ่ม Methoxyisoflavone สามารถแสดงฤทธิ์ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อได้ เช่นเดียวกับสาร Anabolic Steroids (Wilborn et al. , 2006; Animalpak, 2003)

แม้ว่ากวาวเครือแดง จะไม่แสดงฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศชาย แต่ก็เป็นที่น่าสนใจว่าสารในกลุ่มสเตอรอยด์ และสารในกลุ่ม Methoxyisoflavone ที่พบในกวาวเครือแดง อาจแสดงฤทธิ์ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อในสัตว์ทดลองได้เช่นเดียวกับสารในกลุ่ม Anabolic steroids เนื่องจากได้พบว่ามีสารหลายตัวในกวาวเครือแดง ที่เป็นสารกลุ่มสเตอรอยด์ เช่นเดียวกับ Anabolic steroids และสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ เช่นเดียวกับ Methoxyisoflavone (ธนาธิป รักศิลป์, 2538; Ngamrojanavanich et al. ,2007) และจากความเชื่อที่ว่า กวาวเครือแดงนั้น มีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะ และช่วยเสริมสมรรถภาพทางเพศให้กับเพศชาย ดังรายงานของหลวงอนุสารสุนทร (2474) และผลการวิจัยต่าง ๆ

เกี่ยวกับกาวเครือแดง ที่สามารถทำให้องค์กษัตริย์มีความยาวและความกว้างมากขึ้น ช่วยในการต้นตัวขององคชาติ ช่วยในการแข็งตัวขององคชาติ ช่วยให้น้ำอสุจิได้มากขึ้น ช่วยเพิ่มน้ำหนักของอวัยวะ และช่วยเพิ่มจำนวนอสุจิ จึงมีแนวคิดที่จะใช้กาวเครือแดงในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อของสัตว์ทดลอง

กบนา (*Rana tigerina*) เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่นิยมเลี้ยงเพื่อการบริโภค และ ยังมีความสำคัญในด้านเศรษฐกิจ ถือเป็นสินค้าส่งออกไปขายยังต่างประเทศ ทำรายได้เข้าประเทศอย่างมหาศาลในแต่ละปี อันเป็นการสร้างงานสร้างอาชีพให้แก่เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกบทั่วประเทศ อีกทั้งยังช่วยรักษาความสมดุลตามธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สมพร คำพร, 2551) ได้มีรายงานว่ ในปัจจุบันความต้องการในการบริโภคกบนาที่สูงมาก ทำให้ผลผลิตของกบนาบางช่วงฤดู ไม่พอเพียงกับการบริโภค อีกทั้งสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติได้มีการเปลี่ยนแปลงไปมาก ส่งผลให้มีปริมาณกบในธรรมชาติลดน้อยลง ในขณะที่ความต้องการในการบริโภคเนื้อกบ เพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งส่งผลให้ปริมาณกบที่จับได้จากแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่พอเพียงต่อความต้องการและทำให้กบกลายเป็นอาหารที่มีราคาแพง (พงศ์พันธ์ อินทรวัดน์, 2548) ในการเลี้ยงกบนา จะมุ่งให้กบมีกล้ามเนื้อขนาดใหญ่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนท่อนขาของกบ จากที่มีรายงานว่า ผงปั่นแห้งจากหัวกาวเครือขาว ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของกบนา โดยพบว่า สามารถชักนำให้กบนาโตเร็วกว่าปกติประมาณ 2 สัปดาห์ (ปรีชา สุวรรณ, ประทีป ชาววงศ์, ยงยุทธ ทะปาน, หนึ่งฤทัย บั้งเงิน, และยุทธนา สมิตะศิริ, 2547) และจากข้อมูลด้านคุณสมบัติของสารในกาวเครือแดง ดังที่กล่าวมาในการวิจัยครั้งนี้ จึงมีแนวคิดที่จะใช้ผงปั่นแห้งและสารสกัดจากหัวกาวเครือแดงในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อของกบนา โดยมีความเชื่อว่า ในกาวเครือแดงนั้น จะมีสารที่สามารถแสดงฤทธิ์ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อหนูทดลองและกบนา ได้เช่นเดียวกับสารกลุ่ม Anabolic steroids และ สารกลุ่ม Methoxyisoflavone ที่ใช้ในคน ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว อันจะนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อของสัตว์เศรษฐกิจอื่น ๆ ต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาผลของ ผงปั่นแห้งและสารสกัด จากเปลือกและเนื้อ ของหัวกาวเครือแดงต่อการเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อของหนูถีบจักร

1.2.2 เพื่อศึกษาผลของ ผงปั่นแห้งและสารสกัด จากเปลือกและเนื้อ ของหัวกาวเครือแดงต่อการเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อของกบนา

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์สารสกัดจากกาวเครือแดงที่มีผลต่อกล้ามเนื้อของกบนา ด้วยวิธี HPLC

### 1.3 ความสำคัญของการวิจัย

1.3.1 ทราบผลของผงป่นแห้งและสารสกัด จากส่วนเปลือกและเนื้อ ของหัวกวาวเครือแดง ต่อการเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อของหนูถีบจักรและกบนา

1.3.2 เป็นแนวทางในการนำกวาวเครือแดงไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงกบนา ตลอดจนสัตว์เศรษฐกิจอื่น ๆ ที่มุ่งในการเพิ่มกล้ามเนื้อและน้ำหนักตัว เช่น ไก่พันธุ์เนื้อ ไก่พื้นเมือง ไก่ชน หมู วัว ควาย เป็นต้น

1.3.3 เป็นแนวทางในการพัฒนาจากกวาวเครือแดงต่อไป ที่อาจใช้เป็นแหล่งของสารที่สามารถเสริมสร้างกล้ามเนื้อ โดยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจ หรือใช้ในการเรียนการสอนที่มาจากพืชในท้องถิ่น

### 1.4 สมมติฐานของการวิจัย

1.4.1 ผงป่นแห้งและสารสกัดจากเปลือกและเนื้อของหัวกวาวเครือแดง มีผลต่อน้ำหนักตัว การเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อของหนูถีบจักร

1.4.2 ผงป่นแห้งและสารสกัดจากเปลือกและเนื้อของหัวกวาวเครือแดง มีผลต่อน้ำหนักตัว การเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อของกบนา

1.4.3 สารสกัดจากกวาวเครือแดงที่มีผลต่อกล้ามเนื้อของกบนา มีสาร Puerarin Daidzin Daidzein Genistin Genistein และ Methoxyisoflavone โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

### 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 สมุนไพรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ หัวกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) จากแหล่งอำเภอเชียงม่วน จังหวัดพะเยา เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2551

1.5.2 สัตว์ทดลอง ได้แก่ หนูถีบจักร (ICR Mice ; *Mus musculus*) เพศผู้ อายุ 4 สัปดาห์ ที่สั่งซื้อจากศูนย์สัตว์ทดลองแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล และกบนา (*Rana tigerina*) อายุ 30 วัน จากฟาร์มเลี้ยงกบของ นายประทีป ชาววงศ์ อำเภอเวียงชัย จังหวัดเชียงราย

1.5.3 ผลของสารจากกวาวเครือแดงต่อหนูถีบจักร พิจารณาจาก น้ำหนักตัว น้ำหนักอวัยวะ

น้ำหนักเคมีนัลเวลิเคิล น้ำหนักและขนาดส่วนขาทั้งสองข้าง และน้ำหนักและขนาดของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ทั้งสองข้าง

**1.5.4 ผลของสารจากกวาวเครือแดงต่อกบนา** พิจารณาจาก น้ำหนักตัว น้ำหนักส่วนขา ขนาดรอบต้นขา ขนาดรอบน่อง และน้ำหนักและขนาดของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ทั้งสองข้าง

**1.5.5 การศึกษาผลทางเนื้อเยื่อวิทยาของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius** พิจารณาจากขนาดของ เส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Myofibril)

**1.5.6 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อกบนา** โดยการหาปริมาณของเถ้า (Ash) ความชื้น (Moisture) ใยอาหาร (Fiber) ไขมัน (Lipid) และโปรตีน (Protein) ตามวิธีของ AOAC. (2000) และการหาปริมาณ โปรตีนซาร์โคพลาสมิก (Sarcoplasmic Protein) โปรตีนไมโอไฟบริล (Myofibrillar Protein) โปรตีนชนิดที่ละลายได้ในด่าง (Alkali-soluble Protein) โปรตีนสโตรมา (Stroma) และ สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (Non-protein Nitrogenous Compounds) ตามวิธีของ Hashimoto, Watabe, Kono, and Skiro (1979)

**1.5.7 การวิเคราะห์สารสกัดจากกวาวเครือแดงด้วยวิธี HPLC** เทียบกับสารมาตรฐาน ได้แก่ Puerarin Daidzin Daidzein Genistin Genistein และ Methoxyisoflavone

**1.5.8 สถานที่ทำการวิจัย ได้แก่**

- 1.5.8.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง อาคาร S3 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
- 1.5.8.2 ห้องปฏิบัติการชีววิทยา อาคาร S3 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
- 1.5.8.3 ห้องปฏิบัติการกลาง HPLC อาคาร S2 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
- 1.5.8.4 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์การอาหาร อาคาร S4 มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
- 1.5.8.5 อาคารเลี้ยงสัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
- 1.5.8.6 ฟาร์มเลี้ยงกบ นายประทีป ชาววงศ์ เกษตรกรผู้เลี้ยงกบ อ.เวียงชัย จ.เชียงราย

**1.5.9 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย**

1.5.9.1 การเก็บและเตรียมสมุนไพรกวาวเครือแดง ดำเนินการตั้งแต่ เดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2551

1.5.9.2 การทดลองในหนูถีบจักร ดำเนินการตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2551 ถึง เดือน มีนาคม พ.ศ. 2552

1.5.9.3 การทดลองในกบนา ดำเนินการตั้งแต่ เดือนเมษายน พ.ศ. 2552 จนถึง เดือน  
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

1.6.1 การสกัดสารจากกาวเครือแดง โดยใช้ Ethanol เป็นตัวทำละลาย ใช้วิธีการสกัดเย็น  
และที่ใช้ Hexane เป็นตัวทำละลาย ใช้วิธี Soxhlet Extraction

1.6.2 ผลของกาวเครือแดงต่อกล้ามเนื้อของหนูถีบจักรและกบนา พิจารณาน้ำหนักและ  
ขนาดของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ทั้งสองข้าง เทียบกับน้ำหนักตัว เป็นหลัก

1.6.3 ในการวิเคราะห์สารสกัดจากกาวเครือแดง ที่มีผลต่อกล้ามเนื้อหนูถีบจักรและกบนา  
ด้วยวิธี HPLC เป็นเพียงการวิเคราะห์เบื้องต้น เพื่อตรวจสอบว่าในสารสกัดจากกาวเครือแดงมีสาร  
ชนิดเดียวกับสารมาตรฐานที่นำมาตรวจสอบ โดยอาจพบสารอื่น ที่นอกเหนือจากสารมาตรฐานที่  
เตรียมไว้ หรือ อาจไม่สามารถตรวจวิเคราะห์สารสกัดได้โดยละเอียด เนื่องจากต้องใช้เทคนิคการ  
วิเคราะห์ทางเคมีขั้นสูงและข้อจำกัดบางประการ

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

#### 2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกวาวเครือแดง

กวาวเครือแดง มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Butea superba* Roxb. เป็นพืชตระกูลถั่ว จัดอยู่ใน Family Leguminosae และอยู่ใน Sub-family Papilionoideae มีชื่อท้องถิ่นในแต่ละพื้นที่ ที่เรียกชื่อแตกต่างกัน เช่น ภาคกลาง เรียกว่า ทองเครือ ท้องถิ่นภาคเหนือ เรียกว่า กวาวเครือ ท้องถิ่นภาคตะวันออกเฉียงเหนือเรียกว่า จานเครือ (จระศักดิ์ กิริติคุณากร และไพฑูรย์ พิสุทธิสินธุ์, 2543) และในบางท้องถิ่น เรียกว่า ตานจอมทอง (ชุมพร) โพทะกู หรือ โปะตุกู (กะเหรี่ยงกาญจนบุรี) โพมื่อ (กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน) (เต็ม สมิตินันท์, 2523; ขวลิต นิยมธรรม, 2538; วุฒิ ธรรมวุฒิเวช, 2540)

##### 2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

**ลำต้น** (ภาพที่ 2.1 ก) ลำต้นกวาวเครือแดง เป็นไม้เถาขึ้นต้นขนาดใหญ่ ในธรรมชาติลำต้นจะเลื้อยพันต้นไม้อื่น เนื้อไม้แข็ง เป็นไม้ผลัดใบ ในสภาพกลางแจ้ง ลำต้นค่อนข้างตรง และเป็นพุ่มแทนการเลื้อยพัน (ขวลิต นิยมธรรม, 2538; วุฒิ ธรรมวุฒิเวช, 2540; ภาวนา อัสวประภา, 2544)

**ใบ** (ภาพที่ 2.1 ข) เป็น ใบประกอบแบบฝ่ามือ (palmately compound leaf) ชนิดที่มีใบย่อยสามใบ (trifoliate leaf) ใบกลางมีปลายใบโค้งมน โคนใบเรียว ผิวด้านบนเรียบ ผิวด้านล่างมีขนอ่อน สั้นๆ ใบย่อย มีลักษณะเป็นรูปไข่ มีเส้นใบข้างละห้า ถึง เจ็ดเส้น ใบแข็งและหนา อาจมีหลายขนาด ตั้งแต่เล็กถึงขนาดใหญ่ ซึ่งขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์, 2537; ขวลิต นิยมธรรม, 2538; สมพร ภูติยานันต์, 2542)

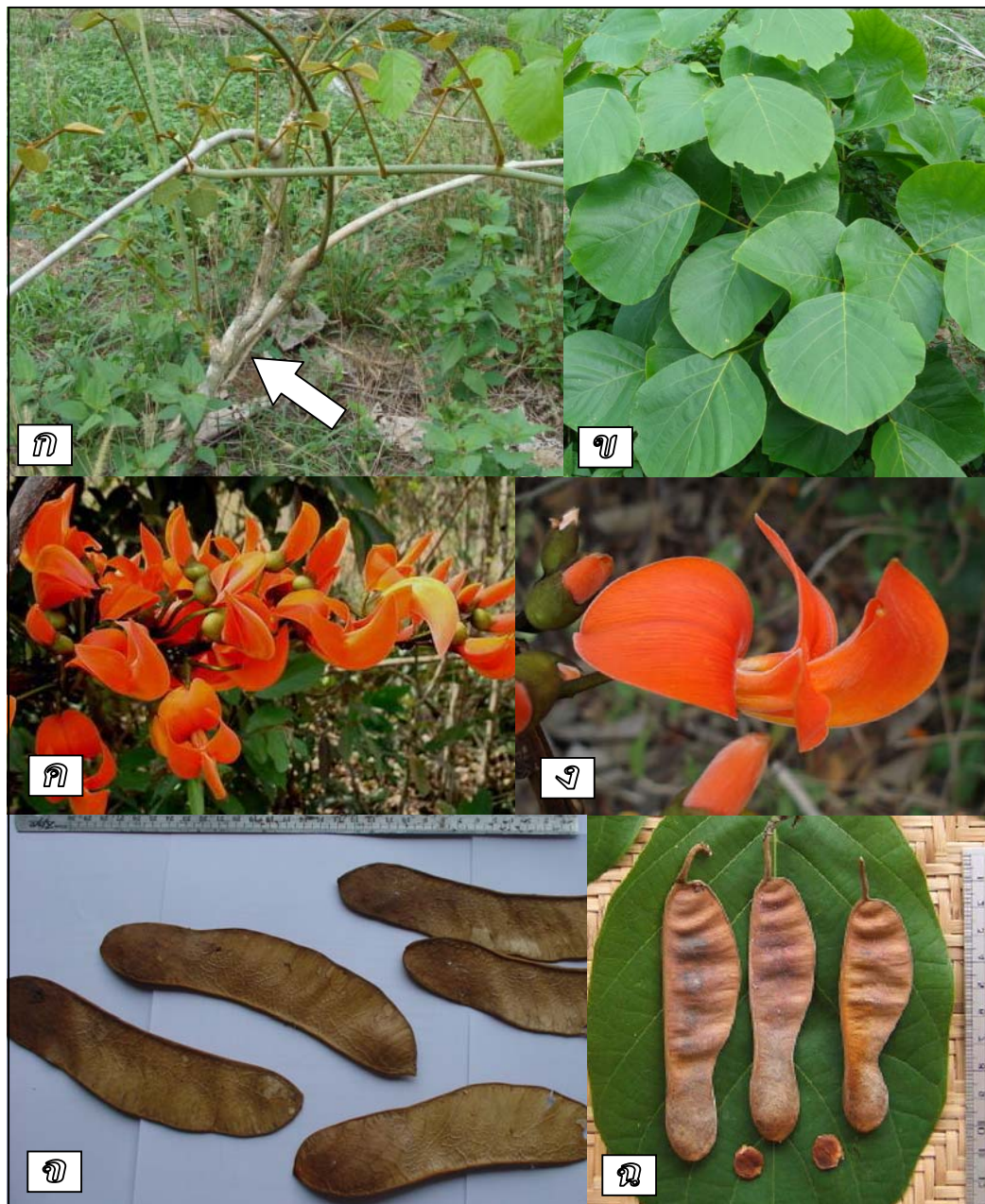
**ดอก** (ภาพที่ 2.1 ค-ง) เป็นดอกช่อแบบ indeterminate inflorescence ชนิด raceme ดอกที่อยู่ล่างสุดจะบานและแก่ก่อนดอกที่อยู่เหนือขึ้นไป มีก้านดอกย่อย (pedicel) ยาวใกล้เคียงกัน ดอกมีลักษณะคล้ายดอกแค มีสี่สัณ เป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower or bisexual flower) กลีบดอกชั้นนอกติดกันเรียกว่า calyx tube กลีบดอกชั้นในมีห้ากลีบ มีขนาดไม่เท่ากัน จัดเรียงตัวแบบผีเสื้อ (papilionaceous) กลีบที่ใหญ่ที่สุด เรียกว่า standard อีกสองกลีบ ถัดจาก standard เข้าไป เรียกว่า wing และกลีบข้างในสุด เชื่อมกันเป็นรูปเรือ เรียกว่า keel มีเกสรตัวผู้ (stamen) สิบอัน มีก้าน

เชื่อมติดกันและแบ่งเป็นสองกลุ่ม กลุ่มหนึ่งมีเกสรตัวผู้เก้านับ อีกกลุ่มมีหนึ่งอัน รังไข่ (ovary) เป็นชนิด superior ซึ่งจะวางตัวอยู่เหนือฐานรองดอก (receptacle) ภายในรังไข่มีหนึ่งห้อง (locule) มีไข่ (egg) ตั้งแต่หนึ่งอันขึ้นไป ช่อดอกจะออกตามข้อของเถา (สมบุญ เศษะภิญญาวัดน์, 2537; ขวลิขิต นิยมธรรม, 2538; วุฒิ ธรรมวุฒิเวช, 2540; สมพร ภูติยานันต์, 2542)

**ฝัก** (ภาพที่ 2.1 จ-ค) ฝักแบนและบาง มีเมล็ดขนาดใหญ่ทางส่วนปลายของฝัก ส่วนที่เหลือจะทำหน้าที่คล้ายเป็นปีก เพื่อให้ฝักที่มีเมล็ดแก่เต็มที่ พร้อมจะขยายพันธุ์ ปลิวออกไปได้ไกลจากต้นได้มากขึ้น ฝักอ่อนเป็นสีเขียวเมื่อแก่จะเป็นสีน้ำตาล ฝักส่วนใหญ่มีเมล็ดสมบูรณ์หนึ่งเมล็ด (อรดิ สหวัชรินทร์, 2542; สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล, 2544)

**ราก** (ภาพที่ 2.2) เป็นรากสะสมอาหาร (tuberous root) ลักษณะของรากและรูปแบบการเกิดรากคล้ายกับมันสำปะหลัง หนึ่งรากอาจยาวได้ประมาณห้าฟุต เมื่อเกิดบาดแผล ที่เปลือกจะมียางสีแดงซึมออกมาเพื่อปิดส่วนที่เป็นแผล ส่วนเปลือกมีลักษณะเป็นแผ่นหนา เนื้อแน่น ส่วนเนื้อมีสีอ่อนกว่าเปลือก และมีเนื้อแน่นน้อยกว่าเปลือก (ขวลิขิต นิยมธรรม, 2538; โสภณ เรืองสำราญ และคณะ, 2543; สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล, 2544)





ภาพที่ 2.1 กวาวเครือแดง

ก ลำต้น

ข ใบ

ค-ง ดอก

จ ฝัก

ฉ ฝักและเมล็ด



ภาพที่ 2.2 รากกวาวเครือแดง

ก. รากขณะขุด

ข. รากที่ขุดแล้ว

ค. ส่วนเปลือกและเนื้อของราก

ง. ส่วนเนื้อของราก

จ. ส่วนเปลือกของราก

### 2.1.2 การใช้ประโยชน์จากกวาวเครือแดง

กวาวเครือแดง เป็นพืชสมุนไพรที่ใช้บำรุงร่างกาย ส่วนที่ใช้เป็นยาคือ ส่วนราก ที่แตกหัวออกจากบริเวณโคนต้นเป็นกระจุก แต่ละหัวมีลักษณะเรียวยาวคล้ายหัวมันสำปะหลัง เปลือกมียางสีแดงคล้ายเลือด ตามตำรายาสมุนไพรกล่าวว่า มีการใช้กวาวเครือแดงในคน โดยการทานหัวกวาวเครือแดงป่นแห้งผสมน้ำผึ้งปั้นเป็นลูกกลอน วันละ 1 เม็ด ที่มีขนาดประมาณ 2/3 เท่าของเม็ดพริกไทย วันละครั้งก่อนนอน โดยที่มีความเชื่อว่า กวาวเครือแดงมีสรรพคุณเป็นยาอายุวัฒนะ ช่วยเสริมสมรรถภาพทางเพศให้กับเพศชาย ช่วยให้นอนหลับ ช่วยเจริญอาหาร ช่วยบำรุงผิวพรรณให้สดใส แต่งตัว ช่วยเสริมหน้าอก ช่วยบำรุงโลหิต ช่วยให้ความจำดี ช่วยแก้ตาฟาง ต้อกระจก และช่วยบำรุงกำลัง เป็นต้น (หลวงอนุสารสุนทร, 2474)

จากความเชื่อที่ว่า กวาวเครือแดงนั้นสามารถช่วยเสริมสมรรถภาพทางเพศให้กับเพศชายได้ ทำให้มีผู้สนใจศึกษา เกี่ยวกับสรรพคุณของกวาวเครือแดง ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางเพศในสัตว์ทดลองจำนวนมาก เช่น ในปี พ.ศ. 2535 บุญศรี เขียวมั่ง และคณะ (2535) รายงานว่า กวาวเครือแดงไม่แสดงฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศชายในลูกไก่ทดลอง และในปีเดียวกันยุทธนา สมิตะสิริ และคณะ (2535) ได้พบว่า กวาวเครือแดงไม่แสดงฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศชายในหนูทดลองที่ตัดอวัยวะ และนอกจากนี้ยังได้พบว่า กวาวเครือแดงสามารถชักนำให้อวัยวะเพศของหนูถีบจักรที่ตัดอวัยวะแล้ว มีความยาว และความกว้างของอวัยวะเพศ มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ (ยุทธนา สมิตะสิริ และวัชร วงศ์วิริยะ, 2541) วิชัย เชิดชูศาสตร์ (2541) ได้รายงานว่เมื่อให้กวาวเครือแดงกับบุรุษวัยเจริญพันธุ์ ทำให้องค์ขาดแข็งตัวได้เร็วขึ้น นานขึ้น และจะแข็งตัวได้นาน ภายหลังการหลั่งแล้ว นอกจากนี้ ยังพบว่า มีการสร้างน้ำอสุจิได้มากขึ้น ทำให้มีผลต่อการตั้งครรภ์ขององค์ขาดในช่วงเวลา กลางคืน สิทธิศักดิ์ ปิ่นมณฑลกุล (2544) พบว่า กวาวเครือแดงทำให้จำนวนอสุจิที่ Epididymis ของหนูขาวเพิ่มขึ้น Tocharus et al. (2002) พบว่า สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดงสามารถชักนำให้ ความดันเลือดในแกนอวัยวะเพศหนูขาวเพิ่มขึ้นภายใน 1 ชั่วโมง หลังการป้อน และ Manosroi et al. (2006) พบว่า กวาวเครือแดงที่ได้ให้ในหนูขาวในปริมาณสูง สามารถเพิ่มน้ำหนักของอวัยวะ และเพิ่มจำนวนอสุจิมากกว่า กลุ่มควบคุมถึงร้อยละ 16

จากงานวิจัยของ Ingkaninan, Temkitthawon, Chuenchom, Yuyaem, and Thongnoi (2003) พบว่า สารสกัดหยาบจากส่วนเปลือกของรากกวาวเครือแดง สามารถแสดงการยับยั้งกิจกรรมของ Acetylcholinesterase (AChE) ได้ถึงร้อยละ 50-65 ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าว ใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคความจำเสื่อม (Alzheimer's disease) เนื่องจากวิธีการรักษา ต้องทำให้ระดับ Acetylcholine ในสมองสูงขึ้น โดยใช้สารที่สามารถยับยั้งกิจกรรมของ Acetylcholinesterase ได้ดี มาผลิตเป็นยาที่ใช้ในการรักษา (Enz, Amstutz, Boddeke, Gmelin, & Malonowski, 1993)

รุจิเรข บุญภาพิมพ์ (2545) ได้พบว่าสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดงสามารถยับยั้งการหดตัวของหลอดเลือดสายสะดือมนุษย์ที่ถูกกระตุ้นด้วย สารละลาย Potassium chloride (KCl) ความเข้มข้นสูง และ สารละลาย Histamine โดยความสามารถในการยับยั้งของสารสกัดขึ้นกับ ระยะเวลาที่ทำให้หลอดเลือดสัมผัสกับสารทดสอบก่อนการกระตุ้นให้เกิดการหดตัวและขึ้นกับความเข้มข้นของสารสกัด โดยที่ ค่าร้อยละของการยับยั้งการหดตัวจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังพบว่าการออกฤทธิ์ยับยั้งการหดตัวของสารสกัดกวาวเครือแดง ต้องอาศัยการทำงานของเยื่อหลอดเลือดที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง Endothelium-Derived Relaxing Factors (EDRFs) และ Endothelium-Derived Hyperpolarizing Factors (EDHFs) จากเยื่อหลอดเลือดอย่างน้อย 3 เส้นทาง คือ Nitric oxide (NO), Prostacyclin (PGI<sub>2</sub>) และ EDHFs นอกจากนี้ยังพบว่า สารสกัดจากกวาวเครือแดง ไม่สามารถยับยั้งการหดตัวของหลอดเลือด ที่ได้รับการกระตุ้นให้หดตัวด้วยสาร Serotonin (5-HT)

### 2.1.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในหัวกวาวเครือแดง

หัวกวาวเครือแดงนั้น เป็นส่วนรากสะสมอาหาร ที่เรียกว่า Tuberous Root ซึ่งได้มีผู้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในหัวกวาวเครือแดง สามารถสรุปได้ดังนี้

ธนารักษ์ รักศิลป์ (2538) ได้วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในหัวกวาวเครือแดง ที่ได้มาจากป่าเบญจพรรณทางภาคเหนือ จังหวัดลำปาง โดยใช้ตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ แล้วแยกด้วยวิธีการทางโครมาโตกราฟี แยกสาร 5 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 กรดอินทรีย์ชนิดโซ่ตรง (carboxylic acid) ได้แก่

- decosanoic acid สูตรโมเลกุล  $C_{22}H_{44}O_2$
- tricosanoic acid สูตรโมเลกุล  $C_{23}H_{46}O_2$
- tetracosanoic acid สูตรโมเลกุล  $C_{24}H_{48}O_2$
- pentacosanoic acid สูตรโมเลกุล  $C_{25}H_{50}O_2$
- hexacosanoic acid สูตรโมเลกุล  $C_{26}H_{52}O_2$

กลุ่มที่ 2 สารกลุ่มสเตอรอยด์ ได้แก่

- $\beta$ -sitosterol
- campesterol
- stigmasterol

กลุ่มที่ 3 สารผสมสเตอรอยด์ไกลโคไซด์ ได้แก่

- $\beta$ -sitosteryl-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside
- stigmasteryl-3-O- $\beta$ -D-glucopyranoside

กลุ่มที่ 4 สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่

- 3,7,5'-trihydroxy-4'-methoxyflavone

กลุ่มที่ 5 สารผสมฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ได้แก่

- 3,5'-dihydroxy-4'-methoxyflavone-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside

ไพลิน สิทธิวิเชียรวงศ์ (2542) ได้นำสารสกัด Ethanol จากกาวเครือแดง มาแยกสกัดต่อด้วย Hexane และ Chloroform แล้วทดสอบความสามารถในการยับยั้ง cAMP - phosphodiesterase พบว่าสารที่แสดงฤทธิ์อยู่ใน ส่วนสกัด Ethanol และ Chloroform และได้นำส่วนสกัด Chloroform ของกาวเครือแดงมาศึกษาต่อ โดยได้แยกองค์ประกอบด้วยคอลัมน์โครมาโตกราฟี สามารถแยกได้ 9 ลำดับส่วน คือ B01 - B09 แล้วได้นำมาทดสอบการยับยั้งเอนไซม์ พบว่า ลำดับส่วนที่ B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08 และ B09 สามารถแสดงฤทธิ์ยับยั้ง cAMP - phosphodiesterase โดยมีความสามารถในการยับยั้งสูงกว่า 50 % และพบว่ามีสารอย่างน้อย 1 ชนิดที่แสดงฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ ซึ่งอยู่ในลำดับส่วนที่ B02 ได้แก่ สาร 3, 5, 7'-trihydroxy- 4'-methoxyflavone ซึ่งแสดงฤทธิ์ยับยั้ง cAMP - phosphodiesterase ได้

โสภณ เรืองสำราญ และคณะ (2543) ได้พบว่าสาร 3, 7, 3'-trihydroxy- 4'-methoxyflavone และ สาร 3, 3'-dihydroxy- 4'-methoxyflavone-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside ซึ่งสามารถสกัดได้จาก รากของกาวเครือแดงนั้น มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cAMP - phosphodiesterase โดยได้หาสูตรโครงสร้าง ด้วยวิธีวิเคราะห์ทางสเปกโตรสโคปี ซึ่งประกอบไปด้วยเทคนิค 2D-NMR โดยสารประกอบทั้งสองชนิดแสดงผลในการยับยั้ง cAMP - phosphodiesterase อย่างแรง และเนื่องจากการที่กาวเครือแดงมีสารที่แสดงฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าว จึงมีคุณสมบัติในการรักษาอาการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศของผู้ชายได้

Ngamrojanavanich et al. (2007) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีจาก รากของกาวเครือแดง สามารถแยกสารบริสุทธิ์ได้ 5 ชนิดจากส่วนสกัด Methanol ได้แก่สาร 3-hydroxy-9-methoxypterocarpan (Medicarpin) และสารประกอบไอโซฟลาโวน 4 ชนิด ได้แก่ สาร 7-hydroxy-4'-methoxyisoflavone (Formononetin) สาร 7,4'-dimethoxyisoflavone สาร 5, 4'-dihydroxy-7-methoxyisoflavone (Prunetin) และสาร 7-hydroxy-6-4'-dimethoxy isoflavone การหาสูตรโครงสร้างของสารเหล่านี้ ได้พิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพ และใช้เทคนิคทางสเปกโตรสโคปี ซึ่งได้แก่ 1D, 2D-NMR, UV-vis และ Mass spectroscopy

ณัฐวรรณ ยศวัฒน์ และ สุรจิต ฮวดสาขา (2550) ได้สกัดสาร genistein จากกาวเครือแดง โดยสกัดเปรียบเทียบกับหลายวิธี ได้แก่ การกลั่นด้วยไอน้ำ การแช่ในตัวทำละลายที่อุณหภูมิห้อง การสกัดแบบ Soxhlet การสกัดด้วยของไหลสภาวะวิกฤติยิ่งยวด (Supercritical Fluid Extraction) โดย

ใช้คาร์บอนไดออกไซด์ และการสกัดด้วยคลื่นอุลตราโซนิก (Ultrasonic Activated Extraction) ซึ่งพบว่า สามารถสกัด genistein ที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ จากการสกัดโดยใช้ Methanol เป็นตัวทำละลายด้วยคลื่นอุลตราโซนิก ที่อุณหภูมิ 60 °C โดยใช้ระยะเวลาในการสกัด 1 ชั่วโมง พบว่าสามารถสกัดสาร genistein ได้ดีที่สุด และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดแบบอื่น ๆ ที่ใช้ระยะเวลาการสกัดที่เท่ากันคือ 6 ชั่วโมง พบว่าปริมาณสาร genistein ที่สกัดได้มากที่สุด โดยวิธี Soxhlet คลื่นอุลตราโซนิก แบบแช่ในตัวทำละลายที่อุณหภูมิ 60 °C และการแช่ในตัวทำละลายที่อุณหภูมิห้อง ตามลำดับ

นอกจากนี้ Yadava and Reddy (1998) ได้วิเคราะห์ส่วนที่เป็นลำต้นกวางเครือแดง พบว่ามีสารกลุ่ม flavonol glycoside ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ สาร 3,5,7,3',4'-pentahydroxy-8-methoxy-flavonol-3-O-  $\beta$ -D-xylopyranosyl(1 $\rightarrow$ 2)- $\alpha$ -L-rhamnopyranoside ที่สามารถยับยั้งการเจริญของ fungi ได้แก่ *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *A. terreus*, *Penicillium expansum*, *Helminthosporium oryzae*, *Botrytis cinerea*, *Rhizopus oligosporus*, *R. chinensis*, *Kelbsiella pneumoniae*, *Fusearium moniliforme* และ แบคทีเรียแกรมบวก ได้แก่ *Streptococcus pyogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* รวมทั้งแบคทีเรียแกรมลบ ได้แก่ *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*. และสามารถยับยั้งการเจริญได้มากที่สุด ได้แก่ *H. oryzae*, *A. niger*, *B. cinera* และแบคทีเรียแกรมบวก

#### 2.1.4 สารต้านอนุมูลอิสระในหัวกวางเครือแดง

ได้มีการวิเคราะห์สารจากหัวกวางเครือแดง และพบว่ามีสารที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลจากการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระในหัวกวางเครือแดง สามารถรายงานได้ ดังนี้

จากผลการศึกษาวิจัยของ จรรยา แสงอรุณ, ยุทธนา สมิตะสิริ, สุพักตร์ พ่วงบางโพธิ์, และ ไมตรี สุทธิจิตต์ (2545) ได้พบว่า น้ำเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด ในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจาก กวางเครือขาว กวางเครือแดง และกวางเครือดำ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวทำละลายอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ Ethanol 70% Ethanol 95% Acetone Chloroform และ Hexane โดยได้พบว่า กวางเครือดำ มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงที่สุด แต่หายากและให้สารสกัดปริมาณน้อย แต่สำหรับกวางเครือแดงให้ สารสกัดปริมาณมากที่สุด เมื่อใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย โดยที่กวางเครือดำนั้น ให้สารสกัดที่มีปริมาณ น้อยกว่ากวางเครือแดงถึง 5-6 เท่า และสารสกัดที่ได้จากกวางเครือแดง ก็มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้ ไกล่เคียงกับกวางเครือดำ และสูงกว่ากวางเครือขาว ทั้งในส่วนของการเปลือกและเนื้อถึง 6.5 เท่า และ ยังได้พบว่าสารสกัดจากกวางเครือขาว กวางเครือแดง และกวางเครือดำ ที่สกัดด้วย Ethanol 95% มีสมบัติที่เป็นทั้งสารต้านออกซิเดชันและสารเก็บขนอนุมูลอิสระ

เกษร เมืองทิพย์ (2549) ได้ตั้งสมมติฐานว่า ส่วนที่เป็นยางสีแดง ที่พบบริเวณเปลือกของ รากสะสมอาหารของกวาวเครือแดงนั้น อาจจะเป็น แอนโทไซยานิน (anthocyanin) และได้ทำการ ทดสอบสมมติฐาน พบว่ามีคุณสมบัติตรงกับแอนโทไซยานิน จึงกล่าวได้ว่า ในหัวกวาวเครือแดง มีสารแอนโทไซยานิน ซึ่งสารแอนโทไซยานิน จัดอยู่ในกลุ่มของ flavonoid ที่พบได้ในผัก ผลไม้ และดอกไม้ เช่น ในกะหล่ำปลีสีม่วง กระเจี๊ยบแดง องุ่นแดง และดอกอัญชัน สารแอนโทไซยานิน ทำให้ดอกไม้มีสีสันสวยงาม เพื่อใช้ล่อแมลงมาผสมเกสร ซึ่งเป็นการช่วยขยายพันธุ์พืช และ ช่วย ป้องกันอันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ให้แก่พืชได้ (Harborne, 1986) สารแอนโทไซยานิน เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่งหมายถึงสารที่สามารถจับอิเล็กตรอนโคเดี่ยวของอนุมูล อิสระ จึงทำให้ไม่สามารก่อให้เกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชัน และหยุดการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ช่วยลด อัตราการเกิดโรค ที่เกิดจากอนุมูลอิสระเป็นต้นเหตุ (จุฬาลักษณ์ ทวีบุตร, 2551)

อนุมูลอิสระ (Free-radical) เกิดจากกระบวนการ metabolism ในร่างกายมนุษย์ และเกิดจาก มลพิษสิ่งแวดล้อม เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ เครื่องยนต์ คาร์บอนหรี สารเคมีต่าง ๆ รังสี UV และจากการ รับประทานอาหารปิ้งย่าง ที่ไหม้เกรียม ซึ่งส่งผลให้เกิดการสะสมของอนุมูลอิสระในสิ่งมีชีวิตเพิ่ม มากขึ้น ทำให้เกิดภาวะที่เรียกว่า oxidative stress ที่ส่งผลกระทบต่อเซลล์ เช่น เซลล์ถูกทำลาย เกิดการเสื่อมของเซลล์ ซึ่งเป็นสาเหตุของการแก่ (aging) และยังทำให้เกิดปฏิกิริยา oxidation ของ DNA ไขมัน โปรตีนต่าง ๆ คาร์โบไฮเดรต และเยื่อหุ้มเซลล์ รุนแรงไปถึงการเกิดเป็นโรค เช่น โรค ไขมันอุดตันในเส้นเลือด โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน เป็นต้น (ไมตรี สุทธจิตต์, ปกฤษฎางค์ แก้วสุริยะ, ศิริวรรณ สุทธจิตต์, และอุดมกัญท์ ขาสสุวรรณ, 2545) ในร่างกายมนุษย์ สามารถป้องกันการทำลายเนื่องมาจากอนุมูลอิสระเหล่านี้ได้ โดยใช้เอนไซม์ในร่างกายเป็นตัวกำจัด ซึ่งขึ้นอยู่กับ ข้อจำกัดทางพันธุกรรมของแต่ละบุคคล และการเพิ่มความสามารถในการกำจัดอนุมูล อิสระได้โดยการรับประทานอาหารประเภทผัก หรือ ผลไม้ ที่มีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินซี วิตามินอี เบตาแคโรทีน และแอนโทไซยานิน (จักรพงษ์ ไพบูลย์, 2542)

## 2.2 คุณสมบัติของสารที่พบในกวาวเครือแดง

**2.2.1 สารกลุ่มสเตอรอยด์** หรือ สารกลุ่มไขมันพืช (phytosterols) ที่พบในกวาวเครือแดง ได้แก่ campesterol  $\beta$ -sitosterol และ stigmasterol มีคุณสมบัติตรงข้ามกับ cholesterol ซึ่งเป็นไขมัน สัตว์ คุณสมบัติของสารกลุ่มสเตอรอยด์ที่พบในกวาวเครือแดง สรุปได้ดังนี้

**$\beta$ -sitosterol** ปัจจุบันพบว่ายังไม่มีการใช้ประโยชน์โดยตรงจากกวาวเครือแดง  $\beta$ -sitosterol เป็น Sterol ชนิดหนึ่งที่พบใน น้ำมันข้าวโพด (corn oils) น้ำมันรำข้าว (rice bran) น้ำมันถั่วเหลือง

น้ำมันถั่วลิสง ซึ่งจะมี  $\beta$ -sitosterol ในปริมาณที่สูง (Awad, Chan, Downie, & Fink, 2000) นิยมใช้ในการรักษา Type II hyperlipoproteinemia เพราะสามารถช่วยยับยั้งการดูดซึมของ cholesterol ช่วยยับยั้งการทำให้เกิด Carcinogenesis และช่วยรักษาโรคมะเร็งต่อมลูกหมาก ชนิด prostatic adenoma (Budavari, 1998) และนอกจากนี้ ยังสามารถนำไปใช้เป็นยาลดระดับ cholesterol ในโลหิตได้ (วิทย์ เทียงบุรณธรรม, 2540) และ ช่วยบำบัดอาการผิดปกติทางระบบปัสสาวะได้ (Wilt, MacDonald, & Ishani, 1999) Malini and Vanithakumari (1991) พบว่า หากให้ในปริมาณ 5 มก./กก./วัน สามารถแสดงผลเป็น Phytoestrogen ได้ คือทำให้น้ำหนักอ้วนและ ความเข้มข้นของอสุจิในหนูขาวเพศผู้ลดลง นอกจากนี้ ยังมีการนำ  $\beta$ -sitosterol มาใช้เป็นสารตั้งต้น ในกระบวนการผลิตยาคุมกำเนิดได้ (ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิตย์ และ พรรณนิภา ชุมศรี, 2535)

**Stigmasterol** มีสรรพคุณ คล้ายกับ  $\beta$ -sitosterol นิยมใช้ร่วมกันในการป้องกันโรค และยังเป็นสารสำคัญในการสังเคราะห์ steroid hormone ระดับอุตสาหกรรม (วิทย์ เทียงบุรณธรรม, 2540) นอกจากนี้ยังเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่สามารถแสดงฤทธิ์ต่อระบบสืบพันธุ์โดยใช้เป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์ยาคุมกำเนิด ในปัจจุบันกำลังได้รับความนิยมในการบริโภคเป็นอาหารเสริมสุขภาพ และช่วยลดการสะสมของ cholesterol ในร่างกายมนุษย์ (ถนอมศรี วงศ์รัตนาสถิตย์ และ พรรณนิภา ชุมศรี, 2535)

**2.2.2 สารกลุ่มฟลาโวนอยด์** สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ที่พบในกวางเครือแดง ได้แก่ 3,7,5'-trihydroxy-4'-methoxyflavone และ สารผสมฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ได้แก่ 3,5'-dihydroxy-4'-methoxyflavone-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์ของสารนี้ แต่ โสภณ เรืองสำราญ และคณะ (2543) ได้พบว่า มีสาร 3, 7, 3'-trihydroxy- 4'-methoxyflavone และ สาร 3, 3'-dihydroxy- 4'-methoxyflavone-7-O- $\beta$ -D-glucopyranoside ซึ่งมีสูตรโครงสร้างที่คล้ายกัน สารทั้งสองมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cAMP - phosphodiesterase ช่วยในการรักษาอาการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศของผู้ชายได้

### **Anthocyanin**

แอนโทไซยานิน (anthocyanin) จัดอยู่ในกลุ่มของสารฟลาโวนอยด์ พบใน ผัก ผลไม้ และดอกไม้ เช่น ในกะหล่ำปลีสีม่วง กระเจี๊ยบแดง องุ่นแดง และดอกอัญชัน ซึ่งจะทำให้เกิดสารสีเหลือง แดง และน้ำเงิน มีรายงานว่าสารกลุ่มนี้มีฤทธิ์ช่วยในการรักษาสุขภาพของผนังเส้นเลือดฝอย และ ช่วยเพิ่มความแข็งแรง และความต้านทานให้กับหลอดเลือดฝอย (วิทย์ เทียงบุรณธรรม, 2540) แอนโทไซยานินพบมากในธรรมชาติในรูป glycoside (Mazza & Maniati, 1993) แอนโทไซยานินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งจะมีโครงสร้างที่สามารถจับอิเล็กตรอนโคเดอ์ของอนุมูลอิสระทำให้ไม่สามารถก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และหยุดการเกิดปฏิกิริยาลูกโซ่ ลดอัตราการเกิดโรคที่เกิด

จากอนุมูลอิสระเป็นต้นเหตุ การรับประทานผักและผลไม้ที่มีแอนโทไซยานิน สามารถยับยั้งการลุกลามของเนื้องอก ป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง และช่วยลดระดับไขมันในเลือดได้ (Wrolstad, 2001) จากรายงานของ Nair (2004) พบว่า ผลการนำแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากผลเชอร์รี่ไปทดลองกับเซลล์ตับอ่อนของหนูทดลองในหลอดทดลอง พบว่าแอนโทไซยานินสามารถกระตุ้นให้เซลล์ตับอ่อนสร้างอินซูลิน (insulin) เพิ่มขึ้น ซึ่งอินซูลินทำหน้าที่ควบคุมระดับน้ำตาลในกระแสเลือด

Duan, Jaing, Su, Zhang, and Shi (2007) พบว่า สารแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากเปลือกของลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของ linoleic acid ในหลอดทดลองได้ และจากรายงานของ Rottmann et al. (2002) กล่าวว่า สารแอนโทไซยานินที่มีในน้ำสกัดของผล ach (*Aristotelia chilensis*) ผล blackberry (*Rubus* spp.) ผล cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) ผล blueberry (*Vaccinium corymbosum*) และผล raspberry (*Rubus idaeus*) สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ lipoprotein ชนิดความหนาแน่นต่ำ (low density lipoprotein; LDL) ในหลอดทดลองได้ (LDL ได้จากการสกัดจากเลือดของหนูทดลอง) ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาไปเป็นผลิตภัณฑ์ป้องกัน และรักษาภาวะไขมันอุดตันในเส้นเลือด และโรคหลอดเลือดหัวใจต่อไป

### Isoflavonoid

Isoflavonoids ส่วนใหญ่จะพบในพืช family leguminosae และ เกือบทั้งหมดจะอยู่ใน sub-family papilionoideae และมีรายงานว่าพบใน sub-family caesalpinioideae และ minosoideae เพียงไม่กี่ชนิด นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าพบในพืช family อื่นบ้างแต่น้อย หรืออาจกล่าวได้ว่าสารกลุ่มนี้เป็นสารที่เป็นเอกลักษณ์ของพืชใน sub-family papilionoideae (Harborne, 1994)

สารกลุ่ม isoflavones จัดเป็นสารกลุ่มใหญ่ที่สุดในกลุ่มของ isoflavonoids และที่พบมากที่สุดมี 4 ชนิดด้วยกัน (Williams & Harborne, 1989) คือ

1. daidzein (7, 4'-dihydroxyisoflavone)
2. formononetin (7-hydroxy-4'-methoxyisoflavone)
3. genistein (5, 7, 4' trihydroxyisoflavone)
4. biochamin A (5, 7-dihydroxy-4'-methoxyisoflavone)

**Genistein** เป็นสารที่มีรายงานว่าพบในหัวกวาวเครือแดง (ฉัฏฐวรรณ์ ยศวัฒน์ และ สุรจิต ฮวดสาขา, 2550) genistein มีคุณสมบัติคล้าย phytoestrogen กล่าวคือเป็นสารที่พืชสร้างขึ้น และมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน Williams and Harborne (1989) และ Frank, Custer, Cerna, and Narala (1994) รายงานว่า แกะที่เลี้ยงในทุ่งหญ้าที่มีต้นถั่ว *Trifolium subterraneum* เป็นเวลานาน ทำให้มีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลงและทำให้เกิดการเป็นหมัน ภายหลังได้พบว่าสารที่แกะ

ได้รับจากต้นถั่วดังกล่าวคือ genistein และ formononetin ซึ่งเป็นสาร isoflavone ที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน

จากการศึกษาในระยะต่อมาเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของ phytoestrogen ทำให้ทราบว่า มีผลต่อร่างกายหลายประการ เช่น Knight and Eden (1996) ได้ทดลองโดยตัดรังไข่ของหนูขาวออก และให้ genistein ในระดับต่ำ พบว่า สามารถรักษาระดับเนื้อกระดูกได้ แต่ถ้าให้ในระดับสูงจะยับยั้งการสร้างเนื้อกระดูก และจากการทดลองในลิงพบว่า phytoestrogen จากถั่วเหลืองสามารถลดระดับไขมันคอเลสเตอรอลในเส้นเลือด หรือ LDL cholesterol (Anthony, Clarkson, & Hughes, 1996)

Frank et al. (1994) รายงานว่า สาร daidzein และ genistein ที่มีอยู่ในอาหารจากถั่วเหลือง สามารถลดอัตราการเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ โดยที่สารดังกล่าว มีผลยับยั้งกระบวนการเกิดมะเร็งหลายประการ เช่น antimutagenic, antiproliferative, antiestrogenic, antioxidant และกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ เป็นต้น genistein และ daidzein มีคุณสมบัติในการจับกับอนุโมเลกุลอิสระที่เป็นสาเหตุของโรคหัวใจ ทำให้เพิ่มการไหลเวียนของโลหิต เนื่องจากการขยายหลอดเลือด และป้องกันการขาดออกซิเจนในสมอง สารนี้มีฤทธิ์กระตุ้นการสร้างโปรตีนที่สร้างจากตับ ได้แก่ sex hormone-binding globulin (SHBG) มีผลช่วยให้ ปริมาณฮอร์โมน ที่เซลล์มะเร็งใช้ในการเจริญลดต่ำลง (ณัฐวรรณ ยศวัฒน์ และ สุรจิต ฮวดสาขา, 2550)

## 2.3 สารมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

มีรายงานว่า สารในกลุ่ม Isoflavonoids ที่ส่วนใหญ่จะพบในพืช Family Leguminosae และเกือบทั้งหมดจะอยู่ใน Sub-family Papilionoideae จนกระทั่งกล่าวกันว่า สารกลุ่มนี้เป็นเอกลักษณ์ของพืชใน Sub-family Papilionoideae (Harborne, 1994) และจากที่มีรายงานเกี่ยวกับ องค์ประกอบทางเคมีที่สะสมในหัวกวาวเครือขาว ที่พบว่ามีสารในกลุ่ม Isoflavone และ Isoflavone glycosides ดังนี้ (รุจน์ สุทธิศรี, 2542)

### 2.3.1 สารในกลุ่ม Isoflavones เช่น

#### 2.3.1.1 daidzein

#### 2.3.1.2 genistein

#### 2.3.1.3 kawakhurin

#### 2.3.1.4 kawakhurin hydrate

### 2.3.2 สารในกลุ่ม Isoflavone glycosides เช่น

2.3.2.1 daidzin (daidzein-7-O- glucoside)

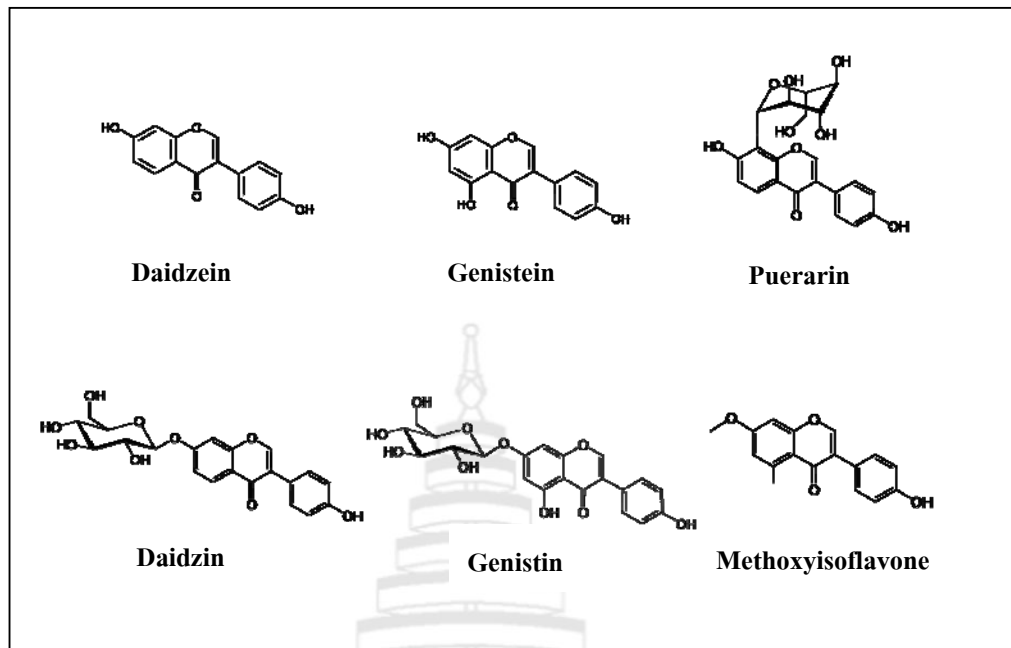
2.3.2.2 genistin (genistein -7-O- glucoside)

2.3.2.3 puerarin (daidzein-8- glucoside)

2.3.2.4 mirificin

2.3.2.5 puerarin-6-Monoacetate

การศึกษาในครั้งนี้ ได้เลือกสารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีในสารสกัดจากกวาวเครือแดง ได้แก่กลุ่ม Isoflavones คือ daidzein genistein และ กลุ่ม Isoflavone glycosides คือ daidzin (daidzein-7-O-glucoside) genistin (genistein-7-O-glucoside) puerarin (daidzein-8-glucoside) โดยมีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2.3 และยังได้ใช้สาร methoxyisoflavone เป็นสารมาตรฐาน ที่ใช้ในการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี และ ใช้เป็นสารที่ป้อนให้แก่กลุ่ม Positive control ในการทดลองให้สารจากกวาวเครือแดงในหนูถีบจักร มีรายงานว่า สาร methoxyisoflavone (5-methyl-7-methoxyisoflavone) สามารถแสดงฤทธิ์ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ จากผลการทดลองในอาสาสมัครจำนวน 7 คน ที่ให้ methoxyisoflavone ขนาด 800 มก./วัน ติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (Incedon, Gammeren, & Antonio, 2001) ปัจจุบันสาร methoxyisoflavone เป็นที่นิยมใช้ในหมู่นักกีฬาเพาะกาย เช่นเดียวกับสารในกลุ่ม Anabolic Steroids และ สารที่ใช้ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้ออื่น ๆ (Animalpak, 2003) สาร methoxyisoflavone มีสูตร โครงสร้างดังภาพที่ 2.3 ซึ่งเป็นสารที่อาจพบหรือมีโครงสร้างใกล้เคียงกับสารในกวาวเครือแดง ที่อาจแสดงฤทธิ์ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อได้



ภาพที่ 2.3 สูตรโครงสร้างโมเลกุลของสารมาตรฐานที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

## 2.4 กล้ามเนื้อสัตว์ทดลอง

กล้ามเนื้อของสัตว์ ส่วนที่เป็นองค์ประกอบของร่างกาย เช่น แขน ขา เรียกว่า กล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อที่เป็นส่วนของอวัยวะภายใน เช่น กระเพาะอาหาร ลำไส้ เรียกว่า กล้ามเนื้อเรียบ ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะกล้ามเนื้อลาย เพราะเป็นแหล่งสำคัญของโปรตีนจากสัตว์ โดยทั่วไปสัตว์มีกล้ามเนื้อทั้งร่างกายประมาณร้อยละ 35-65 ของน้ำหนักซากสด กล้ามเนื้อลาย อาจเรียกอีกอย่างว่ากล้ามเนื้อโครงร่าง ส่วนใหญ่จะอยู่ติดกับโครงกระดูกโดยตรง แต่ก็มีบางส่วน ที่ติดอยู่กับ เอ็น กระดูกอ่อน และหนัง เป็นต้น (นุกูล อินทกุล, 2549) โดยทั่วไปกล้ามเนื้อของสัตว์มีองค์ประกอบทางเคมีได้แก่น้ำ ประมาณร้อยละ 65-80 โปรตีน ประมาณร้อยละ 16-22 ไขมัน ประมาณร้อยละ 5-25 เกล็ดและคาร์โบไฮเดรตชนิดละลายประมาณร้อยละ 1 (นิธิยา รัตนานนท์, 2545)

### 2.4.1 โครงสร้างกล้ามเนื้อ

อวัยวะต่าง ๆ เช่น สะโพก ขา ไหล่ ของร่างกายสัตว์ จะประกอบไปด้วย กลุ่มของกล้ามเนื้อ โครงสร้างหลายกลุ่มรวมกัน โดยมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันทำหน้าที่ห่อหุ้ม และยึดประสาน ทำให้กล้ามเนื้อโครงร่างคงรูปเป็นอวัยวะต่าง ๆ ดังนี้ (นิธิยา รัตนานนท์, 2545; นุกูล อินทกุล, 2549)

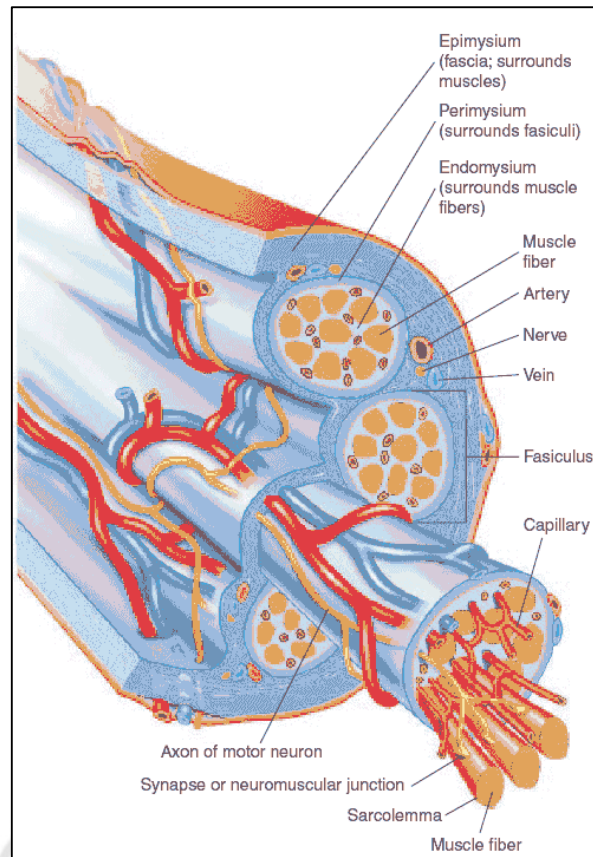
**กล้ามเนื้อ** กล้ามเนื้อทั้งก้อนที่มองดูด้วยตาเปล่า จะเห็นว่าถูกห่อหุ้มด้วยชั้นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นนอกที่เรียกว่า epimysium กล้ามเนื้อจะประกอบด้วย มัดกล้ามเนื้อหลาย ๆ มัดอยู่รวมกัน (ภาพที่ 2.4-2.5)

**มัดกล้ามเนื้อ** (muscle bundle) เป็นส่วนที่อยู่ถัดเข้าไปจากส่วนกล้ามเนื้อ ซึ่งถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชั้นกลาง ที่เรียกว่า perimysium มีเส้นเลือดฝอยแทรกอยู่ระหว่างมัดกล้ามเนื้อ ถ้าตัดขวางมัดกล้ามเนื้อ แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะพบว่า มัดกล้ามเนื้อประกอบไปด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อ (ภาพที่ 2.4-2.5)

**เส้นใยกล้ามเนื้อ** (muscle fiber) หรือ เซลล์กล้ามเนื้อ ถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันบาง ๆ ที่เรียกว่า endomysium ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ ประกอบไปด้วยเส้นใยเล็ก ๆ ที่เรียกว่า เส้นใยย่อยอัดเรียงตัวกันอยู่เป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 2.4-2.5)

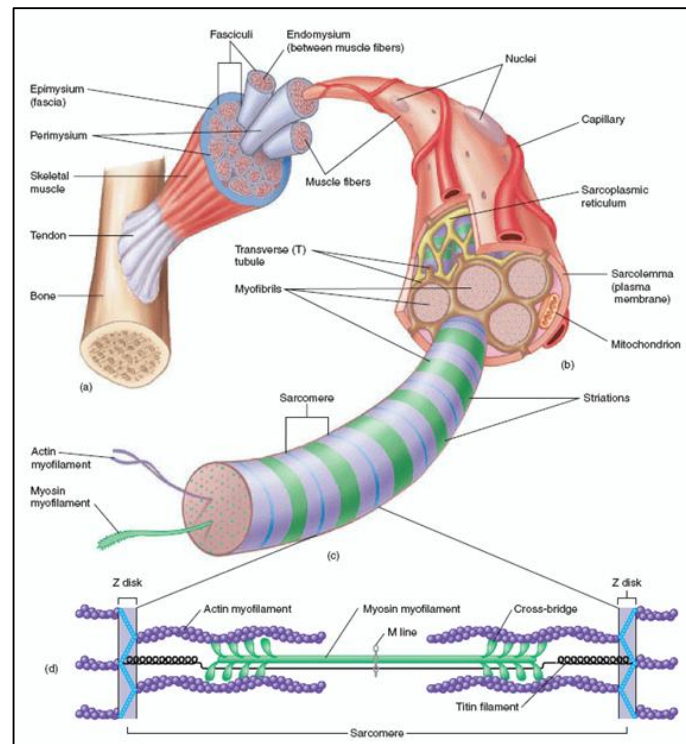
**เส้นใยย่อย** (myofibril) เป็นส่วนที่ประกอบกันเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อ ภายในเส้นใยย่อยจะมีเส้นใยฝอย (myofilament) ที่สำคัญ 2 ชนิด คือ เส้นใยฝอยชนิดหนา ที่เรียกว่า myosin และ เส้นใยฝอยชนิดบาง ซึ่งเรียกว่า actin ในเส้นใยย่อยแต่ละเส้น มีเส้นใย myosin และ เส้นใย actin ซ้อนสลับกันไป จึงทำให้เกิดเป็นแถบทึบสลับกับแถบโปร่งแสงไปตลอดความยาวของเส้นใยย่อย ดังนั้นเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงมองเห็นกล้ามเนื้อมีลักษณะเป็นลาย (ภาพที่ 2.5)

เส้นใยย่อย (myofibril) ที่ยึดหดได้เรียงตัวขนานกัน ภายในเส้นใยย่อยจะประกอบด้วย แถบโปร่งแสง (I band ย่อจาก Isotropic band) สลับกับ แถบทึบแสง (A band ย่อจาก Anisotropic band) ไปตามความยาวของเส้นใยย่อย โดยที่แถบทึบแสงจะมีเส้นบริเวณเล็กผกกลาง เรียกว่า H zone แถบโปร่งแสงจะมีเส้น Z line ผกกลาง ช่วงระหว่าง Z line จะเป็นหน่วยย่อยที่ยึดและหดตัวได้ เรียกว่า Sarcomere ภายในแต่ละ Sarcomere ประกอบด้วยเส้นใยโปรตีนเล็ก ๆ สองขนาดวางเรียงซ้อนกันอยู่ เส้นใยเส้นหนาเรียกว่า โปรตีน myosin ซึ่งเกี่ยวข้องกับการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อ และ เส้นใยเล็กบาง เรียกว่า โปรตีน actin ซึ่งเป็นส่วนของไซโทพลาสซึมในเซลล์ (ภาพที่ 2.5-2.6) การยึดหดของ Sarcomere เกิดจากการเลื่อนเข้าออกจากกันของเส้นใยฝอย actin และ myosin มีสาร adenosine triphosphate (ATP) เป็นแหล่งพลังงาน ส่งผลให้สัตว์เคลื่อนไหวได้ (สุเมธ ตันตระเชียร, 2544; นุกูล อินทกุล, 2549)



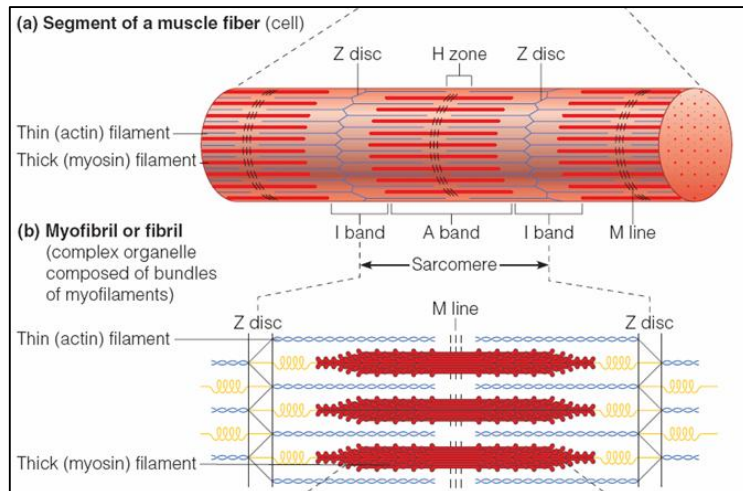
จาก. Seeley, Stephens, and Tate (2008)

ภาพที่ 2.4 โครงสร้างของมัดกล้ามเนื้อ (muscle bundle)



จาก. Seeley et al. (2008)

ภาพที่ 2.5 โครงสร้างเส้นใยกล้ามเนื้อและเส้นใยย่อย



จาก. Seeley et al. (2008)

ภาพที่ 2.6 ส่วนประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber)

เมื่อสัตว์ย่อยอาหารโดยเปลี่ยนโภชนาต่าง ๆ เช่น แป้ง โปรตีน และไขมัน เป็น น้ำตาล กลูโคส และถูกนำไปใช้ดูดซึม ไปสะสมอยู่ในตับและกล้ามเนื้อ ในรูปของ glycogen ซึ่งเป็นน้ำตาล สายยาว (polysaccharide) การยืดหดตัวของกล้ามเนื้อต้องใช้ ATP ปริมาณมากที่กล้ามเนื้อ เมื่อสัตว์ มีชีวิตร่างกายจะต้องเผาผลาญอาหารแบบใช้ออกซิเจน (aerobic metabolism) โดยที่ glycogen จะถูก เปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ส่วนที่เป็นพลังงานจะถูกใช้สร้าง ATP

ATP เป็นสารประกอบที่มีอยู่ทุกเซลล์ในร่างกาย ที่จำเป็นในกระบวนการเผาผลาญอาหาร (metabolism) ในสิ่งมีชีวิต สาร ATP เป็นแหล่งเก็บพลังงาน เป็นผลผลิตจากกระบวนการแตกตัวของไฮโดรเจน หรือ hydrolysis ของกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) กระบวนการ hydrolysis เป็นการ ทำให้มีการแตกตัวของสารประกอบโดยการเติมน้ำ ( $H_2O$ ) โดยที่ กลุ่มไฮดรอกซิล (hydroxyl group หรือ OH) จะเข้าไปอยู่กับส่วนที่แยกออกมาส่วนหนึ่ง และอะตอมไฮโดรเจน (H) จะไปอยู่กับ อีก ส่วนหนึ่ง

#### 2.4.2 โปรตีนในกล้ามเนื้อ

โปรตีนเป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะส่วนกล้ามเนื้อโครงร่างซึ่งมี โปรตีนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 16–22 โปรตีนในเนื้อสัตว์ อาจแบ่งได้ตามแหล่งที่มาและ

ความสามารถในการละลายได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้ (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2544; นิธิยา รัตนพานนท์, 2545)

#### 2.4.2.1 โปรตีนไมโอไฟบริล (myofibrillar protein)

เป็นโปรตีนที่พบมากที่สุด ประมาณร้อยละ 55 ของโปรตีนทั้งหมด ทำหน้าที่เกี่ยวกับการยึดหดตัวของกล้ามเนื้อ เนื่องจากโปรตีนไมโอไฟบริลเป็นส่วนประกอบของเส้นใยย่อย จึงอาจเรียกว่า โปรตีนเส้นใยย่อย โดยสามารถละลายได้ในสารละลายเกลือ เช่น KCl โปรตีนในกลุ่มนี้ได้แก่ myosin, actin, actomyosin, tropomyosin, troponin และ actinin เป็นต้น

#### 2.4.2.2 โปรตีนซาร์โคพลาสมิก (sarcoplasmic protein)

เป็นโปรตีนที่ไม่ได้เป็นองค์ประกอบของเส้นใยย่อย แต่จะห่อหุ้มรอบเส้นใยย่อย ซึ่งจะละลายอยู่ในส่วนของ sarcoplasm จึงเรียกว่า โปรตีนซาร์โคพลาสมิก โดยมีประมาณร้อยละ 30 ของปริมาณโปรตีนทั้งหมด เป็นโปรตีนที่มีคุณสมบัติจะละลายได้ในน้ำและสารละลายน้ำเกลืออ่อน ๆ (ionic strength 0.06) โปรตีนในกลุ่มนี้ได้แก่ เอนไซม์ชนิดต่าง ๆ เช่น phosphorylase และ เม็ดสีในเนื้อ เช่น myoglobin และ hemoglobin เป็นต้น

#### 2.4.2.3 โปรตีนสโตรมา (stroma protein)

เป็นโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน บางครั้งอาจเรียกว่า โปรตีนจากเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue protein) โปรตีนกลุ่มนี้มีประมาณร้อยละ 15 ของโปรตีนทั้งหมด โปรตีนในกลุ่มนี้ได้แก่ collagen elastin และ reticulin เป็นต้น โปรตีนเหล่านี้มีคุณสมบัติคือไม่ละลายในสารละลายใด ๆ แต่อาจละลายได้บ้างในสารละลายเข้มข้นของกรดและเบส

นอกจากนี้ในกล้ามเนื้อยังประกอบด้วย กลุ่มสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogenous compounds, NPN) ปริมาณ Nitrogen ที่พบในอาหาร ส่วนหนึ่งจะไม่ถือว่าเป็นโปรตีน เนื่องจากว่า มันไม่ได้เป็นส่วนประกอบในโมเลกุลของโปรตีน ซึ่งสารประกอบไนโตรเจนพวกนี้รวมถึงกรดอะมิโนอิสระ (Free amino acids) ที่ไม่ได้ต่อกันด้วย Peptide bond และนอกจากนี้ NPN ที่พบโดยทั่วไป ได้แก่ Nitrate, Urea, Uric acids, Amide, Purine, Pyrimidine และ Ammonia มากกว่าร้อยละ 50 ของ NPN ที่พบในอาหาร มักจะเป็นกรดอะมิโนอิสระ (Free amino acid) ซึ่งมักจะเป็น Glutamic acid, Aspartic acid, Alanine, Serine, Glycine และ Proline นอกจากนี้ NPN ยังได้แก่ Nitrogenous lipid, Glucoside nitrate และ Alkaloids

## 2.5 การใช้พืชสมุนไพรในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อสัตว์ทดลอง

ได้มีการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับการนำพืชสมุนไพรมาใช้ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ โดยได้มีการศึกษาผลต่อกล้ามเนื้อโดยตรง และ การศึกษาผลต่อน้ำหนักตัว และน้ำหนักซากอวัยวะของสัตว์เศรษฐกิจต่าง ๆ ที่มีการเลี้ยงเพื่อมุ่งเสริมสร้างกล้ามเนื้อ โดยที่การใช้พืชสมุนไพรนั้น มักนำมาผสมอาหาร ซึ่งอาศัยสรรพคุณทางยาต่าง ๆ ของสมุนไพรนั้น ๆ ที่สามารถชักนำให้สัตว์ทดลองมีปริมาณกล้ามเนื้อ น้ำหนักตัว หรือน้ำหนักซากอวัยวะเพิ่มมากขึ้นได้ สามารถสรุปได้ดังนี้

งานวิจัยของสมโภชน์ ทับเจริญ, ยุทธนา สมิตะสิริ, สุเจตน์ ชื่นชม, หลอด แปรงกระโทก, และเสาวลักษณ์ ผ่องลำเจียก (2541) พบว่า เมื่อนำผงกวาวเครือขาวผสมในอาหารเลี้ยงสุกรสามารถชักนำให้สุกรมีการเจริญเติบโตและมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการคือ คุณภาพซากดี ไชมันสันหลังบาง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงมาก เนื่องจากการใช้กวาวเครือขาวที่เหมาะสมให้สารออกฤทธิ์คล้ายกับฮอร์โมนเอสโตรเจน ที่ช่วยในการสะสมโปรตีนในร่างกายมากขึ้น พิษณุภัทรโรจน์พงษ์ และ วาที คงบรรทัด (2542) ได้รายงานว่าการป้อนกวาวเครือขาวในไก่ลูกผสมสามสายพันธุ์เพศผู้ สามารถชักนำให้ไก่ที่ได้รับกวาวเครือมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับสมโภชน์ ทับเจริญ และคณะ (2549) พบว่า การใช้กวาวเครือขาว ผสมในอาหารไก่ลูกผสมพื้นเมือง (ไก่ตะนาวศรี) ตั้งแต่อายุ 1 - 18 สัปดาห์ ทำให้ไก่เพศผู้มีน้ำหนักเนื้อหน้าอกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) งานวิจัยของ สมโภชน์ ทับเจริญ, วาณี ชัยวัฒน์สิน, เกรียงศักดิ์ สะอาดรักษ์, หนูจันทร์ มาตา (2546) ยังได้พบว่า การใช้กวาวเครือขาวผสมในอาหารกระต่าย สามารถชักนำให้กระต่ายมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น และนอกจากนี้ รุ่งกานต์ กล้าหาญ, อรพินท์ จินตสถาพร, ประทักย์ ตาบทพิยัวรรณ, ส่งศรี มหาสวัสดิ์, และศรีน้อย ชุ่มคำ (2547) พบว่า การใช้หัวกวาวเครือขาวผสมในอาหารปลานิล ระดับ 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถชักนำให้ปลานิลมีอัตราการเจริญเติบโต สูงกว่าปลากลุ่มควบคุม และมีค่าเปอร์เซ็นต์เนื้อส่วนที่บริโภคได้ สูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงว่า มีการสะสมกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้น

เอกรัตน์ อยู่ยั้งยืน (2545) พบว่า การเสริมฟื้ทะเลลายโจรในอาหารไก่กระต่าย สามารถชักนำให้ไก่กระต่าย มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) โดยพิจารณาจากน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อวัน ทั้งนี้เนื่องจาก การเสริมฟื้ทะเลลายโจรนั้น เป็นการเสริมยาอีกชนิดหนึ่งในอาหารซึ่งมีผลทำให้เกิดการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน และช่วยยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียในร่างกายไก่อีก นอกจากนี้ ยังกระตุ้นให้เกิดการย่อย และการดูดซึมของคาร์โบไฮเดรตในลำไส้ดีขึ้น จึงทำให้อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการกินอาหารของไก่ที่ได้รับฟื้ทะเลลายโจรดีกว่าไก่ที่ได้รับอาหารปกติ แต่การศึกษาสมุนไพรฟื้ทะเลลายโจรส่วนใหญ่เน้นได้มุ่งเน้นฤทธิ์ในการควบคุมโรคและเสริม

สุขภาพที่ดีของสัตว์ทดลอง ที่เนื่องมาจากสรรพคุณของสมุนไพร จึงกล่าวได้ว่า ไม่ได้ใช้ สมุนไพร ฟ้าทะลายโจรเพื่อการเสริมสร้างกล้ามเนื้อหรือน้ำหนักตัวของสัตว์ทดลองโดยตรง

ปณิธิ มีพลัง และ สัมฤทธิ์ นวมนิม (2546) พบว่าการเสริมมะนาวผงในอาหารสุกรหย่านม และสุกรรุ่น มีผลชักนำให้น้ำหนักตัวสุกรเพิ่มสูงขึ้น ประสิทธิภาพการใช้อาหารดีขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตดีขึ้น เนื่องจาก มะนาวมีกรดอินทรีย์ธรรมชาติ ได้แก่ กรดซิตริก ซึ่งช่วยในระบบย่อยอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ช่วยเพิ่มความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร ช่วยให้การย่อยโปรตีนดีขึ้น และยังช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในทางเดินอาหาร

วิวัฒน์ วรามิตร (2546) พบว่า การเสริมข่าผงในอาหารไก่เนื้อ มีผลชักนำให้ไก่เนื้อมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัว และเปอร์เซ็นต์ซากสูงขึ้น โดยมีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของเนื้ออกและเนื้อขาเพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจาก ข่าสามารถกระตุ้นการหลั่งน้ำดีในระบบทางเดินอาหาร และกระตุ้นการบีบตัวของลำไส้เล็ก ช่วยให้การย่อยและการดูดซึมอาหารมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แต่มักไม่นิยม นำมาใช้ในการเลี้ยง เนื่องจากต้นทุนสูง

พัชรีนาฏ สุวานิช (2546) พบว่า การใช้ใบบัวบกในอาหารเลี้ยงไก่กระทง สามารถชักนำให้ไก่กระทง มีน้ำหนักตัวและเปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้ออกมากขึ้น เนื่องจากสารในบัวบก ที่มีสรรพคุณลดไข้ ลดการอักเสบ ลดอาการแพ้ ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและรา รวมทั้งกระตุ้นให้ร่างกายสร้างภูมิคุ้มกันต้านทาน ช่วยย่อยอาหาร และนอกจากนี้การทดลองของ สุขฤดี ดิบุคคำ (2548) ยังพบว่า การเสริมผงใบบัวบกในอาหารลูกปลาดุกบักอูย สามารถชักนำให้ปลาดุกมีน้ำหนักและขนาดลำตัวใหญ่กว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ )

กานดา เกตุมณี และ ณภัทร จันทวี (2547) พบว่า การเสริมสมุนไพรบอระเพ็ด ในอาหารเลี้ยงไก่กระทง สามารถชักนำให้ไก่กระทง มีการเพิ่มของน้ำหนักตัวขณะมีชีวิต น้ำหนักซากหลังถอนขน น้ำหนักหลังเอาเครื่องในออก และน้ำหนักเนื้อหน้าอก ที่มากขึ้น เนื่องจากสารในบอระเพ็ด ที่มีสรรพคุณเป็นยาช่วยในการเจริญอาหาร ยับยั้งการย่อย ยาล้างลำไส้ ยาถ่ายพยาธิ และเป็นยาลดไข้ นอกจากนี้ จิโรจน์ พิระเกียรติขจร และ สมรภัฏ รอดเจริญ (2546) พบว่า บอระเพ็ดสามารถชักนำให้กิ้งกูดดำ มีน้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้นได้

ประจวบ สร้างย่านาง (2547) ได้พบว่า การเสริมผงกล้วยน้ำว้าดิบ ในอาหารเลี้ยงไก่เนื้อ สามารถชักนำให้ไก่เนื้อ มีน้ำหนักตัวมากขึ้น เนื่องจากสารในกล้วยน้ำว้า มีสรรพคุณ แก้กท้องเสีย ป้องกันและรักษาโรคกระเพาะอาหาร แก้กโรคบิด เป็นยาอายุวัฒนะ นอกจากนี้ ยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อรา และเชื้อแบคทีเรียที่ก่อโรคหลายชนิด และยังมีรายงาน ว่า สาร tannin ในผลกล้วยน้ำว้าดิบ สามารถป้องกันและรักษาโรคกระเพาะได้ โดย Best, Lewis, and Nasser (1984) พบว่า กล้วยดิบผงมีฤทธิ์รักษาแผลในกระเพาะอาหารหนูขาวซึ่งเกิดจากการให้แอสไพริน (aspirin)

อังศุมาลี แก้วดิเรก (2549) พบว่า การเสริมสารสกัดหยาบจากพริกในอาหารไก่เนื้อ ชักนำให้ไก่เนื้อ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน สูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีปริมาณการกินอาหารที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) และยังพบว่าสารสกัดหยาบจากพริกมีผลในการกระตุ้นการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกันโรคนิวคาสเซิลของไก่เนื้อ โดยมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมสารปฏิชีวนะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.01$ ) เนื่องจาก พริกเป็นพืชอาหารที่มีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญคือ สาร capsaicin ที่มีฤทธิ์ในการกระตุ้นการกินอาหาร เพิ่มการย่อยอาหาร และยังแก้ท้องเสีย ขับขี้การเจริญของจุลินทรีย์ และต้านอนุมูลอิสระ ต่อมาจึงมีการใช้พริกในการเลี้ยงสัตว์เพื่อเสริมสุขภาพที่ดีของสัตว์เลี้ยง

ศศิรา คุปพิทยานันท์ (2549) พบว่า การเสริมผงกระเทียมร้อยละ 6-10 ในอาหารของไก่เนื้อ สามารถชักนำให้ไก่เนื้อเพศผู้ มีน้ำหนักตัวมากขึ้น โดยมีแนวโน้มว่าสามารถชักนำให้จำนวนเซลล์กล้ามเนื้อในมัดกล้ามเนื้อมีปริมาณมากขึ้น ทำให้มีปริมาณกล้ามเนื้อเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสาร Allicin ที่มีอยู่ในกระเทียมชักนำให้ปริมาณเนื้อเพิ่มมากขึ้น (อุไร แสนคุณท้าว, 2545) และ Oi et al. (2001) ยังได้รายงานไว้ว่า ผงกระเทียมสามารถชักนำให้หนูขาวมีระดับฮอร์โมนเพศเทสโทสเตอโรน (Testosterone) ในอวัยวะสูงขึ้น

นพอร์ ปลายวัฒน์วิไชย (2550) พบว่า การเสริมผงขมิ้นชัน ในอาหารเลี้ยงไก่เนื้อ สามารถชักนำให้ไก่เนื้อ มีน้ำหนักตัวมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากสาร Curcuminoid ในขมิ้นชัน มีผลในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ เพิ่มการหลั่งน้ำดี ทำให้ย่อยอาหารได้ดีขึ้น ช่วยลดคอเลสเตอรอลในเลือด แล้วยังเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ช่วยลดความเครียดและกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกาย นอกจากนี้ สมโภชน์ ทับเจริญ และคณะ (2550) ยังได้พบว่า การเสริมกากขมิ้นชันในอาหารเลี้ยงสุกร สามารถชักนำให้สุกรมีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักตัวมากขึ้น โดยสามารถชักนำให้เนื้อสุกรมีลักษณะที่พึงประสงค์ ซึ่งส่งผลทำให้เกษตรกรมีกำไรมากกว่าสุกรกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ )

สว่าง กุลวงษ์ (2551) ได้พบว่า การเสริมเมล็ดงาคั่วในอาหารไก่เนื้อ มีผลชักนำให้ไก่เนื้อ มีปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักตัว น้ำหนักเนื้ออกและเนื้อขาสูงขึ้น เนื่องจากน้ำมันในเมล็ดงาคั่ว มีสัดส่วนของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวในปริมาณมาก และมีกรดลิโนเลอิก ที่มีบทบาทสำคัญ คือ กระตุ้นการทำงานของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ช่วยทำให้ซากมีคุณภาพดี ไขมันช่องท้องต่ำ

นอกจากนี้ยังมีรายงานเกี่ยวกับการใช้สารกลุ่มไอโซฟลาโวน (Isoflavone) ซึ่งเป็นสารที่พบในพืชหลายชนิดรวมทั้งในหัวถั่วเหลืองแดง ได้ถูกนำมาศึกษาผลต่อการเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อของสัตว์เศรษฐกิจต่าง ๆ เนื่องจากคุณสมบัติของสารกลุ่มไอโซฟลาโวนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเนื้อสัตว์ให้สูงขึ้นได้

มีรายงานว่า สุนัขที่ได้รับการฝึกหรือได้รับอาหารที่มีองค์ประกอบของสารที่ออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมน เอสโตรเจน เช่น สารกลุ่มไอโซฟลาโวน จะมีปริมาณไขมันในร่างกายลดลงและการสร้างกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Bidner, Merkel, & Miller, 1972) จากงานวิจัยของ Cook, Stahly, and Murphy (1998) ที่ศึกษาผลของไอโซฟลาโวนในอาหารถั่วเหลือง ต่อการเจริญเติบโตของสุนัหลังหย่านม พบว่า สารไอโซฟลาโวนสามารถชักนำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงขึ้น เปอร์เซ็นต์กล้ามเนื้อและอัตราการสร้างกล้ามเนื้อสูงขึ้น และยังสามารชักนำให้น้ำหนักเส้นใยกล้ามเนื้อแดง (triceps brachii, rectus femoris, infraspinatus และ psoas major) เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อเส้นใยกล้ามเนื้อขาว และ Payne, Bidner, Southern, and McMillin (2001) พบว่า การเสริมสารไอโซฟลาโวนในอาหารผสมข้าวโพดและกากถั่วเหลือง สามารถชักนำให้ไก่กระทงมีน้ำหนักกล้ามเนื้อหน้าอกเพิ่มมากขึ้น ( $P < 0.04$ )

กลไกในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อของกวางเครือแดง คาดว่ามีความเกี่ยวข้องกับสาร Nitric oxide (NO) โดยปกติในร่างกายจะมีสาร NO ซึ่งเป็น Neurotransmitter สาร NO นี้ จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ guanylate cyclase ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนสาร guanosine triphosphate (GTP) ไปเป็น cyclic guanosine monophosphate (cGMP) ที่มีผลชักนำให้เกิดการคลายตัวของกล้ามเนื้อเรียบ โดยเฉพาะที่ผนังของหลอดเลือด ช่วยให้ผ่อนคลาย ทำให้เลือดหมุนเวียนได้ดี สามารถส่งเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แต่ cGMP จะถูกทำลายด้วยเอนไซม์ cAMP-phosphodiesterase การคลายตัวของหลอดเลือดจึงเกิดขึ้นได้ไม่นาน (Ignarro, 1989) ซึ่งจากรายงานของโสภณ เรืองสำราญ และคณะ (2543) พบว่า สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ในกวางเครือแดง ที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cAMP-phosphodiesterase ได้อย่างแรง จึงส่งผลทำให้มีการไหลเวียนของเลือดได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Herrera, Zarzuelo, Jimenez, Marthuada, and Duarte (1996) ที่พบว่า สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ช่วยทำให้หลอดเลือดมีการขยายตัวได้เพิ่มขึ้น (Vasodilation) โดยมีผลไปยับยั้ง cyclic nucleotide phosphodiesterase การที่เลือดมีการไหลเวียนที่ดีนั้น จะช่วยทำให้กล้ามเนื้อได้รับออกซิเจน รวมทั้ง สารอาหารวิตามินต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อมีการเจริญเติบโตดีขึ้น ปัจจัยในการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลาย ที่สามารถชักนำให้กล้ามเนื้อมีการเจริญเติบโตดีขึ้นนั้น ประกอบไปด้วย NO ระดับการไหลเวียนของเลือด การเปลี่ยนแปลงรูปร่างเซลล์กล้ามเนื้อ การหายใจระดับเซลล์ และ ความสมดุลของกลูโคส เป็นต้น (Stamler & Meissner, 2001) นอกจากนี้ Cherdshewasart, Cheewasopit, and Picha (2004) ยังได้รายงานว่าสารประกอบฟลาโวนอยด์และฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ในกวางเครือแดง สามารถยับยั้งฤทธิ์ของฮอร์โมนเอสโตรเจน (anti-estrogen) หรือเรียกว่า phytoandrogen ซึ่งบทบาทของฮอร์โมนเพศชาย หรือ androgen นั้น มีผลกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน ส่งผลชักนำให้กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทั้ง

จำนวนและขนาดของเซลล์กล้ามเนื้อ (นทีทิพย์ กฤษณามระ, 2538) ในปัจจุบันพบว่า มีการนำสารในกลุ่ม trihydroxy methoxyflavone ซึ่งเป็นสารที่พบในหัวกวาวเครือแดง ใช้เป็นส่วนผสมในตัวยาเสริมสร้างกล้ามเนื้อ (Animalpak, 2010)

## 2.6 กบนา

### 2.6.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับกบนา

กบนา (*Rana tigerina*) จัดว่าเป็นกบพื้นเมืองของไทย เป็นกบชนิดหนึ่งที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย กบนาเป็นกบขนาดกลาง ค่อนข้างใหญ่ ตัวโตเต็มวัยมีความยาวลำตัว (วัดจากริมฝีปากถึงก้น) ประมาณ 90-180 มม. หรือ 5 นิ้ว น้ำหนักตัวประมาณ 100-350 กรัม หรือประมาณ 4 ตัวต่อกิโลกรัม หัวสั้นเป็นรูปทรงสามเหลี่ยม มีส่วนยาวเกือบเท่าส่วนกว้าง ขาหลังใหญ่ยาวเป็นเท่าครึ่งของความยาวลำตัวและเป็นสองเท่าของขาหน้า ขาหลังมีน้ำหนักคิดเป็น 5 เท่าของขาหน้า ลูกตากกลม ค่อนข้างโต และมีขนาดใหญ่กว่าวงหู (tympanum) เล็กน้อย สีผิวหนังด้านหลังมักมีสีเขียว หรือสีน้ำตาลเข้ม ประกอบด้วยจุดหรือแต้มดำทั่วไป จากหัวตลอดจนสุดปลายท้อง บางตัวจะเห็นลายเป็นแถบสีดำ 3-4 แถบพาดส่วนบนของโคนขาและหน้าแข้ง ผิวหนังด้านบนขรุขระมีรอยย่นเป็นเส้นอยู่ทั่วไป ผิวหนังท้องเรียบ มีสีขาวหรือขาวอมเหลือง โดยเฉพาะบริเวณเอว ริมฝีปากและใต้คางอาจมีจุดหรือลายริ้วตรงคอหอยอยู่ทั่วไป มีเส้นดำอยู่ตรงกึ่งกลาง (จากริมฝีปากถึงคอ) ขากรรไกรบน-ล่าง มีแถบสีขาว-ดำชัดเจน (มุสดี ปริยานนท์, กัมพล อิศรางกูร ณ อยุธยา, นงเยาว์ จันทร์พ่อง, ชีรพรรณ นุตประพันธ์, และวิโรจน์ ดาวฤกษ์, 2535; ทองยูน ทองคลองไทร, 2544)

สมพร คำพร (2551) กล่าวว่า กบนาจะพบมากตามหนองบึงและนาข้าว ลักษณะสีภายนอกลำตัวอาจมีความแตกต่างกันไปตามแหล่งที่อยู่ ที่พบได้ตามป่าใกล้บริเวณแหล่งน้ำจนกระทั่งบริเวณป่าชายเลน หรือพบได้ตามท้องนาในฤดูฝนโดยเฉพาะอย่างยิ่งจะชุกชุมมากในต้นฤดูฝน และช่วงฤดูแล้งหรือฤดูหนาวจะพบตามบริเวณที่มีน้ำขังห้วยหนองคลองบึงหรือป่าที่มีความชื้น เพื่อรักษาความชุ่มชื้นของผิวหนัง กบเป็นสัตว์เลือดเย็นมีการปรับอุณหภูมิภายในร่างกายให้เข้ากับสภาพแวดล้อม อาหารของกบนาได้แก่ ปูขนาดเล็ก แมลง หนอน และลูกปลานขนาดเล็ก เป็นต้น กบตามธรรมชาติจะสามารถสืบพันธุ์และเริ่มวางไข่ได้ โดยที่ตัวผู้มีอายุประมาณ 1 ปี และตัวเมียมีอายุประมาณ 2 ปี ลักษณะความแตกต่างภายนอกกบเพศผู้ จะมีถุงกล่องเสียง ที่ได้คางทั้งด้านซ้ายและขวา ใช้สำหรับร้องเรียกกบตัวเมียในฤดูผสมพันธุ์ ลำตัวมีสีเหลืองเข้ม บริเวณริมฝีปากล่างถึงใต้คาง โดยเฉพาะที่บริเวณขาด้านหน้า ที่นิ้วเท้าขาด้านหน้าจะมีนิ้วโป้งนูนออกมาเห็นได้ชัดเจนทั้งสองด้าน มีลักษณะหยาบ ใช้สำหรับเกาะหลังตัวเมียในการรัดไข่ออกมาผสมพันธุ์ กบเพศเมียจะไม่มีถุงกล่องเสียงและ

ตัวเมียที่มีไข่แก่ จะมองเห็นส่วนท้องนูนชัดเจนและท้องจะนูน ไม่กระฉับกระเฉง เมื่อรีดท้องเบา ๆ จะมีเมือกไข่ไหลออกมาบางส่วน และที่บริเวณด้านข้างลำตัว จะมีตุ่มสาก ๆ เพื่อให้กบตัวผู้สามารถเข้าเกาะได้แน่น (ทองย่น ทองคลองไทร, 2546)

## 2.6.2 วงจรชีวิตของกบนา

เริ่มจากไข่กบ ซึ่งมีลักษณะกลม ครึ่งด้านบนมีสีน้ำตาลเข้ม ที่เรียกว่า animal pole ส่วนครึ่งด้านล่างมีสีเหลืองจาง ที่เรียกว่า vegetal pole เมื่อได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วจะเห็นเป็นแถบสีเทา (grey crescent) อยู่ระหว่างครึ่งด้านบนกับครึ่งด้านล่าง จากนั้นไข่จะพัฒนาเปลี่ยนรูปร่างจากกลมเป็นรี แล้วค่อย ๆ เพิ่มความยาวขึ้นเรื่อย ๆ จนมองเห็นส่วนหัว ลำตัว และหางอย่างชัดเจน ภายในเวลา 18-20 ชั่วโมง ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ที่อุณหภูมิ 36-38 องศาเซลเซียส และน้ำ มีค่า pH ประมาณ 6.0-6.5 ลูกอ๊อดที่พัฒนาจากตัวอ่อนใหม่ ๆ มีลำตัวแบน ยาวประมาณ 3-4 มม. มักเกาะนิ่งพักอยู่บนราก กิ่งก้าน และใบของไม้ น้ำ ได้รับอาหารจากถุงอาหาร เมื่อถุงอาหารยุบหมด ภายในเวลา 2-3 วัน จึงเริ่มกินอาหารจำพวกตะไคร่น้ำ หรือใบไม้ น้ำ ลูกอ๊อดที่มีอายุประมาณ 6-7 วัน จะมีความยาวลำตัว 6-5 มม. เมื่อลูกอ๊อดกินอาหารได้มากขึ้น การเติบโตก็จะเพิ่มขึ้นตามลำดับ และในขณะเดียวกันจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ตามไปด้วย เมื่อลูกอ๊อดมีอายุได้ 20 วัน ขาหลังจะงอกออกมาก่อน ต่อจากนั้นขาหน้าจึงจะงอกตามมา หางจะหดหายไปหมดภายในเวลา 7-13 วัน หลังจากขาหลังเริ่มงอกออกมาแล้ว ตัวอ่อนกบช่วงนี้เรียกว่า ตัวสำเร็จ ระยะเวลาของการพัฒนาจากไข่ที่ได้รับการผสม จนกระทั่งเป็นตัวสำเร็จ ใช้เวลาทั้งสิ้นประมาณ 28-36 วัน (มุสดี ปริยานนท์ และคณะ, 2535; สุภาพร อารีกิจ, 2540)

## 2.6.3 การเลี้ยงกบนา

โดยทั่วไปนั้นสามารถแบ่งการเลี้ยงได้เป็น 2 แบบ คือ (มุสดี ปริยานนท์ และคณะ, 2535)

2.6.3.1 การเลี้ยงแบบไม่ครบวงจร เป็นการเลี้ยงโดยนำลูกกบที่มีอายุประมาณ 1 เดือน หรือลูกอ๊อดที่มี 2 ขา มาปล่อยในบ่อ ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 4-5 เดือน จึงจับมาขาย

2.6.3.2 การเลี้ยงแบบครบวงจร คือ การเลี้ยงและการขยายพันธุ์กบนา เพื่อนำไปเลี้ยงเป็นกบขุน หรือ อาจทำการเพาะลูกกบไว้ขาย ให้แก่เกษตรกรที่ไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยตนเอง ในการเลี้ยงแบบนี้จะต้องมีการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ไว้สำหรับผสมพันธุ์

การเพาะพันธุ์กบ สามารถทำได้โดยการนำเอาพ่อพันธุ์แม่พันธุ์กบที่มีลักษณะดี มาผสมกันในบ่อผสมพันธุ์ และนำไข่ที่ได้ มาฟักในบ่อเพาะฟัก เพื่อให้ได้ลูกกบ แล้วนำเอาลูกกบไปอนุบาลต่อไปในภายหลัง (มุสดี ปริยานนท์ และคณะ, 2535) การเลี้ยงกบ สามารถเลี้ยงได้ทั้งในบ่อดินหรือบ่อซีเมนต์ ที่คำนึงถึงการดำรงชีวิตของกบในธรรมชาติ ซึ่งได้จัดสภาพให้คล้ายคลึงกับธรรมชาติ

ให้มากที่สุด (ทองย่น ทองคลองไทร, 2546) ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลี้ยงกบนาแบบไม่ครบวงจรโดยเลี้ยงกบนาที่มีอายุประมาณ 1 เดือน ซึ่งเป็นกบที่ยังเจริญไม่เต็มที่ และอยู่ในช่วงก่อนที่จะนำกบมาขายได้ โดยการนำกวาวเครือแดงผสมลงไปในการอาหารเลี้ยงกบนา

**การเลือกพ่อแม่พันธุ์กบนา** พ่อแม่พันธุ์กบนาที่ดีควรมีอายุไม่ต่ำกว่า 1 ปี มีน้ำหนักระหว่าง 200-300 กรัม กบนาเพศผู้ที่มีความพร้อม จะสังเกตเห็นรอยย่นของถุงเสียง (vocal sac) ที่ใช้ในการส่งเสียงร้องเรียกตัวเมีย จะมีลักษณะสีเทาคล้ายที่ได้คางอย่างชัดเจนทั้ง 2 ข้าง และที่บริเวณด้านในของนิ้วหัวแม่มือของเพศผู้ทั้งสองข้าง จะพบแถบหนาสีน้ำตาลมีลักษณะเป็นปุ่มหยาบ ปุ่มนี้จะช่วยให้การยึดเกาะที่บริเวณเอวของตัวเมียให้แน่นขึ้น และจะหายไปเมื่อหมดฤดูผสมพันธุ์ ส่วนกบนาเพศเมียที่มีความพร้อม สังเกตได้จากที่บริเวณเอวมีลักษณะพองโต ท้องอูมและมีผิวหนังสดใส เมื่อพลิกด้านท้องขึ้น อาจเห็นเส้นเลือดใต้ผิวหนังชัดเจน ในบางตัวที่มีรังไข่แก่จัดอาจสังเกตเห็นเม็ดไข่สีดำและที่ด้านข้างลำตัวทั้งสองข้าง เมื่อใช้มือลูบจะมีลักษณะสาก เพราะมีปุ่มเล็ก ๆ จำนวนมาก ยิ่งมีความสากมากเท่าใด ก็แสดงถึงความพร้อมของเพศเมียมากขึ้นเท่านั้น เพราะปุ่มเล็ก ๆ นี้ จะช่วยให้กบตัวผู้เกาะก้นได้ดีขึ้น (ทองย่น ทองคลองไทร, 2546; รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์, 2551)

**การผสมพันธุ์กบนา** อาจทำได้ 2 วิธี ได้แก่ (รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์, 2551)

วิธีการผสมพันธุ์โดยวิธีธรรมชาติ (The Natural breeding) โดยมีช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับวิธีนี้ จะอยู่ในช่วงของฤดูผสมพันธุ์ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนกันยายน วิธีการทำได้โดยการคัดพ่อแม่พันธุ์กบที่มีความพร้อมใส่ลงในบ่อที่เตรียมไว้ในอัตราส่วน 1 คู่ ต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร จากนั้นปล่อยทิ้งไว้ให้จับคู่และวางไข่ หลังจากที่ได้พบว่ากบไข่แล้ว ในเช้าของวันต่อมาให้จับพ่อแม่พันธุ์แม่พันธุ์ออก จากนั้นค่อยๆ เติมน้ำในบ่อให้สูงเป็น 10 ซม. อาจเพิ่มออกซิเจนด้วยการใช้เครื่องอัดอากาศ ทางที่ดีควรเติมน้ำและให้ออกซิเจน เมื่อสังเกตเห็นว่าไข่มีการพัฒนาเป็นลูกอ๊อดและมีการเคลื่อนไหวแล้ว มิฉะนั้นอาจจะเกิดการรบกวนทำให้ไข่ไม่เจริญเป็นตัว

วิธีการผสมพันธุ์โดยการฉีดฮอร์โมนกระตุ้น (The injection of GnRH analogue) ทำได้โดยจัดเตรียมพ่อแม่พันธุ์และบ่อขยายพันธุ์เช่นเดียวกับวิธีแรก จากนั้นใช้สารสังเคราะห์ ฉีดให้พ่อแม่พันธุ์กบ สารสังเคราะห์ที่ใช้เป็นสารออกฤทธิ์เช่นเดียวกับที่ใช้ในปลา ทำการฉีด 2 ครั้ง ที่ห่างกันไม่เกิน 6-8 ชั่วโมง โดยฉีดในปริมาณ 2.5-3.0 ไมโครกรัม ค่อน้ำหนักตัว 1 กก. สารนี้จะกระตุ้นให้แม่พันธุ์ตกไข่ และพ่อพันธุ์หลั่งน้ำเชื้อ วิธีฉีด ถ้าฉีดเข้าช่องท้อง (Intraperitoneum) ต้องละลายในน้ำเกลือ 0.75 % ซึ่งให้ผลเร็วกว่าและดีกว่าการฉีดเข้าใต้ผิวหนัง และฉีดบริเวณแอ่งส่วนบนท้ายของลำตัวกบใต้กระดูกสันหลัง (dorsal lymph sac) ซึ่งต้องละลายในกรดน้ำส้ม 0.1 % สำหรับการฉีดในครั้งที่ 2 จะใช้ปริมาณสารเป็น 2 เท่า ของปริมาณที่ฉีดในครั้งแรก เมื่อฉีดเสร็จ จึงปล่อยพ่อแม่พันธุ์ลงบ่อเพื่อให้จับคู่ผสมพันธุ์ จากนั้นติดตามการวางไข่เช่นเดียวกับวิธีการแรก

**การอนุบาลลูกอ๊อดและลูกกบเล็ก** ไข่กบนาที่ลูกผสม จะฟักเป็นตัวภายใน 28-45 ชม. ระยะ 2-3 วันแรกหลังจากที่เป็นลูกอ๊อด ไม่ต้องให้อาหาร เพราะลูกอ๊อดยังมีถุงไข่แดงที่ติดมากับท้องเป็น แหล่งอาหาร จะเริ่มให้อาหารลูกอ๊อดครั้งแรกเมื่ออายุได้ 3 วัน โดยให้อาหารสำเร็จรูปชนิดผงที่ใช้ เลี้ยงลูกปลาคุกอ่อนหรือไข่ตุ๋น ในกรณีที่มิลูกอ๊อดเป็นจำนวนมาก อาจเสริมการให้อาหารด้วยการ ให้อั๊กกาดลวกน้ำร้อนถึงสุก ปลาต้มสุก รำละเอียด เศษเนื้อปลาบดผสมรำ หรือเศษเครื่องในสัตว์บด ผสมรำละเอียด ร่วมด้วย เมื่อลูกอ๊อดโตขึ้น อาจให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ด สำหรับใช้เลี้ยงลูกกบ ไรย์ให้กิน การให้อาหาร ควรให้ครั้งละน้อย และวางทิ้งไว้ตลอดเวลา เพราะลูกอ๊อดจะกินอาหาร ตลอดวัน (สมพร คำพร, 2551; รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์, 2551)

**การอนุบาลลูกกบ** การฝึกให้ลูกกบให้กินอาหารควรจะทำในบ่อซีเมนต์โดยเริ่มฝึกให้ลูกกบ กินอาหารตั้งแต่วัยที่ลูกอ๊อดหางหดหมด มีขา 4 ขาเจริญครบสมบูรณ์ เรียก ระยะเริ่มขึ้นกระดาน โดยให้อาหารสำเร็จรูปชนิดเม็ดเล็กพิเศษ ที่ใช้เลี้ยงกบหรือเลี้ยงปลาคุกเล็ก หรือ ปลาสด บดละเอียด ผสมรำที่เกษตรกรผลิตขึ้นเอง 3 - 5 % ค่อน้ำหนักตัว 1 กก. มีโปรตีนไม่ต่ำกว่าร้อยละ 30-35 วิธีฝึก ให้ลูกกบกินอาหารทำได้หลายวิธี เช่น ใส่อาหารในภาชนะ หรือ บนจาน แล้ววางปริม่น้ำ หรือ ไรย์ อาหารเม็ดลงในน้ำ ถ้าไรย์อาหารลงในน้ำ ต้องไรย์ในบริเวณที่ลูกกบสามารถนั่งได้และหัวไม่จมน้ำ (สมพร คำพร, 2551; รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์, 2551)

**การเจริญเติบโต** กบนาที่มีการเจริญเติบโตจากลูกอ๊อดไปเป็นลูกกบ โดยเฉลี่ยแล้ว จะใช้เวลา ประมาณ 28 - 45 วัน อย่างไรก็ตาม ในการเลี้ยงถ้าบังคับให้ลูกอ๊อดเจริญไปเป็นลูกกบเร็วกว่าปกติ อาจมีผลทำให้ได้ลูกกบมีขนาดเล็ก ซึ่งจะฝึกให้กินอาหารยากขึ้น ทำให้อัตราการรอดต่ำลง ดังนั้น ไม่ควรเร่งให้ลูกอ๊อดเจริญเป็นลูกกบเร็วกว่าอัตราการเจริญเติบโตตามปกติ การเจริญจากลูกกบไป เป็นกบเนื้อใช้เวลา 3-5 เดือน กบเนื้อที่มีอายุประมาณ 4-5 เดือนจะมียาวของลำตัวประมาณ 4 นิ้ว มี น้ำหนักตัว อยู่ระหว่าง 200-300 กรัม (ขึ้นอยู่กับเพศ) กบนาที่พบว่ามีขนาดใหญ่ในระยะนี้มักจะเป็น เพศเมีย ส่วนที่มีขนาดเล็กจะเป็นเพศผู้ สำหรับการเจริญเติบโตของพ่อแม่พันธุ์ มักใช้เวลา 12 เดือน ทั้งนี้การเจริญเติบโตของกบ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างในด้านการจัดการ เช่น อาหารที่ใช้เลี้ยง การ ถ่ายเห่น้ำ คุณภาพน้ำในบริเวณที่ใช้เลี้ยง อุณหภูมิของน้ำ ความหนาแน่นที่ปล่อย และการคัดขนาด เป็นต้น (ทองย่น ทองคลองไทร, 2546; รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์, 2551)

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.7.1 งานวิจัยเกี่ยวกับการเลี้ยงกบนา

เกศราภรณ์ ทองคลองไทร และคณะ (2544) ได้เลี้ยงกบนา โดยให้กาวเครือขาวผสมในอาหารผงสำเร็จรูป ในระดับความเข้มข้นต่างกัน 10 ระดับ ได้แก่ 0 5 10 20 40 60 80 100 200 และ 300 กรัม/กก.อาหาร โดยเริ่มเลี้ยงจากลูกอ๊อด ที่มีอายุ 4 วัน ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 36 วัน พบว่า กาวเครือขาวระดับ 200 กรัม/กก.อาหาร สามารถชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเพศกบเป็นเพศเมีย ได้มากกว่าเพศผู้ถึง 6 เท่า และที่ระดับ 60, 80 และ 100 กรัม/กก.อาหาร ชักนำให้เปลี่ยนแปลงเป็นเพศเมียมากเป็นสองเท่าของกบเพศผู้ ส่วนที่ระดับอื่น ๆ รวมทั้ง กลุ่มควบคุม มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1 : 1 ที่ระดับ 10, 20 และ 40 กรัม/กก.อาหาร กบมีอัตราการรอดตายสูงกว่ากลุ่มควบคุม ที่ระดับตั้งแต่ 80 กรัม/กก.อาหาร ขึ้นไป มีผลต่อการทำให้ ลูกอ๊อดกลายเป็นลูกกบ อย่างสมบูรณ์ ได้มากกว่า ร้อยละ 90 ภายในอายุ 30 วัน แต่กาวเครือขาวทุกระดับความเข้มข้นไม่มีผลต่อน้ำหนักตัว ขนาดความยาวลำตัว ขนาดความยาวทั้งหมด และอัตราการแลกเนื้อ

ปรีชา สุวรรณ และคณะ (2547) ได้ทำการเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ด้วยกาวเครือขาวขนาด 1 และ 2 กรัม/กก.อาหาร โดยเริ่มเลี้ยงจากลูกอ๊อด ที่มีอายุ 4 วัน ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 33 วัน พบว่า กลุ่มที่ได้รับกาวเครือขาว ในขนาด 1 และ 2 กรัม/กก.อาหาร มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยพบว่ากบในกลุ่มควบคุม ตัวผู้และตัวเมียมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 170 และ 376 กรัม ตามลำดับ กลุ่มที่ได้รับกาวเครือขาว 1 กรัม/กก.อาหาร กบตัวผู้มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 216 กรัม ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม 46 กรัม และกบตัวเมียมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 414 กรัม มากกว่ากลุ่มควบคุม 38 กรัม และกบในกลุ่มที่ได้รับกาวเครือขาว 2 กรัม/กก.อาหาร กบตัวผู้มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 242 กรัม ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม 72 กรัม และตัวเมียน้ำหนักตัวเฉลี่ย 420 กรัม ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม 44 กรัม

อนุวัติ อุปนันไชย, สุพัตร ศรีพัฒน์, และพัชรี สิงห์สม (2548) ได้การทดลองเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ด้วยอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน โดยได้แบ่งการทดลองเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ช่วงอายุการเลี้ยงที่ 1 อายุ 50-80 วัน เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 25, 50, 75, 100 และ 125 ตัว/ตารางเมตร ช่วงอายุการเลี้ยงที่ 2 อายุ 80-110 วัน เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 15, 30, 45, 60 และ 75 ตัว/ตารางเมตร และช่วงอายุการเลี้ยงที่ 3 อายุ 110-140 วัน เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 10, 20, 30, 40 และ 50 ตัว/ตารางเมตร โดยเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ ขนาด 2 x 2 x 1.5 เมตร ผลการศึกษา ได้พิจารณาจากตัวแปรดังนี้ น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตาย พบว่า ช่วงอายุการเลี้ยงที่ 1 กบนาที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 25 ตัว/ตารางเมตร มีค่าของทุกตัวแปรที่ศึกษามากกว่าทุกกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .05 ช่วงอายุการเลี้ยงที่ 2 กบนาที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 15 ตัว/ตารางเมตร มีค่าของทุกตัวแปรที่ศึกษามากกว่าทุกกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และช่วงอายุการเลี้ยงที่ 3 พบว่า กบนาที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 10 ตัว/ตารางเมตร มีค่าของทุกตัวแปรที่ศึกษามากกว่าทุกกลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อพิจารณาจากต้นทุนของการผลิต พบว่า อัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในการเลี้ยงกบนาช่วงอายุการเลี้ยงที่ 1, 2 และ 3 คือ 100, 75 และ 50 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ

ปิยพงศ์ บางใบ (2550) ได้เลี้ยงกบนาในกระชังภายในบ่อดิน โดยใช้อาหารผสมสมุนไพรฟ้าทะลายโจร ปริมาณ 150 และ 250 มก./1 กก. อาหารปกติ โดยทำการเลี้ยงกบนาอายุ 2 เดือน เป็นเวลา 35 วัน ผลการศึกษาพบว่า อาหารผสมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรปริมาณ 150 และ 250 มก./1 กก. อาหารปกติมีผลทำให้น้ำหนักตัวของกบนาเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของกบนาในกลุ่มควบคุม และ กลุ่มที่ให้ฟ้าทะลายโจร 150 มก./กก.อาหาร มีค่าเท่ากันคือ 1.75 ส่วนกบนาในกลุ่มที่ให้ฟ้าทะลายโจร 250 มก./กก.อาหาร มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเท่ากับ 1.77 และยังได้พบว่า กบนาในกลุ่มที่ให้ฟ้าทะลายโจร 250 มก./กก.อาหาร ไม่พบอาการของการติดเชื้อของแบคทีเรีย ส่วนกบนาในกลุ่มที่ให้ฟ้าทะลายโจร 150 มก./กก.อาหาร และกลุ่มควบคุม พบอาการของการติดเชื้อของแบคทีเรีย 1 และ 2 ในกบนา 5 ตัว ตามลำดับ

### 2.7.2 งานวิจัยเกี่ยวกับผลของกวาวเครือแดงต่อสัตว์ทดลอง

สิทธิศักดิ์ ปิ่นมณฑลกุล (2544) ได้ทำการศึกษาผลของผงป่นแห้งและสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง โดยป้อนให้หนูขาวเพศผู้ ปริมาณ 0.25, 0.5 และ 5 มก./มล./ครั้ง/วัน เป็นเวลา 21 วัน และ 42 วัน ตามลำดับ ผลการศึกษาพบว่าที่ระยะ 21 วัน ผงป่นแห้งและสารสกัดกวาวเครือแดง 0.25 มก./มล./ครั้ง/วัน ทำให้น้ำหนักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ผงป่นแห้ง 0.5 และ 5 มก./มล./ครั้ง/วัน ทำให้น้ำหนักตัวของหนู และปริมาณอสุจิ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนสารสกัด Ethanol ขนาด 5 มก./มล./ครั้ง/วัน ที่ระยะ 21 วัน ทำให้น้ำหนักสัมพัทธ์ของ seminal vesicles ต่อมลูกหมากและความยาวขององคชาติเพิ่มขึ้น และยังพบว่า seminal fluids และ mucous ในต่อมลูกหมากมีปริมาณเพิ่มขึ้นด้วย แต่พบว่าน้ำหนักสัมพัทธ์ของอวัยวะลดลง และ ที่ระยะ 42 วัน น้ำหนักสัมพัทธ์ของ seminal vesicles และ ความยาวขององคชาติลดลง นอกจากนี้ ที่ระยะ 21 วัน และ 42 วัน ยังพบว่า การแสดงออกของพฤติกรรมและขนาดขององคชาติขณะเกิดการแข็งตัวเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

อธิพงษ์ มานะเสถียร (2544) ได้ทำการศึกษาผลของ ผงป่นแห้ง และ สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง ต่อหนูขาวเพศผู้ โดยพิจารณาลักษณะทางมหกายวิภาค และจุลกายวิภาคของ หัวใจ ตับ ไต และต่อมหมวกไต รวมทั้งสารเคมีในเลือด และค่าทางโลหิตวิทยา ผลการศึกษา พบว่า เมื่อ

ให้หนูขาวกินผงปนแห้ง และ สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง 50 มก./วัน เป็นเวลา 3 สัปดาห์ ทำให้ตับมีน้ำหนักสัมพัทธ์มากขึ้น และ เซลล์ตับมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่เมื่อให้สารจากกวาวเครือแดง ต่อไปเป็นเวลา 6 สัปดาห์ไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักสัมพัทธ์และขนาดเซลล์ตับ แต่พบว่า มีผล ทำให้จำนวนเม็ดเลือดขาวลดน้อยลงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนผลต่อตัวแปร ที่ศึกษาอื่น ๆ นั้น พบว่า ทั้งผงปนแห้ง และสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง ในขนาด 0.5 และ 50 มก./มล./วัน ไม่แสดงผลต่อค่าของ SGOT, SGPT, Urea และ Creatinine ที่จะบ่งบอกถึงความผิดปกติของหัวใจ ตับ และ ไต เมื่อให้สารในระยะ 3 และ 6 สัปดาห์ ยกเว้นในกลุ่มที่ได้รับสารสกัด กวาวเครือแดงขนาด 50 มก./มล./วัน ที่ให้เป็นเวลา 3 สัปดาห์ เท่านั้น ที่มีผลทำให้ตับทำงานมากขึ้น และค่าของ Cholesterol มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้น

ยุทธนา สมิตะศิริ และคณะ (2546) ได้ศึกษาพิษของผงปนแห้ง และสารสกัด Ethanol จาก กวาวเครือแดง ต่อหนูถีบจักรและหนูขาวเพศผู้ การศึกษาพิษเฉียบพลัน โดยทำการป้อนสารจาก กวาวเครือแดงขนาด 2000 มก./กก./ตัว/ครั้ง ทำการป้อนให้หนูถีบจักรเพียงครั้งเดียว แล้วสังเกตหนู ทุกวันเป็นเวลา 14 วัน ไม่พบอาการผิดปกติและไม่มีผลต่ออวัยวะต่าง ๆ การศึกษาพิษกึ่งเฉียบพลัน โดยป้อนสารจากกวาวเครือแดง ขนาด 2000 มก./กก./ตัว/วัน ป้อนให้หนูถีบจักรทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน ไม่พบอาการผิดปกติ และไม่มีผลต่ออวัยวะต่าง ๆ เช่นเดียวกัน การศึกษาพิษกึ่งเรื้อรัง โดย ป้อนสารจากกวาวเครือแดงขนาด 1, 10 และ 100 มก./กก./วัน ป้อนให้หนูขาวติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่ได้รับผงปนแห้งและสารสกัด ขนาด 10 และ 100 มก./กก./วัน มีน้ำหนัก ของอวัยวะมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และได้พบว่าสารสกัด ขนาด 10 และ 100 มก./กก./วัน มีผลต่อค่าความดันภายในแกนอวัยวะเพศ (ICP) ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ และสารสกัด ขนาด 1 และ 10 มก./กก./วัน มีผลทำให้จำนวนอสุจิใน Epididymis เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการศึกษาพิษกึ่งเรื้อรัง โดยป้อนสารจากกวาวเครือแดง ขนาด 1, 10 และ 100 มก./กก./วัน ป้อนให้หนูขาวติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 24 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับสารสกัด ขนาด 10 และ 100 มก./กก./วัน มีน้ำหนักของอวัยวะมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ มีผลต่อค่าความดันภายในแกนอวัยวะเพศ (ICP) ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสารสกัด ในขนาด 1 และ 10 มก./กก./วัน มีผลทำให้จำนวนอสุจิใน Epididymis เพิ่มขึ้น อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ และนอกจากนี้ ยังพบว่ากลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากกวาวเครือแดง มีเลือดมาคั่งที่ Penis อย่างเห็นได้ชัด และแสดงค่า ICP ที่สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ กลุ่มที่ได้รับยาไวอะกร้า

ชวลิต ศิริบุรณ (2549) ได้เลี้ยงไก่เนื้อพันธุ์ Arbor Acres ด้วยอาหารเสริมผงกวาวเครือแดง ที่ระดับร้อยละ 0.05 0.5 และ 5 โดยเริ่มเลี้ยงไก่ อายุ 1 วัน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า

ระดับการเสริมผงกาวเครือแดงระดับที่สูงขึ้น คือ ร้อยละ 0.5 และ 5 มีผลทำให้น้ำหนักตัวของไก่ลดลง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แต่ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความแตกต่างระหว่างเพศไก่ ไม่มีผลต่อปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของไก่ และ ยังพบว่า การเสริมผงกาวระดับต่าง ๆ ไม่มีผลต่อระดับคอเลสเตอรอลในเลือดของไก่อายุ 4 และ 6 สัปดาห์ และไม่มีผลต่อคุณภาพซากอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่เสริมผงกาวเครือแดง ที่ร้อยละ 0.05 มีความยาวกระดูกขาและกระดูกแข้ง มากที่สุดเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ และมีน้ำหนักแข้งสูงที่สุด ที่อายุ 6 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งยังพบว่า ไก่เพศผู้ให้ลักษณะซากที่ดีกว่าเพศเมีย ทั้งอายุ 4 และ 6 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

Carandang (2007) ได้ศึกษาผลของผงป่นแห้งจากกาวเครือแดงต่อ ปลานิล (*Oreochromis niloticus* L.) โดยให้ผงป่นแห้งจากกาวเครือแดงผสมในอาหารเลี้ยงปลา ในขนาด 100, 200 และ 300 กรัม/กก.อาหาร เลี้ยงปลานิลในบ่อดิน เป็นเวลา 60 วัน เปรียบเทียบปลานิล 3 สายพันธุ์ ได้แก่ พันธุ์แดง (red) กานา (ghana) และจิตรลดา (chitlada) พบว่า ร้อยละของปลาเพศผู้และอัตราการแปลงเพศทั้งสามพันธุ์ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนอัตราการแลกเนื้อและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลานิล พบว่า ปลานิลทุกกลุ่มไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ยกเว้น กลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้งจากกาวเครือแดงผสมในอาหารเลี้ยงปลา ขนาด 100 กรัม/กก.อาหาร ที่มีอัตราการแลกเนื้อและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มนิสร เตือนธรรมรักษ์, กนกพร แสนเพชร, และ สุลักษณ์ วุทธิพิพล (2552) ได้ศึกษาผลของกาวเครือแดงต่อหนูถีบจักรเพศผู้ โดยใช้หนูที่ตัดอ้นทะ ป้อนสารสกัดจากผงกาวเครือแดง ความเข้มข้น 0.1 และ 0.2 กรัม ต่อ มล. โดยป้อนวันละ 0.5 มล.ต่อน้ำหนักตัวหนู 25 กรัม นอกจากนี้ ยังได้เปรียบเทียบกับหนูปกติที่ไม่ได้ตัดอ้นทะ หลังจากที่ได้รับสารครบ 7 วัน พบว่า หนูที่ตัดอ้นทะ ที่ได้รับสารสกัดจากกาวเครือแดงในทุกความเข้มข้น ไม่มีผลต่อน้ำหนักของ seminal vesicle และ prostate gland อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ส่วนหนูที่ไม่ได้ตัดอ้นทะ มีการเพิ่มสูงขึ้นทั้ง น้ำหนักและขนาดของอวัยวะทั้งสอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ.05 นอกจากนี้ ผลการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยา ยังแสดงให้เห็นว่า หนูที่ได้รับผงกาวเครือแดง ทั้งที่ไม่ตัดและตัดอ้นทะแล้ว มีแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของ epithelium ของ seminal vesicle และ ยังมีแนวโน้มปริมาณของเหลวใน seminal vesicle มาก

## บทที่ 3

### ระเบียบวิธีวิจัย

#### 3.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

##### 3.1.1 สมุนไพรกวาวเครือแดง

ห้วกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่ได้จากแหล่งอำเภอยางชุมน้อย จังหวัดพะเยา  
เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2551

##### 3.1.2 สัตว์ทดลอง

3.1.2.1 หนูถีบจักร (ICR Mice ; *Mus musculus*) เพศผู้ อายุ 4 สัปดาห์ สั่งซื้อจากศูนย์  
สัตว์ทดลองแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล

3.1.2.2 กบนา (*Rana tigerina*) อายุ 30 วัน จากฟาร์มเลี้ยงกบของนายประทีป ชาววงศ์  
อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ

#### 3.2 วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### 3.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมผงกวาวเครือแดง

3.2.1.1 มีด

3.2.1.2 เครื่องบดสมุนไพร

3.2.1.3 ตู้อบ

3.2.1.4 ถาดอลูมิเนียม

3.2.1.5 ผ้าขาวบาง

##### 3.2.2 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการสกัดกวาวเครือแดง

3.2.2.1 ชุดสกัดสาร Soxhlet Extractor

3.2.2.2 ชุดระเหยลดความดัน Rotary Evaporator

3.2.2.3 ตู้อบ

3.2.2.4 Ethyl Alcohol 95 %

3.2.2.5 Hexane

3.2.2.6 เครื่องชั่งชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง ของ Mettler

3.2.2.7 ผงป่นแห้งจากส่วนเปลือกและเนื้อของกวางเครือแดง

### 3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงหนูถีบจักร

3.2.3.1 กรงสเตนเลส ขนาด 20 x 30 x 20 ซม. พร้อมฝาปิด

3.2.3.2 ขวดน้ำ

3.2.3.3 วัสดุรองพื้น (จี้กบ)

3.2.3.4 อาหารสำหรับหนูทดลอง ซีพี ชนิดเม็ด เบอร์ 082 สั่งซื้อจากสำนักสัตว์ทดลอง  
แห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล

### 3.2.4 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการป้อนหนูถีบจักร

3.2.4.1 กระบอกฉีดยา ขนาด 3 มล.

3.2.4.2 หลอดป้อนหนู (Feeding tube) No. 18

3.2.4.3 น้ำกลั่น

3.2.4.4 เครื่องชั่งชนิดหยาดหนึ่งตำแหน่ง ขนาด 500 กรัม

3.2.4.5 Methoxyisoflavone

### 3.2.5 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการผ่าตัดสัตว์ทดลอง

3.2.5.1 ภาชนะผ่าตัดและเครื่องมือผ่าตัด

3.2.5.2 หลอดไฟ

3.2.5.3 กระดาษชำระ

3.2.5.4 เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

3.2.5.5 สารละลาย Formaldehyde neutral buffer (Buffer neutral formalin)

### 3.2.6 อุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงกบนา

3.2.6.1 บ่อเลี้ยงกบขนาด 2 x 2 x 1 เมตร จำนวน 3 บ่อ

3.2.6.2 ไม้กระดานขนาด 1 x 1.5 เมตร จำนวน 3 แผ่น

3.2.6.3 อาหารปลาคุณภาพดี ซีพี เบอร์ 9961

3.2.6.4 สวิตช์ตกบ

3.2.6.5 ถังใส่กบ

3.2.6.6 เครื่องชั่งชนิดหยาบหนึ่งตำแหน่ง ขนาด 1500 กรัม

### 3.2.7 อุปกรณ์ที่ใช้วัดขนาดกล้ามเนื้อสัตว์ทดลอง

3.2.7.1 ไม้บรรทัด

3.2.7.2 คีม

3.2.7.3 Vernier caliper

### 3.2.8 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทำสไลด์เนื้อเยื่อ

3.2.8.1 ขวดแก้วใส่ฟาส์ฟอรัสขนาด 50 มล.

3.2.8.2 Formaldehyde neutral buffer

3.2.8.3 กรรไกรผ่าตัด

3.2.8.4 มีดผ่าตัด

3.2.8.5 คีมคีบ

3.2.8.6 กระดาษ Label

3.2.8.7 Grading alcohol (10 30 50 70 80 90 95 และ 100 %)

3.2.8.8 Xylene

3.2.8.9 Paraffin (Paraplast plus tissue embedding medium)

3.2.8.10 Microtome

3.2.8.11 Hot air oven

3.2.8.12 Hematoxylin (Mayer's Hematoxylin)

3.2.8.13 Eosin

3.2.8.14 Permount

3.2.8.15 Coupling jar

3.2.8.16 Slide และ Cover slip

3.2.8.17 Slide warmer

### 3.2.9 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาและบันทึกผลการทดลอง

3.2.9.1 กล้องถ่ายรูป Canon

3.2.9.2 กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ Olympus

3.2.9.3 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope)

### 3.2.10 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ

- 3.2.10.1 ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มล.
- 3.2.10.2 ชุดกลั่นโปรตีน (Semi-microdistillation apparatus)
- 3.2.10.3 ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มล.
- 3.2.10.4 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มล.
- 3.2.10.5 Pipett ขนาด 5 และ 10 มล.
- 3.2.10.6 Buret ขนาด 25 มล.
- 3.2.10.7 ลูกแก้ว
- 3.2.10.8 กระจกทรง
- 3.2.10.9 Hot air oven
- 3.2.10.10 เครื่องปั่นตัวอย่าง (Blender)
- 3.2.10.11 ภาชนะหาความชื้น (จานอลูมิเนียม พร้อมฝา)
- 3.2.10.12 โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 3.2.10.13 เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
- 3.2.10.14 เตาเผา (Muffle furnace)
- 3.2.10.15 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ
- 3.2.10.16 อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet Extractor)
- 3.2.10.17 เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Centrifuge)
- 3.2.10.18 กระจกดวง
- 3.2.10.19 เครื่องโฮโมจีไนส์ (Homogenizer)
- 3.2.10.20 เครื่องกวนชนิดแม่เหล็กไฟฟ้าและแท่งกวนแม่เหล็ก (Magnetic stirrer)
- 3.2.10.21 เครื่องสกัดใยอาหาร (Crude fiber analyzer)
- 3.2.10.22 เตาให้ความร้อน (Hot plate)
- 3.2.10.23 ภาชนะบรรจุฟิล์มแก้ว (Glass filter crucible)
- 3.2.10.24 Sulfuric acid
- 3.2.10.25 Copper sulfate
- 3.2.10.26 Potassium sulfate
- 3.2.10.27 Sodium hydroxide
- 3.2.10.28 Boric acid
- 3.2.10.29 Hydrochloric acid

3.2.10.30 อินดิเคเตอร์ (Methyl red, Methylene blue, Bromocresol green)

3.2.10.31 Petroleum ether

3.2.10.32 สารละลาย Phosphate buffer เข้มข้น 0.05 M pH 7.5

3.2.10.33 สารละลาย Sodium chloride เข้มข้น 0.5 M pH 7.5

3.2.10.34 สารละลาย Trichloro acetic acid เข้มข้น 5 %

3.2.10.35 สารละลาย Sodium hydroxide เข้มข้น 0.1 Normal

3.2.10.36 Octanol

3.2.10.37 น้ำกลั่น

### 3.2.11 อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์สารสกัดด้วยวิธี HPLC

3.2.11.1 ชุดวิเคราะห์ HPLC

3.2.11.2 เครื่องซั่งสารชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

3.2.11.3 Waterbath

3.2.11.4 กระดาษกรอง

3.2.11.5 Vial

3.2.11.6 เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Centrifuge)

3.2.11.7 Methanol

3.2.11.8 Sodium hydroxide

3.2.11.9 Glacial acetic acid

3.2.11.10 Acetonitrile

3.2.11.11 Puerarin

3.2.11.12 Daidzin

3.2.11.13 Daidzein

3.2.11.14 Genistin

3.2.11.15 Genistein

3.2.11.16 Methoxyisoflavone

### 3.3 วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.3.1 การสกัดสารจากกวาวเครือแดง

##### 3.3.1.1 การเตรียมผงป่นแห้งจากกวาวเครือแดง

ห้วกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำมาจากแหล่งอำเภอเชิงม่วน จังหวัดพะเยา เมื่อเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 ได้นำห้วกวาวเครือแดงที่ขุดได้ มาล้างทำความสะอาด แล้วแยกเป็นส่วนเปลือก และส่วนเนื้อ ส่วนเปลือกหั่นเป็นชิ้นบาง ๆ ส่วนเนื้อหั่นเป็นแว่นบาง ๆ แล้วนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมงจนแห้งสนิท แล้วจึงนำไปบดด้วยเครื่องบดอาหารให้ได้เป็นผงละเอียด แล้วกรองผงกวาวเครือแดงด้วยผ้าขาวบาง เพื่อให้ได้ผงที่ละเอียดยิ่งขึ้น แล้วบรรจุในถุงพลาสติกขนาดใหญ่มัดปากถุงให้มิดชิดเพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป

##### 3.3.1.2 การสกัดสารจากกวาวเครือแดง

1. นำผงป่นแห้งของเปลือกและเนื้อกวาวเครือแดง มาสกัดโดยใช้ Ethanol ด้วยวิธีสกัดเย็น โดยแช่ในอัตราส่วน ผงป่นแห้ง 100 กรัม ต่อ Ethanol 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 วัน
2. นำมากรอง แล้วนำส่วนของสารละลาย Ethanol ไประเหยตัวทำละลายออกจากสารสกัดที่ได้ทั้งสองส่วน ด้วยชุดระเหยลดความดัน (Rotary Evaporator)
3. นำสารสกัดที่ได้ ใส่ไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 °C จนกระทั่งตัวทำละลายระเหยหมด ได้เป็นสารสกัดที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง และสารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดง ซึ่งน้ำหนักแล้วเก็บไว้ใช้ในการทดลองต่อไป
4. นำกากผงกวาวเครือแดงที่แยกโดยการกรอง จากที่แช่ไว้ใน Ethanol จากข้อ 2. มาสกัดต่อด้วยวิธี Soxhlet Extraction โดยใช้ Hexane เป็นตัวทำละลาย เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วจึงระเหยตัวทำละลายออกจากสารสกัดที่ได้ทั้งสองส่วนด้วยชุดระเหยลดความดัน
5. นำสารสกัดที่ได้ ใส่ไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 70 °C จนกระทั่งตัวทำละลายระเหยหมด ได้เป็นสารสกัดที่นำมาใช้ในการทดลอง ได้แก่ สารสกัด Hexane จากเปลือกกวาวเครือแดง และสารสกัด Hexane จากเนื้อกวาวเครือแดง ซึ่งน้ำหนักแล้วเก็บไว้ใช้ในการทดลองต่อไป
6. ทำการสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง Ethanol และ Hexane จากส่วนเปลือกและส่วนเนื้อกวาวเครือแดง จำนวน 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยปริมาณสารสกัดที่ได้

### 3.3.2 การทดลองในหนูถีบจักร

#### 3.3.2.1 การทดลองเพื่อคัดเลือกสารจากกวาวเครือแดง

1. นำหนูถีบจักร (ICR Mice ; *Mus musculus*) เพศผู้ อายุ 3 สัปดาห์ นำมาเลี้ยงในห้องทดลอง 1 สัปดาห์ เพื่อให้หนูถีบจักรปรับสภาพร่างกายให้คุ้นเคยกับที่อยู่ใหม่ แล้วจึงแบ่งเป็น 22 กลุ่ม โดยวิธีการสุ่ม กลุ่มละ 8 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยหนูถีบจักรทั้ง 22 กลุ่ม ทำการป้อนสารจากกวาวเครือแดง ติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 28 วัน ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ป้อนน้ำกลั่น 1 มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 2 ป้อนผงเปลือกกวาวเครือแดง 0.25 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 3 ป้อนผงเปลือกกวาวเครือแดง 0.50 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 4 ป้อนผงเปลือกกวาวเครือแดง 2.50 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 5 ป้อนผงเนื้อกวาวเครือแดง 0.25 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 6 ป้อนผงเนื้อกวาวเครือแดง 0.50 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 7 ป้อนผงเนื้อกวาวเครือแดง 2.50 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 8 ป้อนผงของทั้งห้วกวาวเครือแดง 0.25 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 9 ป้อนผงของทั้งห้วกวาวเครือแดง 0.50 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 10 ป้อนผงของทั้งห้วกวาวเครือแดง 2.50 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 11 ป้อนสารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.001 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 12 ป้อนสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือก 0.01 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 13 ป้อนสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือก 0.05 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 14 ป้อนสารสกัด Hexane จากส่วนเปลือก 0.001 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 15 ป้อนสารสกัด Hexane จากส่วนเปลือก 0.01 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 16 ป้อนสารสกัด Hexane จากส่วนเปลือก 0.05 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 17 ป้อนสารสกัด Ethanol จากส่วนเนื้อ 0.001 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 18 ป้อนสารสกัด Ethanol จากส่วนเนื้อ 0.01 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 19 ป้อนสารสกัด Ethanol จากส่วนเนื้อ 0.05 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 20 ป้อนสารสกัด Hexane จากส่วนเนื้อ 0.001 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 21 ป้อนสารสกัด Hexane จากส่วนเนื้อ 0.01 มก./มล./ตัว/วัน
- กลุ่มที่ 22 ป้อนสารสกัด Hexane จากส่วนเนื้อ 0.05 มก./มล./ตัว/วัน

2. หลังจากทีป้อนสารติดต่อกันเป็นเวลา 28 วันแล้ว ทำการชั่งน้ำหนักตัว แล้วจึงผ่าตัดหนูถีบจักร เพื่อพิจารณาผลดังนี้

1) น้ำหนักส่วนขาทั้งสองข้าง คิดเทียบน้ำหนักตัว (มก.%)

2) ขนาดของขาหนู (ซม.) วัดจากเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อรอบต้นขา (บริเวณรอบกระดูก Femur)

3) น้ำหนักอวัยวะ คิดเทียบน้ำหนักตัว (มก.%)

4) น้ำหนักเซมินัลเวสิเคิล คิดเทียบน้ำหนักตัว (มก.%)

3. ทำการเปรียบเทียบน้ำหนักและขนาดของขาหนูทั้งสองข้างของหนูกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่ม เทียบกับกลุ่มควบคุม แล้วจึงคัดเลือกกลุ่มที่ให้ผลดีที่สุดจำนวนสองกลุ่ม เพื่อนำขนาดของสารที่ป้อนทั้งสองกลุ่ม มาใช้เป็นบรรทัดฐานในการกำหนดขนาดของสารที่จะใช้ในการทดลองเพื่อหาขนาดที่เหมาะสมของสารจากกวาวเครือแดงที่มีต่อกล้ามเนื้อขาหนูสืบต่อไป

### 3.3.2.2 การทดลองเพื่อคัดเลือกขนาดของสารจากกวาวเครือแดง

1. นำหนูถีบจักร (ICR Mice ; *Mus musculus*) เพศผู้ อายุ 3 สัปดาห์ นำมาเลี้ยงในห้องทดลอง 1 สัปดาห์ เพื่อให้หนูถีบจักรปรับสภาพร่างกายให้คุ้นเคยกับที่อยู่ใหม่ แล้วจึงแบ่งเป็น 10 กลุ่ม โดยวิธีการสุ่ม กลุ่มละ 8 ตัว ใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยหนูถีบจักรทั้ง 10 กลุ่ม ทำการป้อนสารจากกวาวเครือแดงที่ได้คัดเลือกจากข้อ 4.2.1 มาแล้วซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ป้อนผงป่นแห้งจากเปลือก 0.25 มก. และ กลุ่มที่ป้อนสารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.001 มก. โดยได้แบ่งขนาดที่ป้อนเป็นขนาดต่ำกว่าและขนาดสูงกว่า ซึ่งจะได้เป็น กลุ่มที่ป้อนผงป่นแห้งจากเปลือก และ กลุ่มที่ป้อนสารสกัด Ethanol จากเปลือก อย่างละ 3 ขนาด ต่ำ ปานกลาง และสูง

2. ใช้สาร Methoxyisoflavone ซึ่งเป็นสารกลุ่ม Isoflavone ที่มีรายงานว่าสามารถชักนำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น ใช้เป็นกลุ่ม Positive control โดยกำหนดขนาดที่ให้ให้เป็นขนาดเท่ากับที่ให้ในคน ขนาด 10 เท่า และขนาด 20 เท่า ตามลำดับ

3. หลังจากที่ได้แบ่งกลุ่มหนูถีบจักรออกเป็น 10 กลุ่มแล้ว จึงทำการป้อนสารจากกวาวเครือแดง ติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 28 วัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม ป้อนน้ำกลั่น 1 มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 2 ป้อนผงเปลือกกวาวเครือแดง 0.125 มก./มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 3 ป้อนผงเปลือกกวาวเครือแดง 0.250 มก./มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 4 ป้อนผงเปลือกกวาวเครือแดง 0.500 มก./มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 5 ป้อนสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือก 0.0005 มก./มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 6 ป้อนสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือก 0.001 มก./มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 7 ป้อนสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือก 0.005 มก./มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 8 ป้อน Methoxyisoflavone (Mtx) 0.20 มก./มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 9 ป้อน Mtx 2.00 มก./มล./ตัว /วัน

กลุ่มที่ 10 ป้อน Mtx 4.00 มก./มล./ตัว /วัน

4. ในระหว่างที่ป้อนสารติดต่อกัน เป็นเวลา 28 วัน ชั่งน้ำหนักตัวของหนูถีบจักร ทุก ๆ 7 วัน

5. หลังจากทีป้อนสารติดต่อกัน และชั่งน้ำหนักตัวแล้ว จึงผ่าตัดหนูถีบจักร เพื่อแยกกล้ามเนื้อ Gastrocnemius แล้วพิจารณาผลดังนี้

1) น้ำหนักกล้ามเนื้อทั้งสองข้าง คิดเทียบน้ำหนักตัว (มก.%)

2) ขนาดกล้ามเนื้อ โดยวัดความกว้างและความยาว (ซม.)

6. เปรียบเทียบน้ำหนัก และ ขนาดของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ทั้งสองข้าง ของ หนูกลุ่มทดลองแต่ละกลุ่มเทียบกับกลุ่มควบคุม แล้วคัดเลือกขนาดของสารกลุ่มที่ให้ผลดีที่สุดของ กลุ่มผงเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากเปลือก เพื่อใช้เป็นบรรทัดฐานในการกำหนดขนาดของ สารที่จะให้ในกบนาโดยนำขนาดของสารที่ป้อนทั้งสองกลุ่มนั้นมาเทียบขนาดที่จะให้ในกบนา โดยอิงจากสมมุติฐานที่ว่า ขนาดของสารจากกวาวเครือแดง ที่ชักนำให้กล้ามเนื้อหนูถีบจักรมีขนาดใหญ่ ขึ้น จะสามารถชักนำให้เกิดผลเช่นเดียวกันในกบนา เมื่อเลือกขนาดของสารจากกวาวเครือแดงแล้ว นำมาเทียบขนาดที่จะให้ในกบนา โดยคิดเทียบจากน้ำหนักตัว เพื่อจะใช้เป็นแนวทางในการกำหนด ขนาดของสาร ที่จะใช้ผสมอาหารในการเลี้ยงกบนาต่อไป

### 3.3.3 การทดลองในกบนา

3.3.3.1 ใช้กบนา (*Rana tigerina*) อายุ 30 วัน นำมาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 200 ตัว เป็น กลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ให้ผงเปลือกและสารสกัดจากกวาวเครือแดง จากขนาดของสารที่ป้อน ที่ได้คัดเลือกมาจากการทดลองในหนูถีบจักรจากข้อ 4.2.2 ซึ่งได้แก่ กลุ่มที่ให้ผงป่นแห้งจากเปลือก 0.50 มก. และกลุ่มที่ให้สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.005 มก. ซึ่งคิดเทียบจากน้ำหนักตัวหนู ตัวละ 25 กรัม เทียบกับน้ำหนักตัวกบนา ตัวละ 100 กรัม ได้เป็น ผงป่นแห้งจากเปลือก 700 มก./กก.อาหาร และสารสกัด Ethanol จากเปลือก 10 มก./กก.อาหาร แล้วจึงทำการแบ่งกลุ่มกบนาโดยวิธีการสุ่ม ใช้ แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design โดยให้ผงและสารสกัด จากกวาวเครือแดง ผสมอาหารทุกวัน เช้า - เย็น ติดต่อกันทุกวัน เป็นเวลา 56 วัน ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มควบคุม เลี้ยงด้วยอาหารเลี้ยงกบปกติ

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงด้วยอาหารผสมผงจากเปลือก 700 มก./กก.

กลุ่มที่ 3 เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัด Ethanol จากเปลือก 10 มก./กก.

3.3.3.2 ระหว่างที่เลี้ยงกบนาเป็นเวลา 56 วัน ทำการชั่งน้ำหนักตัวของกบนาทุก 7 วัน โดยสุ่มกบนากลุ่มละ 100 ตัว

3.3.3.3 หลังจากที่ยื่นสารติดต่อกันเป็นเวลา 56 วันแล้ว ทำการสุ่มจับกบนา กลุ่มละ 40 ตัว โดยแบ่งเป็นตัวผู้และตัวเมีย อย่างละ 20 ตัว ทำการผ่าตัดกบนา ลอกหนังแล้วพิจารณาผลดังนี้

1. น้ำหนักส่วนขา คิดเทียบน้ำหนักตัว (ก.%)
2. ขนาดกล้ามเนื้อรอบต้นขา (รอบกระดูก Femur) ซึ่งประกอบด้วย กล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ ดังนี้ Tricep femoris, Bicep femoris, Semimembranosus, Semitendinosus, Gracillis major, Gracillis minor, Adductor magnus, Adductor longus, และ Sartorius ทั้งข้างซ้ายและข้างขวา
3. ขนาดกล้ามเนื้อรอบน่อง (รอบกระดูก Tibiofibula) ซึ่งประกอบด้วย กล้ามเนื้อมัดต่าง ๆ ดังนี้ Gastrocnemius, Peroneus, Tibialis anticus, Tibialis posticus และ Extensor cruris ทั้งข้างซ้ายและข้างขวา
4. น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของขาข้างขวาและข้างซ้าย โดยคิดเทียบกับ น้ำหนักตัว (มก.%)
5. ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของขาข้างขวาและข้างซ้าย โดยวัดความกว้างและความยาว (ซม.)

### 3.3.4 การศึกษาผลทางเนื้อเยื่อวิทยา กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนา

3.3.4.1 นำกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาแต่ละกลุ่ม นำมาแช่ไว้ในสารละลาย Formaldehyde neutral buffer (Formaldehyde neutral buffer; Formalin 100 มล., น้ำกลั่น 900 มล., Sodium phosphate monobasic 4 ก., Sodium phosphate dibasic 6.5 ก.) เพื่อ Fix เนื้อเยื่อก่อนนำไปศึกษาผลทางเนื้อเยื่อวิทยาต่อไป

3.3.4.2 นำชิ้นเนื้อมาตัดแต่งเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด 0.5 x 1.0 x 0.5 ซม. แล้วจึงนำเข้าสู่กระบวนการดึงน้ำออก (Dehydration) โดยใช้ Ethyl alcohol ความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 10% 30% 50% 70% 80% 90% 95% และ 100 % ตามลำดับ โดยแช่ในความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 30 นาที จัดทำชิ้นเนื้อเยื่อแต่ละกลุ่มเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำไปทำสไลด์ถาวร อีกส่วนหนึ่งนำไปศึกษาด้วย กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope : SEM)

3.3.4.3 นำชิ้นเนื้อเยื่อส่วนที่จะทำสไลด์ถาวร มาทำให้ใส (Clearing) โดยนำมาแช่ในสารละลาย Ethyl alcohol 100% : Xylene อัตราส่วน 2 : 1 1 : 1 1 : 2 และ Xylene ตามลำดับ ขั้นตอนละ 20 นาที แล้วจึงเข้าสู่กระบวนการฝังใน Paraffin (Embedding) โดยนำมาแช่ใน Xylene : Paraffin อัตราส่วน 2 : 1 1 : 1 1 : 2 และ Paraffin ขั้นตอนละ 20 นาทีใน Hot air oven ที่อุณหภูมิ 60 °C แล้วจัดทำกระทง (Boat) เพื่อฝังเนื้อเยื่อใน Paraffin ทิ้งไว้ให้เย็น และเก็บในตู้เย็นเพื่อนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

3.3.4.4 นำแท่งเนื้อเยื่อใน Paraffin มาเหลา (Trimming) แล้วนำมาขีดติดกับแท่งไม้ ตัดด้วยเครื่อง Microtome ที่ความหนา 20 ไมครอน แล้วเลือกชิ้นเนื้อเยื่อที่ตัดได้โดยการสุ่ม นำมาติดบนสไลด์ แล้วนำไปวางบน Slide warmer เมื่อแห้งสนิทจึงนำไปย้อมสี

3.3.4.5 การย้อมสีนั้นจะใช้สีย้อมสองชนิดคือ Mayer's hematoxylin และ Eosin โดยนำสไลด์ที่ติดชิ้นเนื้อเยื่อแล้ว ละลาย Paraffin โดยแช่ใน Xylene 2 ครั้ง ๆ ละ 2 นาที แล้วนำมาแช่ใน Xylene : Ethyl alcohol 100% อัตราส่วน 2 : 1 1 : 1 1 : 2 Ethyl alcohol 100% 95% 90% 80% 70% 50% 30% 10% และน้ำกลั่น แล้วจึงแช่ในสีย้อม Mayer's hematoxylin เป็นเวลา 20 นาที ล้างสีโดยแช่ในน้ำกลั่น แล้วแช่ในขั้นตอนนี้ต่าง ๆ ขึ้นละ 2 นาที ตามลำดับได้แก่ Ethyl alcohol 10% 30% 50% 70% 80% 90% 95% แช่ในสีย้อม Eosin 15 วินาที แล้วแช่ใน Ethyl alcohol 95% 100% Ethyl alcohol 100% : Xylene อัตราส่วน 2 : 1 1 : 1 1 : 2 และ Xylene ตามลำดับ แล้วจึงผนึก (Mount) ด้วย Permount วางสไลด์บน Slide warmer ทิ้งไว้ให้แห้ง

3.3.4.6 นำสไลด์เนื้อเยื่อมาศึกษาผลทางเนื้อเยื่อวิทยาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบ จากการตัดชิ้นเนื้อเยื่อแนวยาว (Longitudinal section) และแนวขวาง (Cross section) โดยศึกษาลักษณะของ เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Myofibril)

3.3.4.7 นำชิ้นเนื้อเยื่อส่วนที่จะนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) มาเข้าสู่กระบวนการฉาบด้วยทอง (Au) แล้วนำไปศึกษาลักษณะของ เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Myofibril) พร้อมทั้งวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ เส้นใยกล้ามเนื้อและเส้นใยย่อย ด้วย SEM

### 3.3.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้ออกบนา

นำกล้ามเนื้อส่วนขาของกบนาแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัว มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Proximate analysis) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนี้

#### 3.3.5.1 องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ

ตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้ออกบนา ดังนี้

1. เถ้า (Ash) ตามวิธีของ AOAC. (2000) ดังภาคผนวก ข
2. ความชื้น (Moisture) ตามวิธีของ AOAC. (2000) ดังภาคผนวก ข
3. ใยอาหาร (Fiber) ตามวิธีของ AOAC. (2000) ดังภาคผนวก ข
4. ไขมัน (Lipid) ตามวิธีของ AOAC. (2000) ดังภาคผนวก ข
5. โปรตีน (Protein) ตามวิธีของ AOAC. (2000) ดังภาคผนวก ข

### 3.3.5.2 โปรตีนและสารประกอบในโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในกล้ามเนื้อ

ทำการแยกส่วนสารประกอบในโตรเจน ตามวิธีของ Hashimoto et al. (1979) โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็นส่วนต่าง ๆ ดังนี้ (วิธีการวิเคราะห์ แสดงดังภาคผนวก ข)

1. สารในโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (Non-protein Nitrogenous Compounds)
2. โปรตีนซาร์โคพลาสมิก (Sarcoplasmic Protein)
3. โปรตีนไมโอไฟบริล (Myofibrillar Protein)
4. โปรตีนชนิดละลายได้ในด่าง (Alkali-soluble Protein)
5. โปรตีนสโตรมา (Stroma)

### 3.3.6 การวิเคราะห์สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดงด้วยวิธี HPLC

#### 3.3.6.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

1. ชั่งสารมาตรฐาน 0.005 กรัม ละลายด้วย Methanol 10 มล. แล้วปรับปริมาตรด้วย Methanol จนมีปริมาตรครบ 50 มล. จะได้สารละลายมาตรฐานปฐมภูมิความเข้มข้น 100 ppm. สารมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ได้แก่ Puerarin Daidzin Daidzein Genistin Genistein และ Methoxyisoflavone

2. นำสารละลายมาตรฐานปฐมภูมิทั้ง 6 ชนิด มาฉีดเข้าเครื่อง HPLC เพื่อพิจารณา ค่า Retention time ของสารมาตรฐานแต่ละชนิด

3. หลังจากทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC แล้ว พบว่า ในสารตัวอย่างนั้น มีสารมาตรฐานอยู่ จึงนำสารละลายมาตรฐานปฐมภูมินั้น มาเตรียมเป็นความเข้มข้น 5 ระดับ ได้แก่ 100 80 60 40 20 ppm. ตามลำดับ เพื่อใช้สำหรับการสร้างกราฟมาตรฐานในกระบวนการหาปริมาณของสารจากพื้นที่ใต้ Peak กับความเข้มข้น

#### 3.3.6.2 การเตรียมตัวอย่าง

1. นำสารสกัด Ethanol จากเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดง ซึ่งได้คัดเลือกมาทำการวิเคราะห์ โดยนำแต่ละตัวอย่าง อย่างละ 2 กรัม ละลายใน 80% Methanol 40 มล. แล้วเขย่าใน Waterbath ที่ 65 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็น

2. นำมาเติม NaOH 2 M 3 มล. และ Glacial acetic acid 1 มล. นำมาเขย่าให้เข้ากัน แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง

3. นำส่วนที่กรองได้ปริมาตร 5 มล. นำมาเติมน้ำกลั่น 4 มล. และ Methanol 1 มล. แล้วนำไปเหวี่ยงด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ 7000 x g เป็นเวลา 5 นาที นำส่วนที่ใส ใส่ในขวด Vial เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

### 3.3.6.3 การวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC

นำสารละลายตัวอย่าง ได้แก่ สารสกัด Ethanol จากเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดง ที่ได้เตรียมไว้จาก ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง (3.3.6.2 ข้อ 3.) อย่างละ 1 มล. มาละลายใน Methanol 1 มล. หลังจากนั้นจึงนำมาฉีดเข้าเครื่อง HPLC ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมของการวิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 3.1 ทำการฉีดจำนวน 2 ครั้ง แล้วนำมาพิจารณา Chromatogram ที่ค่า Retention time ของสารที่ใกล้เคียงกับค่า Retention time ของสารมาตรฐาน

**ตารางที่ 3.1** สภาวะของการวิเคราะห์สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดงด้วยวิธี HPLC

| สภาวะ            | รายละเอียด                                                  |
|------------------|-------------------------------------------------------------|
| HPLC system      | : Water 2695 (Waters, USA)                                  |
| Column           | : Prevail C18, 5 $\mu$ m. (Waters, USA)                     |
| Mobile Phase     | : H <sub>2</sub> O : Methanol : Acetonitrile ( 3 : 49 : 48) |
|                  | Isocratic                                                   |
| Injection Volume | : 50 $\mu$ l.                                               |
| Flow Rate        | : 1 ml./min.                                                |
| Run Time         | : Standard 10 min., Sample 20 min                           |
| Detection        | : UV 254 nm.                                                |
|                  | ELSD                                                        |
|                  | Gain 1, Gas Pressure 21.8 Psi.                              |
|                  | Drift Tube 59 %, Tube Temp. 60 °C                           |

## 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลของการทดลองแต่ละตอน ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ; S.D.) ทำการวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้วิธีวิเคราะห์แวนเรียนซ์ (Analysis of Variance ; ANOVA) แบบ Completely Randomized Design และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง ด้วยวิธี Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม SPSS

### 3.4.2 สูตรสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.2.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตรดังนี้ (จริญ จันทลักษณ์, 2549)

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \frac{\sum X}{N}$$

$\sum X$  แทน ผลรวมของข้อมูล  
 $N$  แทน จำนวนข้อมูล

3.4.2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation ; S.D.) คำนวณจากสูตรต่อไปนี้ (จริญ จันทลักษณ์, 2549)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}}$$

S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $X$  แทน ข้อมูลแต่ละค่า  
 $N$  แทน จำนวนข้อมูล

3.4.2.3 น้ำหนักอวัยวะเทียบกับน้ำหนักตัวสัตว์ทดลอง คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{น้ำหนักอวัยวะ (มก.\%)} = \frac{\text{น้ำหนักอวัยวะ (มก.)}}{\text{น้ำหนักตัว (ก.)}} \times 100$$

## บทที่ 4

### ผลและอภิปรายผลของการศึกษา

#### 4.1 ผลการสกัดสารจากกาวเครือแดง

หลังจากที่ได้เตรียมเป็นผงกาวเครือแดงจากส่วนเปลือกและเนื้อ โดยการแยกส่วนเปลือกและเนื้อกาวเครือแดง ตากแห้ง แล้วบดเป็นผง เพื่อนำมาสกัดด้วยตัวทำละลาย ดังนี้

##### 4.1.1 ผลการสกัดสารจากเปลือกกาวเครือแดง

4.1.1.1 การสกัดโดยใช้ Ethanol ด้วยวิธีสกัดเย็น ในอัตราส่วน ผงป่นแห้ง 100 กรัมต่อ Ethanol 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำส่วนของสารละลายไประเหยแห้ง ได้สารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือกกาวเครือแดงหนัก 5.44 กรัม (ร้อยละ 5.44)

4.1.1.2 การสกัดโดยใช้ Hexane ด้วยวิธี Soxhlet Extraction แล้วนำไประเหยแห้ง ได้สารสกัด Hexane จากส่วนเปลือกกาวเครือแดงหนัก 1.63 กรัม (ร้อยละ 1.63)

##### 4.1.2 ผลการสกัดสารจากเนื้อกาวเครือแดง

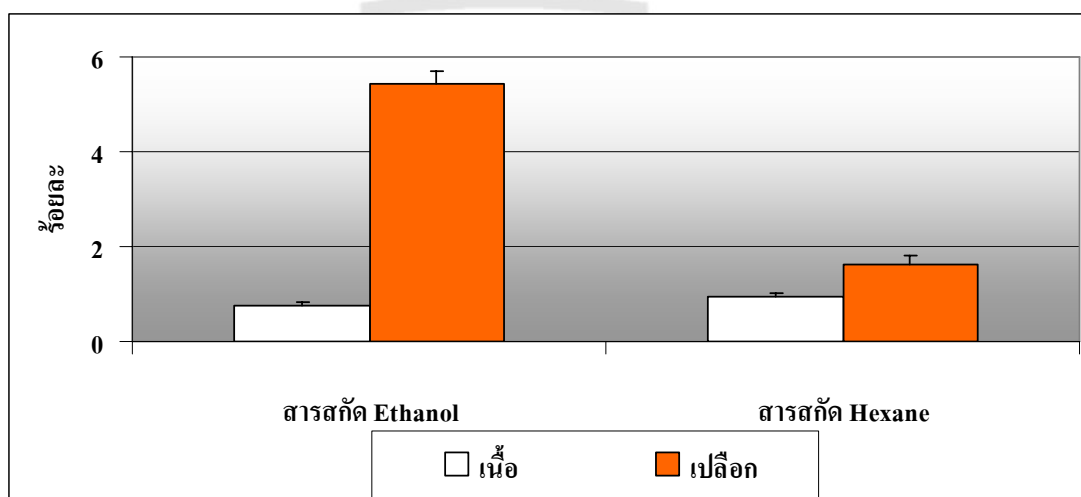
4.1.2.1 การสกัดโดยใช้ Ethanol ด้วยวิธีสกัดเย็น ในอัตราส่วน ผงป่นแห้ง 100 กรัมต่อ Ethanol 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 3 วัน แล้วนำส่วนของสารละลายไประเหยแห้ง ได้สารสกัด Ethanol จากส่วนเนื้อกาวเครือแดงหนัก 0.74 กรัม (ร้อยละ 0.74)

4.1.2.2 การสกัดโดยใช้ Hexane ด้วยวิธี Soxhlet Extraction แล้วนำไประเหยแห้ง ได้สารสกัด Hexane จากส่วนเนื้อกาวเครือแดง น้ำหนัก 0.93 กรัม (ร้อยละ 0.93)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารสกัดจากกวาวเครือแดงด้วย Ethanol และ Hexane (ร้อยละ)

| สารสกัด | ปริมาณสารสกัดจากกวาวเครือแดง (ร้อยละ) |                 |
|---------|---------------------------------------|-----------------|
|         | ส่วนเนื้อ                             | ส่วนเปลือก      |
| Ethanol | 0.74 $\pm$ 0.08                       | 5.44 $\pm$ 0.27 |
| Hexane  | 0.93 $\pm$ 0.10                       | 1.63 $\pm$ 0.20 |

ตารางที่ 4.1 พบว่า ทั้งสารสกัด Ethanol และ Hexane จากกวาวเครือแดง มีปริมาณสารสกัดจากส่วนเปลือกมากกว่าส่วนเนื้อ พบว่า สารสกัด Hexane จากส่วนเนื้อ มีปริมาณมากกว่าสารสกัด Ethanol จากส่วนเนื้อ ในขณะที่ สารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือกนั้น มีปริมาณมากกว่าสารสกัด Hexane จากส่วนเปลือกกวาวเครือแดง แสดงดัง ภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 ปริมาณสารสกัดจากกวาวเครือแดงด้วย Ethanol และ Hexane

## 4.2 ผลการทดลองในหนูถีบจักร

### 4.2.1 ผลการทดลองเพื่อคัดเลือกสารจากกวาวเครือแดง

เมื่อให้ผงป่นแห้งและสารสกัด Ethanol และ Hexane จากกวาวเครือแดง แก่หนูถีบจักร ได้พิจารณาผลต่อน้ำหนักตัว อัมตะ เซมินัลเวสิเคิล น้ำหนักและขนาดรอบขาขวาและขาซ้าย และน้ำหนักสองขารวมของหนูถีบจักร ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 4.2-4.4

ผลต่อน้ำหนักตัว พบว่า กลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้งทั้งจากเปลือก เนื้อ และทั้งหัว มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น กลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้งจากเปลือกในขนาด 0.25 และ 0.50 มก. กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก ในปริมาณ 0.001 และ 0.01 มก. มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเนื้อ 0.001 และ 0.01 มก. เท่านั้น ที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2

ผลต่อน้ำหนักอัมตะ พบว่า มีกลุ่มที่มีน้ำหนักอัมตะมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้งจากเปลือก 2.50 มก. กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเนื้อ 0.05 มก. และกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Hexane จากเปลือก 0.01 มก. แสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.3

ผลต่อเซมินัลเวสิเคิล นั้น พบว่า มีเพียงกลุ่มที่ได้รับ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.05 มก. เท่านั้นที่มีน้ำหนักของเซมินัลเวสิเคิลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 น้ำหนักตัว อัตรา และเซมินัลเวลิเคิลของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกาวเครือแดง

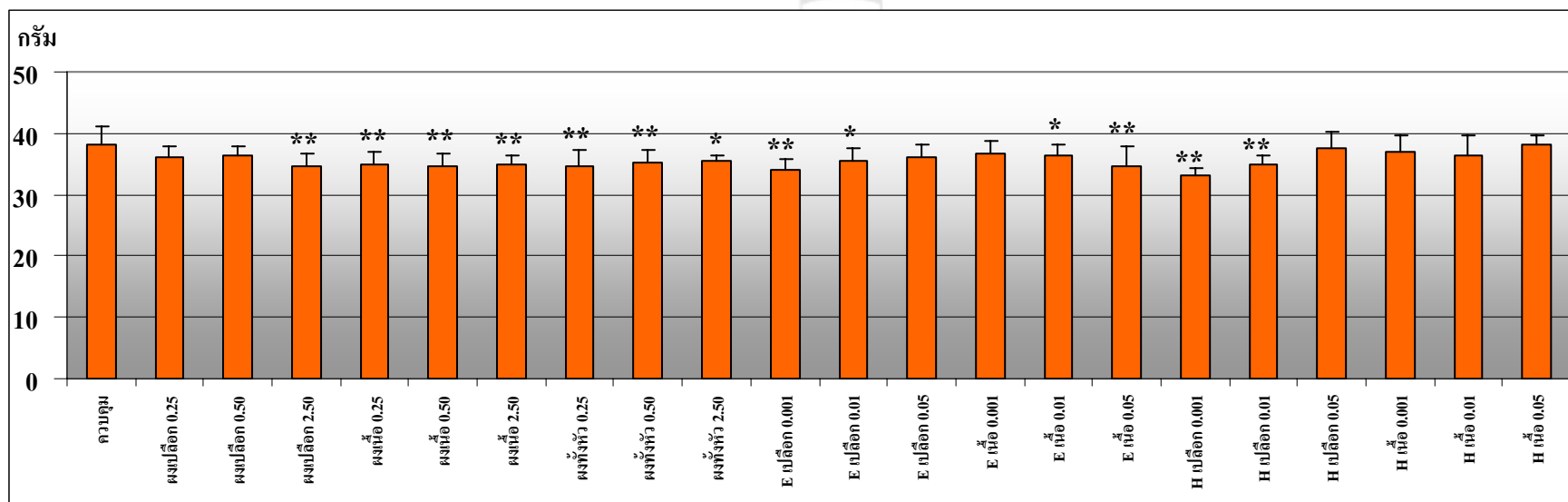
| กลุ่ม      |            |       | N<br>(ตัว) | น้ำหนักตัว |        |    | อัตรา  |          |    | เซมินัลเวลิเคิล |          |    |
|------------|------------|-------|------------|------------|--------|----|--------|----------|----|-----------------|----------|----|
| สารที่ป้อน | ขนาด (มก.) |       |            | (ก.)       |        |    | (มก.%) |          |    | (มก.%)          |          |    |
| ควบคุม     |            |       | 8          | 38.13      | ± 2.95 |    | 731.00 | ± 109.87 |    | 867.21          | ± 119.42 |    |
| ผงป่นแห้ง  | เปลือก     | 0.25  | 8          | 36.00      | ± 1.85 | ns | 799.38 | ± 115.37 | ns | 936.66          | ± 143.33 | ns |
|            |            | 0.50  | 8          | 36.50      | ± 1.41 | ns | 792.05 | ± 116.84 | ns | 884.37          | ± 106.05 | ns |
|            |            | 2.50  | 8          | 34.50      | ± 2.33 | ** | 852.20 | ± 151.94 | *  | 925.55          | ± 172.93 | ns |
|            | เนื้อ      | 0.25  | 8          | 35.00      | ± 1.85 | ** | 822.20 | ± 34.71  | ns | 924.87          | ± 79.33  | ns |
|            |            | 0.50  | 8          | 34.50      | ± 2.33 | ** | 849.71 | ± 70.76  | *  | 849.36          | ± 134.87 | ns |
|            |            | 2.50  | 8          | 35.00      | ± 1.51 | ** | 764.86 | ± 67.07  | ns | 822.82          | ± 184.51 | ns |
|            | ทั้งหัว    | 0.25  | 8          | 34.75      | ± 2.60 | ** | 871.44 | ± 99.58  | ** | 774.79          | ± 181.49 | ns |
|            |            | 0.50  | 8          | 35.25      | ± 2.12 | ** | 810.50 | ± 80.94  | ns | 986.86          | ± 107.55 | ns |
|            |            | 2.50  | 8          | 35.50      | ± 0.93 | *  | 849.66 | ± 140.59 | *  | 889.92          | ± 73.69  | ns |
| สารสกัด    | เปลือก     | 0.001 | 8          | 34.00      | ± 1.85 | ** | 802.88 | ± 71.18  | ns | 920.42          | ± 98.92  | ns |
| Ethanol    |            | 0.01  | 8          | 35.50      | ± 2.07 | *  | 794.51 | ± 51.84  | ns | 931.67          | ± 83.10  | ns |

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| กลุ่ม      |        |            | N     | น้ำหนักตัว |        |        | อัตรา  |          |          | ไขมันรวมเฉลี่ย |          |          |
|------------|--------|------------|-------|------------|--------|--------|--------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| สารที่ป้อน |        | ขนาด (มก.) | (ตัว) | (ก.)       |        |        | (มก.%) |          |          | (มก.%)         |          |          |
| สารสกัด    | เปลือก | 0.05       | 8     | 36.00      | ± 2.14 | ns     | 792.44 | ± 103.63 | ns       | 1021.85        | ± 128.78 | *        |
| Ethanol    | เนื้อ  | 0.001      | 8     | 36.75      | ± 2.12 | ns     | 666.61 | ± 153.79 | ns       | 916.23         | ± 80.25  | ns       |
|            |        | 0.01       | 8     | 36.25      | ± 1.98 | *      | 800.33 | ± 91.88  | ns       | 858.17         | ± 187.60 | ns       |
|            |        | 0.05       | 8     | 34.75      | ± 3.20 | **     | 851.03 | ± 82.08  | *        | 899.96         | ± 187.17 | ns       |
| สารสกัด    | เปลือก | 0.001      | 8     | 33.25      | ± 1.04 | **     | 798.96 | ± 122.07 | ns       | 936.26         | ± 149.36 | ns       |
| Hexane     |        | 0.01       | 8     | 35.00      | ± 1.51 | **     | 844.76 | ± 73.34  | *        | 954.85         | ± 134.64 | ns       |
|            |        | 0.05       | 8     | 37.50      | ± 2.78 | ns     | 756.94 | ± 148.37 | ns       | 947.45         | ± 181.37 | ns       |
|            |        | เนื้อ      | 0.001 | 8          | 36.88  | ± 2.90 | ns     | 790.99   | ± 113.72 | ns             | 823.70   | ± 216.51 |
|            |        | 0.01       | 8     | 36.25      | ± 3.28 | ns     | 707.54 | ± 117.29 | ns       | 740.01         | ± 127.46 | ns       |
|            |        | 0.05       | 8     | 38.25      | ± 1.28 | ns     | 737.95 | ± 106.47 | ns       | 843.05         | ± 100.74 | ns       |

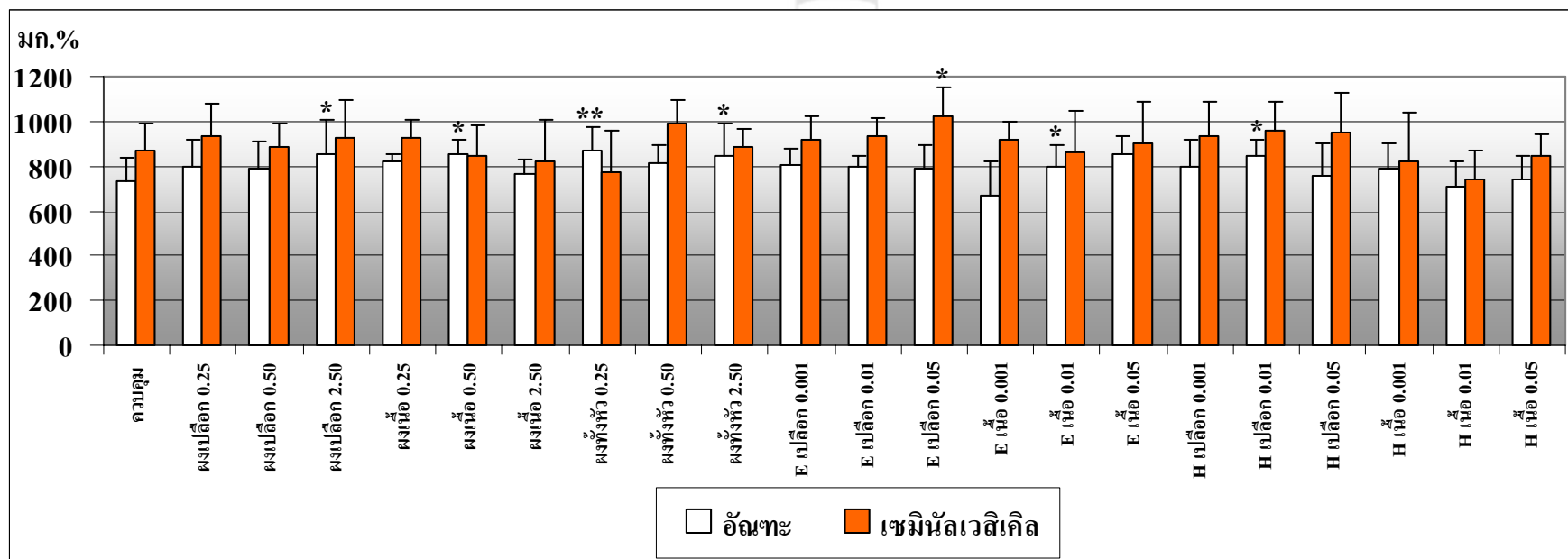
หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.2 น้ำหนักตัวของหนูลิบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.3 นำหนักอัมตะ และเชมินัลเวสเคิลของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง



ตารางที่ 4.4 น้ำหนักและขนาดรอบขาซ้าย และน้ำหนักสองขารวมของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง

| กลุ่ม      |            |       | N<br>(ตัว) | ขาซ้าย         |          |    |             |        | น้ำหนักสองขารวม |          |              |
|------------|------------|-------|------------|----------------|----------|----|-------------|--------|-----------------|----------|--------------|
| สารที่ป้อน | ขนาด (มก.) |       |            | น้ำหนัก (มก.%) |          |    | รอบขา (ซม.) |        |                 | (มก.%)   |              |
| ควบคุม     |            |       | 8          | 4662.88        | ± 951.22 |    | 4.71        | ± 0.36 |                 | 9566.37  | ± 1409.07    |
| ผงป่นแห้ง  | เปลือก     | 0.25  | 8          | 5886.63        | ± 359.53 | ** | 4.74        | ± 0.21 | ns              | 11354.69 | ± 498.23 **  |
|            |            | 0.50  | 8          | 5220.46        | ± 390.41 | *  | 4.59        | ± 0.15 | ns              | 10381.11 | ± 766.45 ns  |
|            |            | 2.50  | 8          | 5253.91        | ± 558.25 | *  | 4.41        | ± 0.16 | ns              | 10579.90 | ± 690.19 *   |
|            | เนื้อ      | 0.25  | 8          | 5345.99        | ± 870.27 | ** | 4.64        | ± 0.41 | ns              | 10383.00 | ± 1440.03 ns |
|            |            | 0.50  | 8          | 5342.68        | ± 363.77 | ** | 4.56        | ± 0.22 | ns              | 10701.72 | ± 777.62 *   |
|            |            | 2.50  | 8          | 4986.70        | ± 353.63 | ns | 4.50        | ± 0.34 | ns              | 9834.66  | ± 399.66 ns  |
|            | ทั้งหัว    | 0.25  | 8          | 5265.85        | ± 275.24 | *  | 4.66        | ± 0.40 | ns              | 10281.96 | ± 409.04 ns  |
|            |            | 0.50  | 8          | 5364.19        | ± 563.58 | ** | 4.84        | ± 0.33 | ns              | 10542.05 | ± 655.32 *   |
|            |            | 2.50  | 8          | 5131.76        | ± 309.13 | ns | 4.61        | ± 0.28 | ns              | 10434.40 | ± 721.65 ns  |
| สารสกัด    | เปลือก     | 0.001 | 8          | 5991.52        | ± 440.91 | ** | 4.94        | ± 0.27 | ns              | 11697.31 | ± 744.01 **  |
| Ethanol    |            | 0.01  | 8          | 5313.93        | ± 474.52 | *  | 4.69        | ± 0.41 | ns              | 10538.63 | ± 647.99 *   |

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

| กลุ่ม      |            |       | N<br>(ตัว) | ขาซ้าย           |    |  |             |    | น้ำหนักสองขา รวม  |    |  |
|------------|------------|-------|------------|------------------|----|--|-------------|----|-------------------|----|--|
| สารที่ป้อน | ขนาด (มก.) |       |            | น้ำหนัก (มก.%)   |    |  | รอบขา (ซม.) |    | (มก.%)            |    |  |
| สารสกัด    | เปลือก     | 0.05  | 8          | 5255.09 ± 457.99 | *  |  | 4.55 ± 0.24 | ns | 10680.87 ± 699.04 | *  |  |
| Ethanol    | เนื้อ      | 0.001 | 8          | 5019.74 ± 227.46 | ns |  | 4.53 ± 0.38 | ns | 10253.50 ± 602.35 | ns |  |
|            |            | 0.01  | 8          | 4838.59 ± 407.85 | ns |  | 4.65 ± 0.38 | ns | 9859.15 ± 658.21  | ns |  |
|            |            | 0.05  | 8          | 5285.88 ± 379.88 | *  |  | 4.76 ± 0.36 | ns | 10736.98 ± 747.23 | ** |  |
| สารสกัด    | เปลือก     | 0.001 | 8          | 5344.27 ± 724.15 | ** |  | 4.61 ± 0.32 | ns | 10528.80 ± 856.65 | ns |  |
| Hexane     |            | 0.01  | 8          | 5200.55 ± 391.39 | *  |  | 4.66 ± 0.21 | ns | 10275.09 ± 715.21 | ns |  |
|            |            | 0.05  | 8          | 4936.12 ± 421.16 | ns |  | 4.79 ± 0.32 | ns | 10131.26 ± 692.15 | ns |  |
|            |            |       |            |                  |    |  |             |    |                   |    |  |
|            | เนื้อ      | 0.001 | 8          | 4915.24 ± 486.86 | ns |  | 4.70 ± 0.43 | ns | 10200.51 ± 611.64 | ns |  |
|            |            | 0.01  | 8          | 4820.14 ± 641.39 | ns |  | 4.61 ± 0.34 | ns | 9674.20 ± 965.62  | ns |  |
|            |            | 0.05  | 8          | 5040.62 ± 394.86 | ns |  | 4.78 ± 0.35 | ns | 10282.64 ± 269.83 | ns |  |

หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

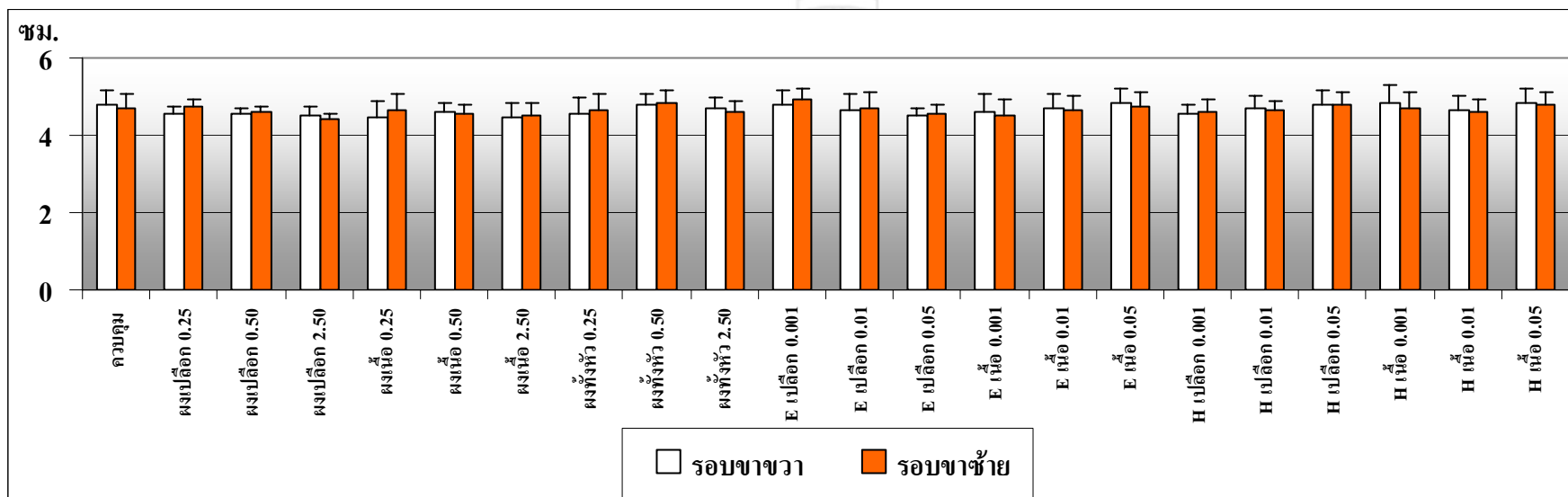
\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4.3 พบว่าน้ำหนักขางาของกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก ขนาด 0.001 มก. เท่านั้น ที่มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ส่วนขนาดของรอบขางา พบว่า ทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.4 พบว่า น้ำหนักขางาย กลุ่มที่ได้รับผงจากเปลือก เนื้อ และทั้งห้วมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นกลุ่มที่ได้รับผงจากเนื้อ 2.50 มก. ที่มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก ทุกกลุ่ม และ สารสกัด Ethanol จากเนื้อ 0.05 มก. มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Hexane มีเพียงกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Hexane จากเปลือก ปริมาณต่ำ คือ ขนาด 0.001 และ 0.01 มก. เท่านั้นที่มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนขนาดของรอบขางาย พบว่า ทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับขางา (ภาพที่ 4.4)

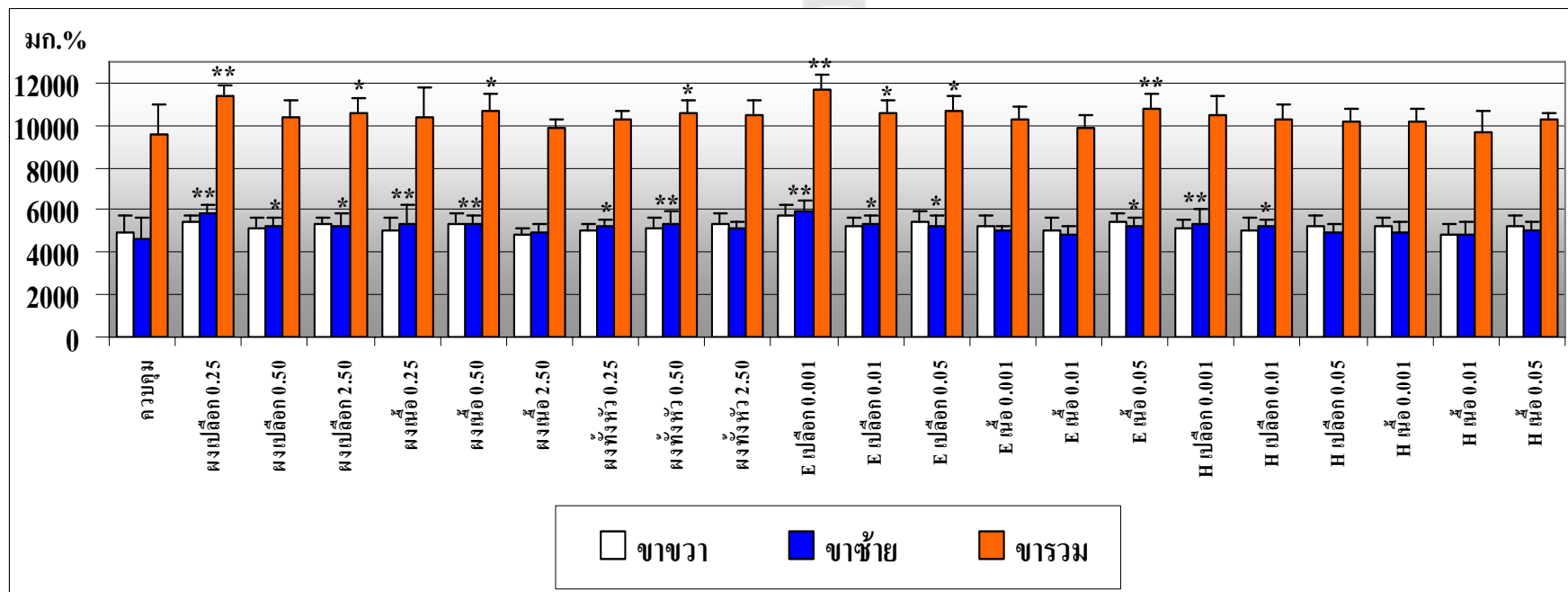
เมื่อพิจารณาน้ำหนักสองขารวมพบว่า กลุ่มที่ได้รับผงจากเปลือก 0.25 และ 2.50 มก. ผงจากเนื้อ 0.50 มก. และผงจากทั้งห้ว 0.50 มก. มีน้ำหนักขารวมมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก ทุกขนาด และ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเนื้อ 0.05 มก. มีน้ำหนักขารวม มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Hexane ทุกกลุ่มมีน้ำหนักขารวม ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 4.5)

และเมื่อพิจารณาผลของน้ำหนักสองขาโดยรวมพบว่า กลุ่มที่มีน้ำหนักสองขารวมมากที่สุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.001 มก. มีน้ำหนักขารวมสูงที่สุด และรองลงมา ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงจากเปลือก 0.25 มก. ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 จึงได้คัดเลือกสารที่ให้หนูถีบจักร 2 กลุ่มนี้ สำหรับใช้ในการทดลองต่อไป



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.4 ขนาดรอบขาของหนุ่ถึบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.5 น้ำหนักของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง

#### 4.2.2 ผลการทดลองเพื่อคัดเลือกระดับของสารจากกวาวเครือแดง

หลังจากที่ได้คัดเลือกระดับของสารจากกวาวเครือแดง ได้แก่ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.001 มก. และผงจากเปลือก 0.25 มก. แล้ว ได้แบ่งขนาดของสารที่คัดเลือกไว้เป็น 3 ระดับ โดยคงระดับเดิมที่คัดเลือกไว้เป็นขนาดระดับปานกลาง แล้วกำหนดขนาดระดับสูงกว่า และขนาดระดับต่ำกว่า เพื่อนำมาป้อนหนูถีบจักร ได้เป็น กลุ่มที่ป้อนผงเปลือกและสารสกัด Ethanol จากเปลือก อย่างละ 3 กลุ่ม เทียบกับกลุ่ม Positive control ที่ป้อนสาร Methoxyisoflavone (Mtx)

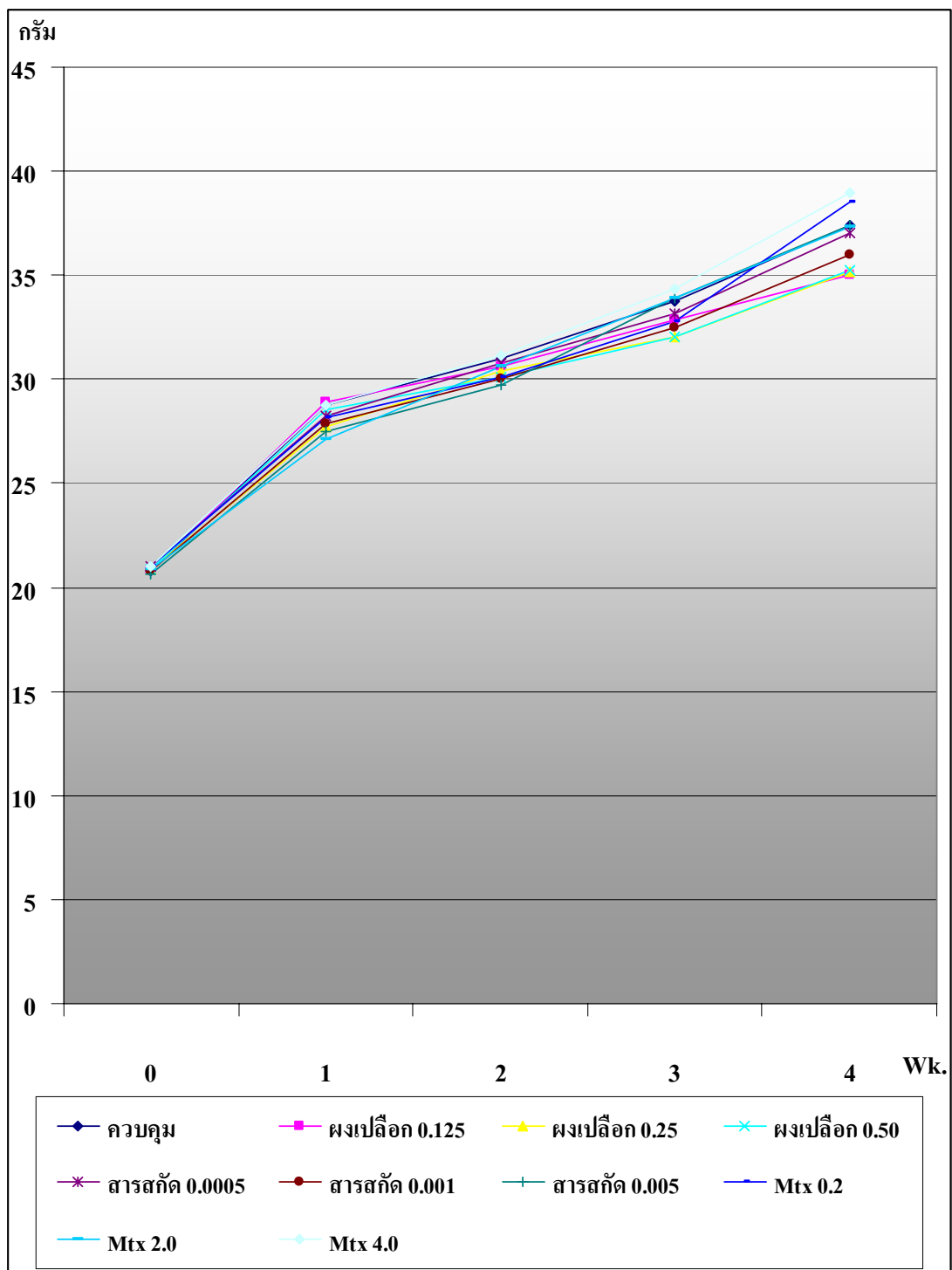
น้ำหนักตัวของหนูถีบจักรที่ได้ชั่งก่อนการทดลอง (สัปดาห์ที่ 0) พบว่ามีน้ำหนักตัวของหนูกลุ่มทดลองทุกกลุ่ม รวมทั้งกลุ่ม Positive control ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ต่อมาในสัปดาห์ที่ 1 พบว่า น้ำหนักตัวของหนูกลุ่มทดลองทุกกลุ่ม และกลุ่ม Positive control ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ยกเว้นกลุ่มที่ป้อนสาร Methoxyisoflavone 2.0 มก. ที่มีน้ำหนักน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และเมื่อชั่งน้ำหนักตัวหนูในสัปดาห์ต่อมาคือสัปดาห์ที่ 2 3 และ 4 พบว่า หนูทุกกลุ่มมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับ และน้ำหนักตัวของหนูกลุ่มทดลองทุกกลุ่ม รวมทั้งกลุ่ม Positive control ทุกกลุ่ม ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักตัวของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกาวเครือแดงสัปดาห์ต่าง ๆ

| กลุ่ม     |            | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ |        |    |       |        |    |       |        |    |       |        |                 |
|-----------|------------|----------------------|--------|----|-------|--------|----|-------|--------|----|-------|--------|-----------------|
| ป้อน      | ขนาด (มก.) | 0                    |        |    | 1     |        |    | 2     |        |    | 3     |        |                 |
| ควบคุม    |            | 20.75                | ± 1.28 |    | 28.75 | ± 2.12 |    | 31.00 | ± 2.07 |    | 33.75 | ± 2.25 | 37.38 ± 2.50    |
| ผงเปลือก  | 0.125      | 20.75                | ± 1.39 | ns | 28.88 | ± 1.96 | ns | 30.63 | ± 1.92 | ns | 32.88 | ± 2.17 | 35.00 ± 2.73 ns |
|           | 0.250      | 20.88                | ± 0.64 | ns | 27.75 | ± 1.49 | ns | 30.38 | ± 1.77 | ns | 32.00 | ± 1.69 | 35.13 ± 1.81 ns |
|           | 0.500      | 20.88                | ± 0.99 | ns | 28.50 | ± 1.20 | ns | 30.13 | ± 1.13 | ns | 32.00 | ± 2.45 | 35.25 ± 2.96 ns |
| สารสกัด   | 0.0005     | 21.00                | ± 0.76 | ns | 28.25 | ± 2.25 | ns | 30.75 | ± 2.66 | ns | 33.13 | ± 2.59 | 37.00 ± 3.16 ns |
| Ethanol   | 0.001      | 20.75                | ± 0.89 | ns | 27.88 | ± 1.13 | ns | 30.00 | ± 1.60 | ns | 32.50 | ± 2.27 | 36.00 ± 2.62 ns |
| จากเปลือก | 0.005      | 20.63                | ± 0.92 | ns | 27.50 | ± 1.60 | ns | 29.75 | ± 1.98 | ns | 33.88 | ± 2.75 | 37.38 ± 2.83 ns |
| Mtx       | 0.20       | 21.00                | ± 1.07 | ns | 28.13 | ± 1.46 | ns | 30.13 | ± 1.64 | ns | 32.75 | ± 1.98 | 38.54 ± 2.14 ns |
|           | 2.00       | 20.88                | ± 0.64 | ns | 27.13 | ± 1.25 | *  | 30.63 | ± 0.74 | ns | 33.88 | ± 0.99 | 37.35 ± 1.36 ns |
|           | 4.00       | 21.00                | ± 0.76 | ns | 28.75 | ± 1.28 | ns | 31.13 | ± 1.64 | ns | 34.38 | ± 1.41 | 38.95 ± 1.15 ns |

หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



ภาพที่ 4.6 น้ำหนักตัวของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกาวเครือแดงสัปดาห์ต่างๆ

ผลต่อน้ำหนักตัวของหนูถีบจักร พบว่าน้ำหนักตัวของหนูกลุ่มทดลองทุกกลุ่ม รวมทั้งกลุ่ม Positive control มีน้ำหนักตัวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.7-4.8

เมื่อพิจารณาน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักร พบว่ากลุ่มทดลองทุกกลุ่ม มีน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius โดยรวมทั้งสองข้าง มากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับกลุ่ม Positive control โดยทั้งสามขนาดที่ป้อนของผงเปลือกและสารสกัด Ethanol จากเปลือกส่งผลต่อน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ที่แตกต่างกันไป จึงได้คัดเลือกขนาดของสาร ที่มีผลให้น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius มากกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งสองข้าง และเป็นขนาดสูงสุด ของสารแต่ละชนิด ดังนั้นสารที่คัดเลือกไว้สำหรับการทดลองในกบนาได้แก่ ผงปนแห้งจาก ส่วนเปลือกกวาวเครือแดง ขนาด 0.50 มก. และ สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง ขนาด 0.005 มก. ที่ให้ผลของน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งข้างขวา ข้างซ้าย และโดยรวมทั้งสองข้าง และยังให้ผลที่ไม่แตกต่างจากกลุ่ม Positive control อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงดังตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.8-4.9

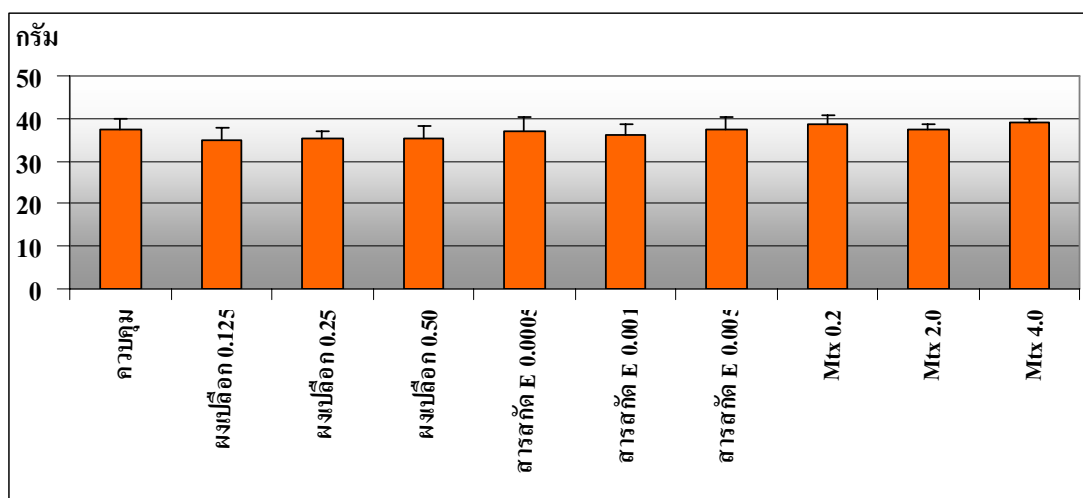


ตารางที่ 4.6 น้ำหนักตัวและน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง

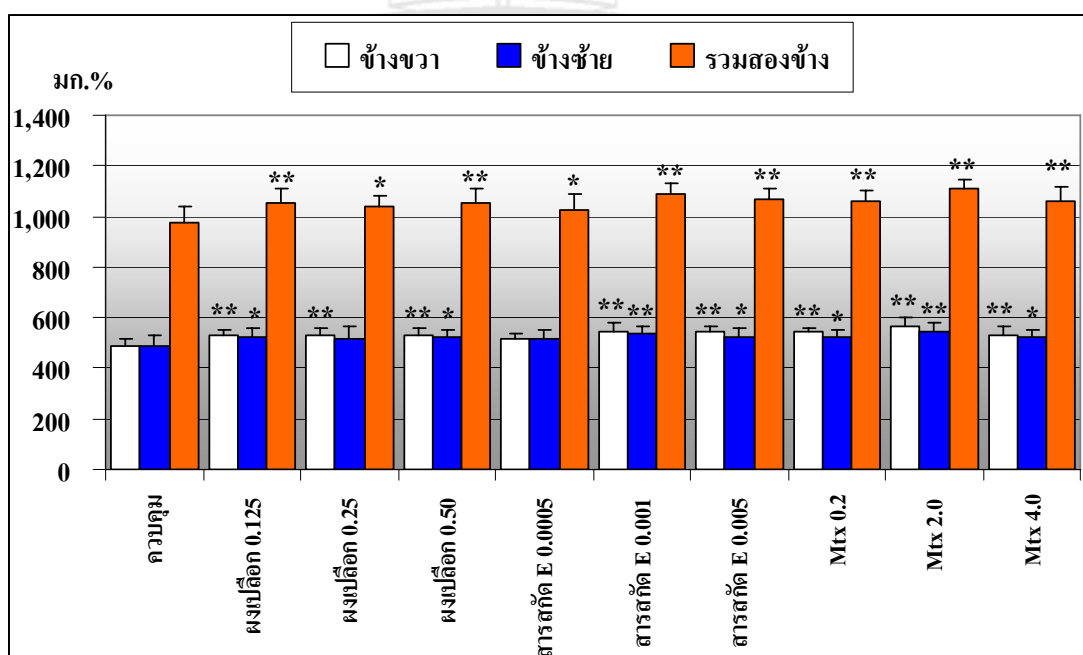
| ป้อน      | กลุ่ม<br>ขนาด (มก.) | N<br>(ตัว) | น้ำหนักตัว<br>(ก.) | Gastrocnemius (มก.%) |                |    |                |    |                 |            |  |  |
|-----------|---------------------|------------|--------------------|----------------------|----------------|----|----------------|----|-----------------|------------|--|--|
|           |                     |            |                    | ข้างขวา              |                |    | ข้างซ้าย       |    |                 | รวมสองข้าง |  |  |
| ควบคุม    |                     | 8          | 37.38 ± 2.50       |                      | 490.69 ± 23.19 |    | 485.88 ± 46.07 |    | 976.57 ± 63.99  |            |  |  |
| ผงเปลือก  | 0.125               | 8          | 35.00 ± 2.73       | ns                   | 529.04 ± 25.79 | ** | 522.55 ± 32.76 | *  | 1051.60 ± 56.12 | **         |  |  |
|           | 0.250               | 8          | 35.13 ± 1.81       | ns                   | 526.83 ± 32.01 | ** | 515.51 ± 51.77 | ns | 1042.34 ± 40.24 | *          |  |  |
|           | 0.500               | 8          | 35.25 ± 2.96       | ns                   | 532.13 ± 27.41 | ** | 524.67 ± 25.33 | *  | 1056.79 ± 49.93 | **         |  |  |
| สารสกัด   | 0.0005              | 8          | 37.00 ± 3.16       | ns                   | 513.68 ± 25.60 | ns | 514.67 ± 37.77 | ns | 1028.35 ± 57.84 | *          |  |  |
| Ethanol   | 0.001               | 8          | 36.00 ± 2.62       | ns                   | 544.87 ± 34.36 | ** | 540.79 ± 23.71 | ** | 1085.66 ± 46.71 | **         |  |  |
| จากเปลือก | 0.005               | 8          | 37.38 ± 2.83       | ns                   | 542.14 ± 23.66 | ** | 522.79 ± 34.13 | *  | 1064.93 ± 48.69 | **         |  |  |
| Mtx       | 0.20                | 8          | 38.54 ± 2.14       | ns                   | 541.80 ± 19.82 | ** | 521.39 ± 28.30 | *  | 1063.19 ± 37.41 | **         |  |  |
|           | 2.00                | 8          | 37.35 ± 1.36       | ns                   | 564.45 ± 33.94 | ** | 546.69 ± 31.89 | ** | 1111.13 ± 34.63 | **         |  |  |
|           | 4.00                | 8          | 38.95 ± 1.15       | ns                   | 532.83 ± 31.38 | ** | 525.61 ± 27.85 | *  | 1058.90 ± 57.96 | **         |  |  |

หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



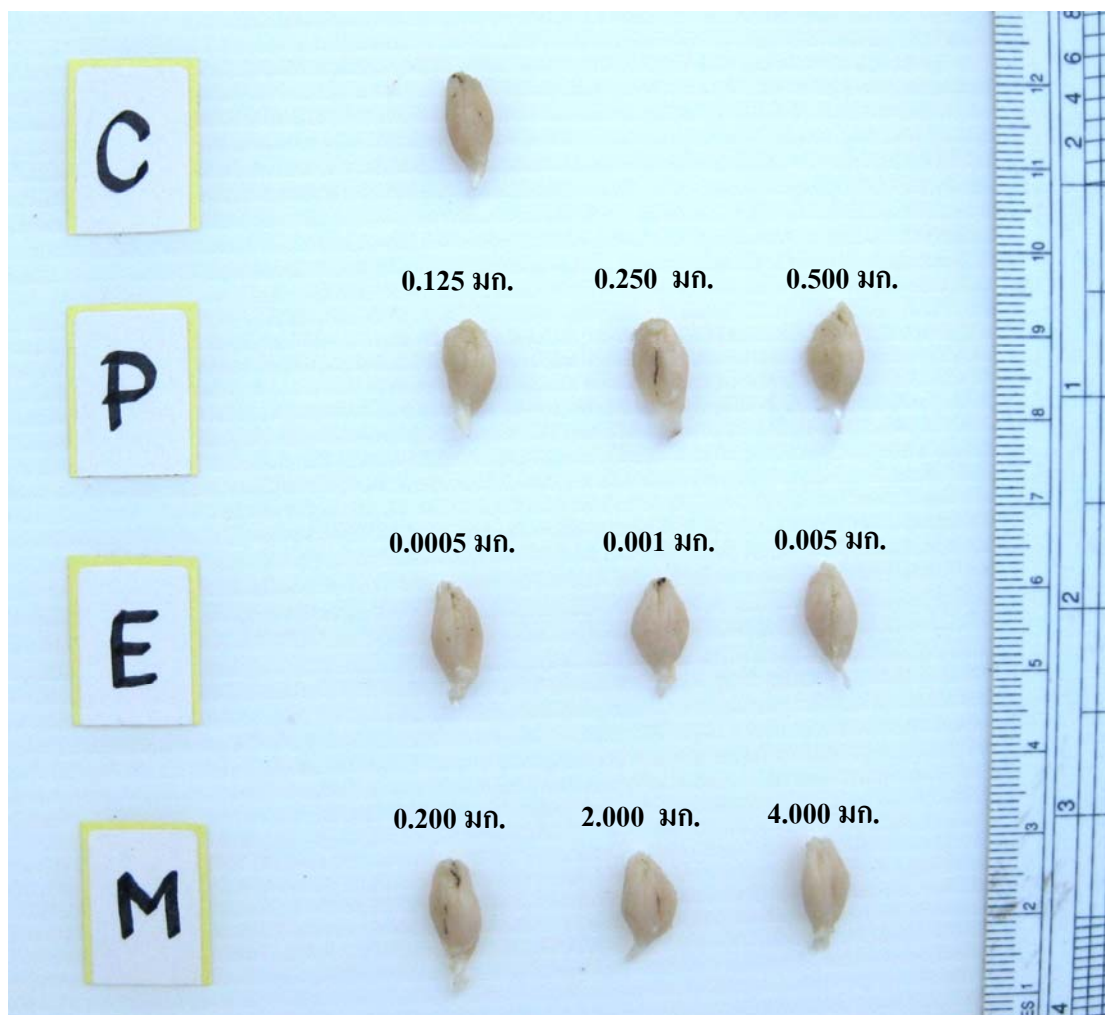
ภาพที่ 4.7 น้ำหนักตัวของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.8 น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง



หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มป้อนผงเปลือก E = กลุ่มป้อนสารสกัด Ethanol  
M = กลุ่มป้อน Methoxyisoflavone

ภาพที่ 4.9 กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากควาวเครือแดง

ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักร พบว่า กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวา มีความกว้างสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสาร Methoxyisoflavone ขนาด 2.00 4.00 0.20 มก. และ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.005 มก. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.0005 และ 0.001 มก. ไม่แตกต่างกับ กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความยาวของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวานั้น กลุ่มที่มีค่า สูงสุดได้แก่ กลุ่มที่ได้รับ Methoxyisoflavone ขนาด 2.00 4.00 0.20 มก. และ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.005 มก. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วน กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.0005 และ 0.001 มก. ไม่แตกต่างกับกลุ่ม ควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ แสดงดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.10

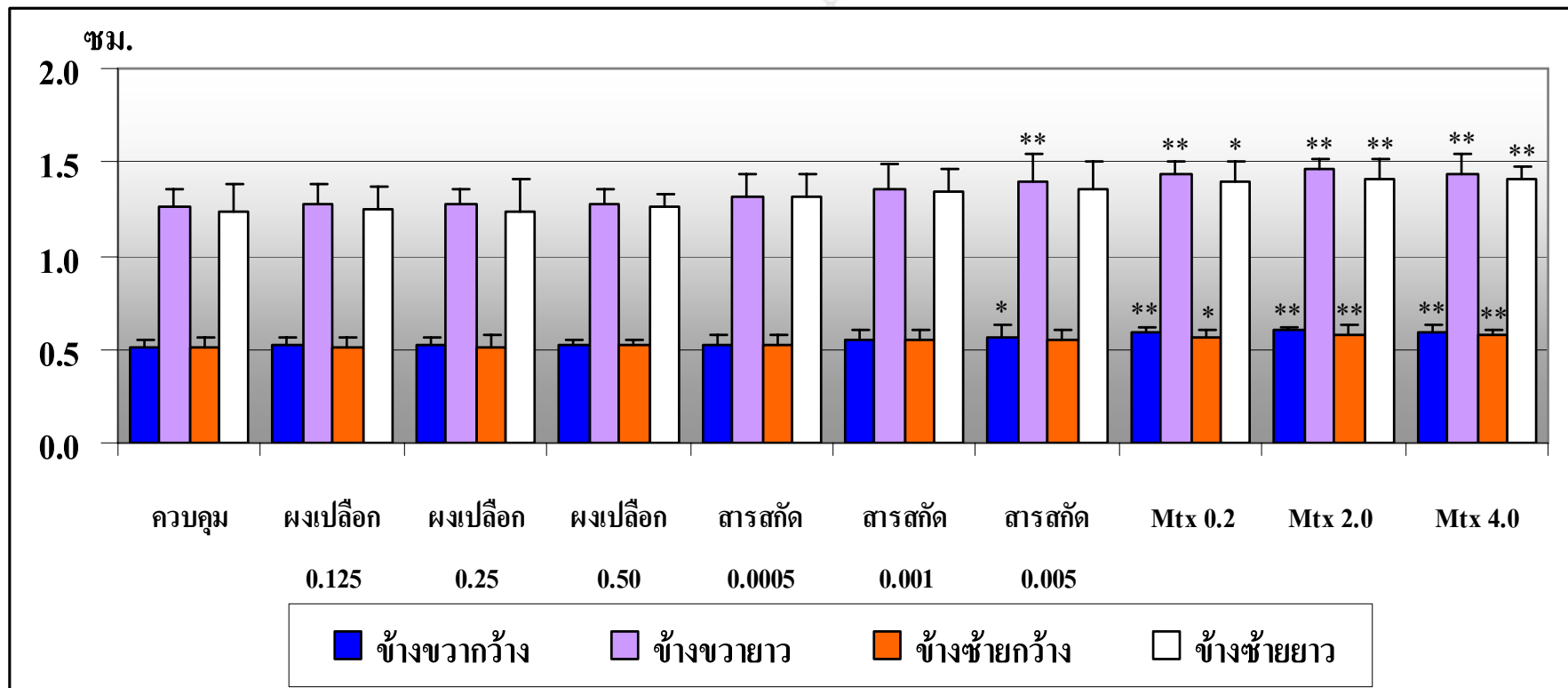
ส่วน Gastrocnemius ข้างซ้ายมีความกว้างสูงสุดได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสาร Methoxyisoflavone ขนาด 2.00 4.00 และ 0.20 มก. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และสารสกัด Ethanol จากเปลือก ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความยาวของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างซ้ายนั้น กลุ่มที่มีค่าสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสาร Methoxyisoflavone ขนาด 2.00 4.00 และ 0.20 มก. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากเปลือกนั้น ไม่ แตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ แสดงดังตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.10

ตารางที่ 4.7 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง

| กลุ่ม     |            | N     | Gastrocnemius ข้างขวา |   |      |           |      |   | Gastrocnemius ข้างซ้าย |    |      |           |      |    |      |   |      |    |
|-----------|------------|-------|-----------------------|---|------|-----------|------|---|------------------------|----|------|-----------|------|----|------|---|------|----|
| ป้อน      | ขนาด (มก.) | (ตัว) | กว้าง (ซม.)           |   |      | ยาว (ซม.) |      |   | กว้าง (ซม.)            |    |      | ยาว (ซม.) |      |    |      |   |      |    |
| ควบคุม    |            | 8     | 0.51                  | ± | 0.04 |           | 1.26 | ± | 0.10                   |    | 0.51 | ±         | 0.06 |    | 1.24 | ± | 0.14 |    |
| ผงเปลือก  | 0.125      | 8     | 0.52                  | ± | 0.05 | ns        | 1.27 | ± | 0.11                   | ns | 0.51 | ±         | 0.05 | ns | 1.25 | ± | 0.12 | ns |
|           | 0.250      | 8     | 0.52                  | ± | 0.04 | ns        | 1.27 | ± | 0.09                   | ns | 0.51 | ±         | 0.07 | ns | 1.24 | ± | 0.17 | ns |
|           | 0.500      | 8     | 0.52                  | ± | 0.03 | ns        | 1.28 | ± | 0.08                   | ns | 0.52 | ±         | 0.03 | ns | 1.26 | ± | 0.07 | ns |
| สารสกัด   | 0.0005     | 8     | 0.53                  | ± | 0.05 | ns        | 1.31 | ± | 0.13                   | ns | 0.53 | ±         | 0.05 | ns | 1.31 | ± | 0.13 | ns |
| Ethanol   | 0.001      | 8     | 0.55                  | ± | 0.06 | ns        | 1.35 | ± | 0.14                   | ns | 0.55 | ±         | 0.05 | ns | 1.34 | ± | 0.12 | ns |
| จากเปลือก | 0.005      | 8     | 0.57                  | ± | 0.06 | *         | 1.40 | ± | 0.14                   | ** | 0.55 | ±         | 0.06 | ns | 1.35 | ± | 0.16 | ns |
| Mtx       | 0.20       | 8     | 0.59                  | ± | 0.03 | **        | 1.44 | ± | 0.07                   | ** | 0.57 | ±         | 0.04 | *  | 1.39 | ± | 0.11 | *  |
|           | 2.00       | 8     | 0.60                  | ± | 0.02 | **        | 1.46 | ± | 0.06                   | ** | 0.58 | ±         | 0.05 | ** | 1.41 | ± | 0.11 | ** |
|           | 4.00       | 8     | 0.59                  | ± | 0.04 | **        | 1.44 | ± | 0.10                   | ** | 0.58 | ±         | 0.03 | ** | 1.41 | ± | 0.07 | ** |

หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.10 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารจากกวาวเครือแดง

### 4.3 ผลการทดลองในกบนา

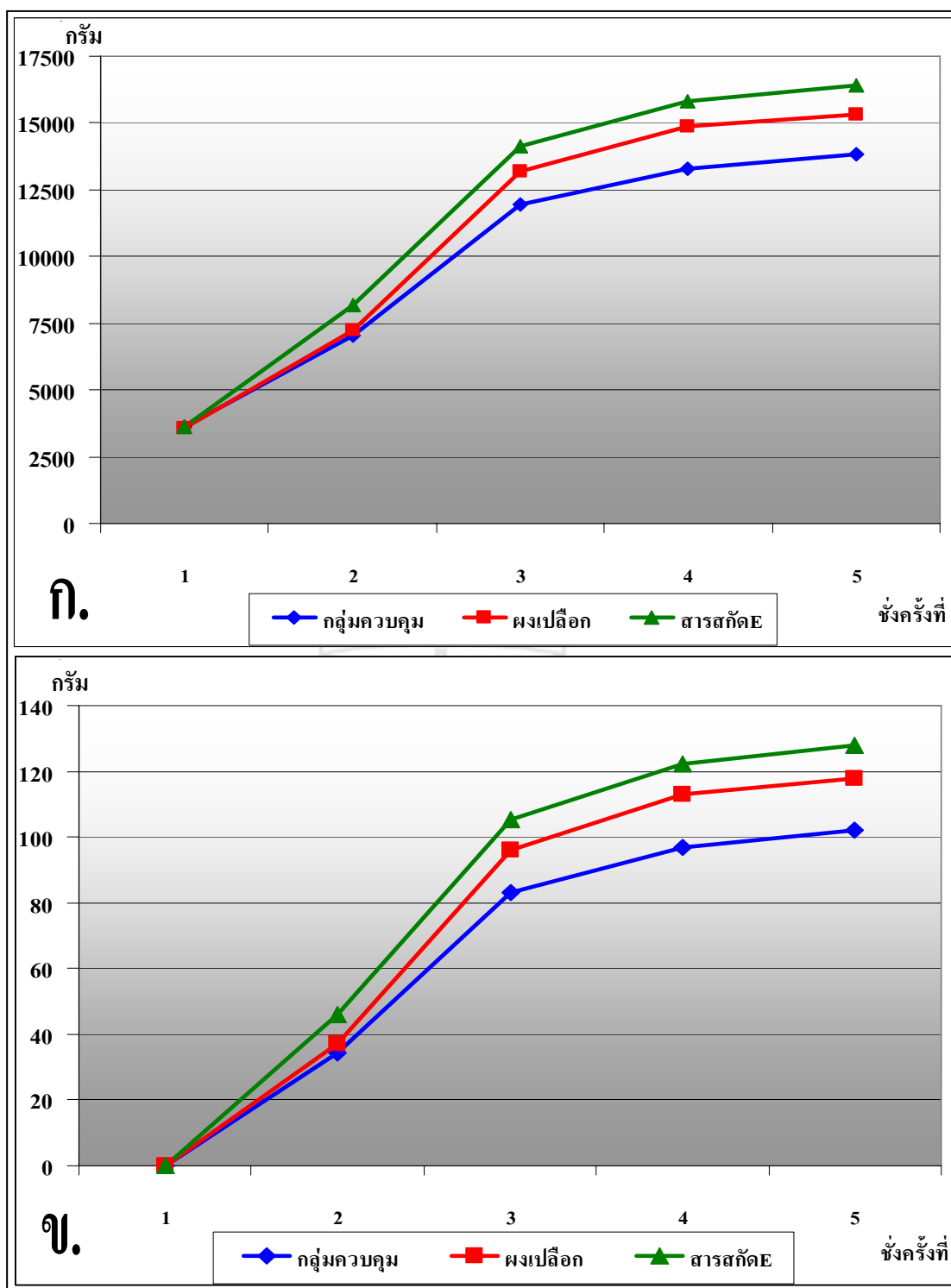
#### 4.3.1 ผลต่อน้ำหนักตัวกบนา

เมื่อนำ ผงป่นแห้ง และสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง ผสมอาหารเลี้ยงกบนา ได้สุ่มกบแต่ละกลุ่ม กลุ่มละ 100 ตัว เพื่อทำการชั่งน้ำหนักในช่วงอายุ 4 6 8 10 และ 12 สัปดาห์ ตามลำดับ พบว่า ผลการชั่งครั้งที่ 1 ซึ่งเป็นการชั่งก่อนการเลี้ยงได้คัดเลือกกบที่มีขนาดใกล้เคียงกัน อายุ 30 วัน (4 สัปดาห์) น้ำหนักเฉลี่ยตัวละ 36 กรัม หรือประมาณ 28 ตัวต่อกิโลกรัม ต่อมาได้ชั่ง น้ำหนักตัวทุก 2 สัปดาห์ โดยสุ่มกลุ่มละ 100 ตัว พบว่า ทุกกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดใน ช่วงอายุ 2-3 สัปดาห์ พิจารณาจากน้ำหนักตัวกบนาที่เพิ่มขึ้น กบอายุ 6 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ให้สารสกัด Ethanol กลุ่มที่ให้ผงเปลือก และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ กบอายุ 8 และ 10 สัปดาห์ กลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol และ กลุ่มที่ให้ผงเปลือก ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน และสูงกว่ากลุ่มควบคุม กบอายุ 12 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ให้สารสกัด Ethanol กลุ่มควบคุม และ กลุ่มที่ให้ผงเปลือก ตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 4.8 และภาพที่ 4.11

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตโดยรวมแล้ว พบว่า กลุ่มที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ให้สารสกัด Ethanol ผงเปลือก และกลุ่มควบคุม ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.11

ตารางที่ 4.8 น้ำหนักตัวของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดงสัปดาห์ต่าง ๆ

| กลุ่ม                  | ช่วง<br>ครั้งที่ | อายุ<br>(สัปดาห์) | น้ำหนักตัว (กรัม) |                  |                     |                  |                      |                  |
|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------------|------------------|----------------------|------------------|
|                        |                  |                   | แต่ละครั้ง        |                  | เพิ่มขึ้นแต่ละครั้ง |                  | เพิ่มขึ้นจากครั้งแรก |                  |
|                        |                  |                   | โดยรวม<br>100 ตัว | เฉลี่ย<br>ต่อตัว | โดยรวม<br>100 ตัว   | เฉลี่ย<br>ต่อตัว | โดยรวม<br>100 ตัว    | เฉลี่ย<br>ต่อตัว |
| กวาวคุม                | 1                | 4                 | 3610              | 36               | -                   | -                | -                    | -                |
|                        | 2                | 6                 | 7020              | 70               | 3410                | 34               | 3410                 | 34               |
|                        | 3                | 8                 | 11940             | 119              | 4920                | 49               | 8330                 | 83               |
|                        | 4                | 10                | 13300             | 133              | 1360                | 14               | 9690                 | 97               |
|                        | 5                | 12                | 13820             | 138              | 520                 | 5                | 10210                | 102              |
| ผง<br>เปลือก           | 1                | 4                 | 3560              | 36               | -                   | -                | -                    | -                |
|                        | 2                | 6                 | 7260              | 73               | 3700                | 37               | 3700                 | 37               |
|                        | 3                | 8                 | 13180             | 132              | 5920                | 59               | 9620                 | 96               |
|                        | 4                | 10                | 14860             | 149              | 1680                | 17               | 11300                | 113              |
|                        | 5                | 12                | 15340             | 153              | 480                 | 4                | 11780                | 118              |
| สาร<br>สกัด<br>Ethanol | 1                | 4                 | 3600              | 36               | -                   | -                | -                    | -                |
|                        | 2                | 6                 | 8200              | 82               | 4600                | 46               | 4600                 | 46               |
|                        | 3                | 8                 | 14120             | 141              | 5920                | 59               | 10520                | 105              |
|                        | 4                | 10                | 15820             | 158              | 1700                | 17               | 12220                | 122              |
|                        | 5                | 12                | 16400             | 164              | 580                 | 6                | 12800                | 128              |



หมายเหตุ. ก. น้ำหนักตัวโดยรวมจากการสุ่มกลุ่มละ 100 ตัว ข. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นจากการช่วงครั้งแรกเฉลี่ยต่อตัว

ภาพที่ 4.11 น้ำหนักตัวของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

#### 4.3.2 ผลต่อน้ำหนักตัวและส่วนขาของกบนา

หลังจากที่ทำการเลี้ยงกบนาเป็นเวลา 60 วัน ได้สุ่มจับกบนากลุ่มละ 40 ตัว โดยได้แยกเพศ แบ่งเป็นตัวผู้และตัวเมียกลุ่มละ 20 ตัว ทำการชั่งน้ำหนักตัว และน้ำหนักส่วนขา ซึ่งกบนาทุกกลุ่ม ตัวเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าตัวผู้ น้ำหนักตัวของกบนาตัวผู้กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับน้ำหนักส่วนขา ที่ให้ผลเช่นเดียวกัน

น้ำหนักตัวของกบนาตัวเมีย พบว่า กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้ มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนน้ำหนักส่วนขาพบว่า กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

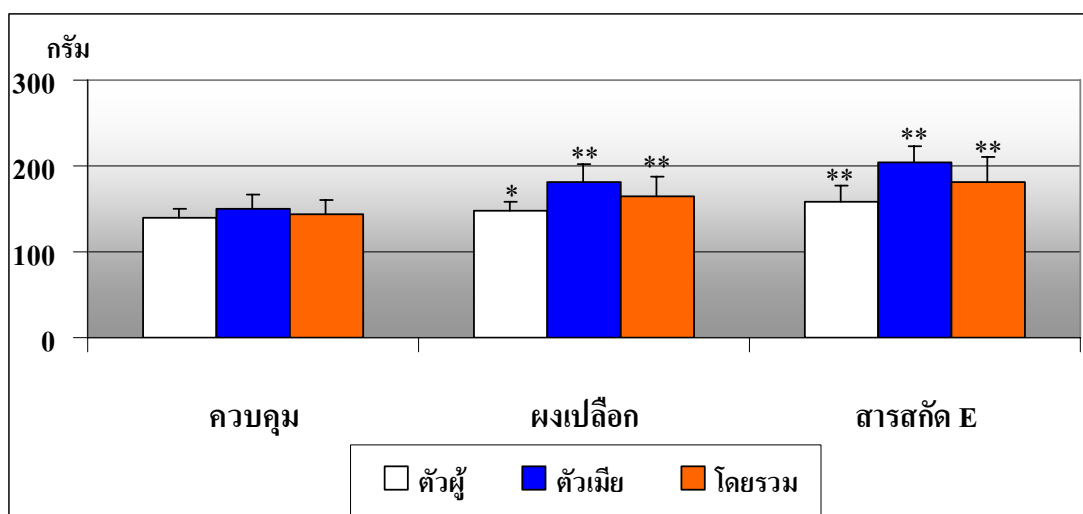
และเมื่อพิจารณาน้ำหนักตัวของกบนาโดยรวมทั้งสองเพศนั้น พบว่า กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนน้ำหนักส่วนขาพบว่า กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol ทั้งสองกลุ่มมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงดังตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.12-4.16

ตารางที่ 4.9 น้ำหนักตัวและส่วนขาของกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง

| เพศ  | กลุ่ม           | N  | น้ำหนักตัว<br>(กรัม) |   |          | น้ำหนักส่วนขา<br>(กรัม%) |   |         |
|------|-----------------|----|----------------------|---|----------|--------------------------|---|---------|
| ผู้  | ควบคุม          | 20 | 139.15               | ± | 11.26    | 43.45                    | ± | 2.72    |
|      | ผงเปลือก        | 20 | 148.20               | ± | 10.29    | 45.82                    | ± | 3.14 *  |
|      | สารสกัด Ethanol | 20 | 159.25               | ± | 18.33 ** | 46.69                    | ± | 2.86 ** |
| เมีย | ควบคุม          | 20 | 150.00               | ± | 16.24    | 42.09                    | ± | 3.71    |
|      | ผงเปลือก        | 20 | 180.45               | ± | 21.75 ** | 55.85                    | ± | 3.78 ** |
|      | สารสกัด Ethanol | 20 | 204.70               | ± | 18.24 ** | 46.96                    | ± | 3.32 ** |
| รวม  | ควบคุม          | 40 | 144.58               | ± | 14.85    | 42.77                    | ± | 3.29    |
|      | ผงเปลือก        | 40 | 164.33               | ± | 23.43 ** | 53.83                    | ± | 6.13 ** |
|      | สารสกัด Ethanol | 40 | 181.98               | ± | 29.25 ** | 46.83                    | ± | 3.06 ** |

หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

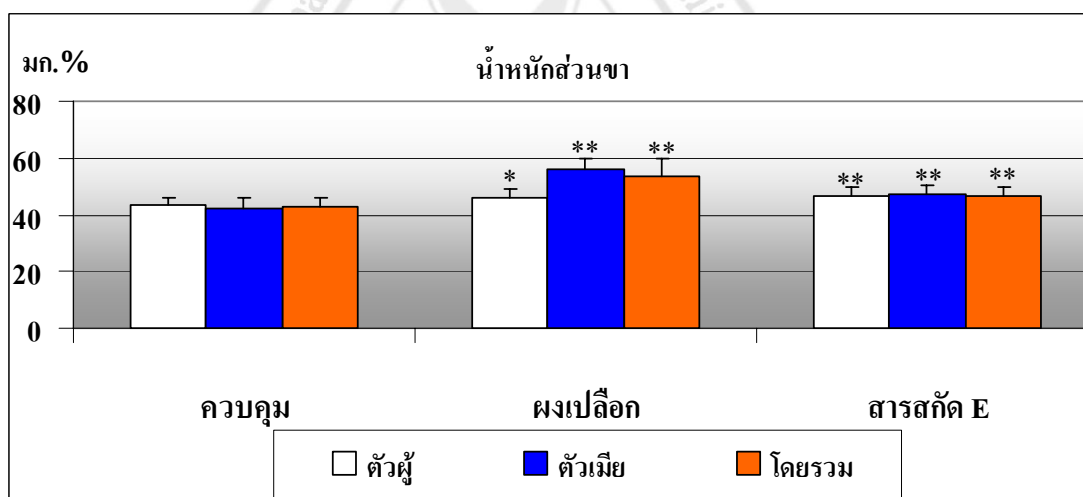
\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.12 น้ำหนักตัวของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.13 น้ำหนักรับน้ำของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง



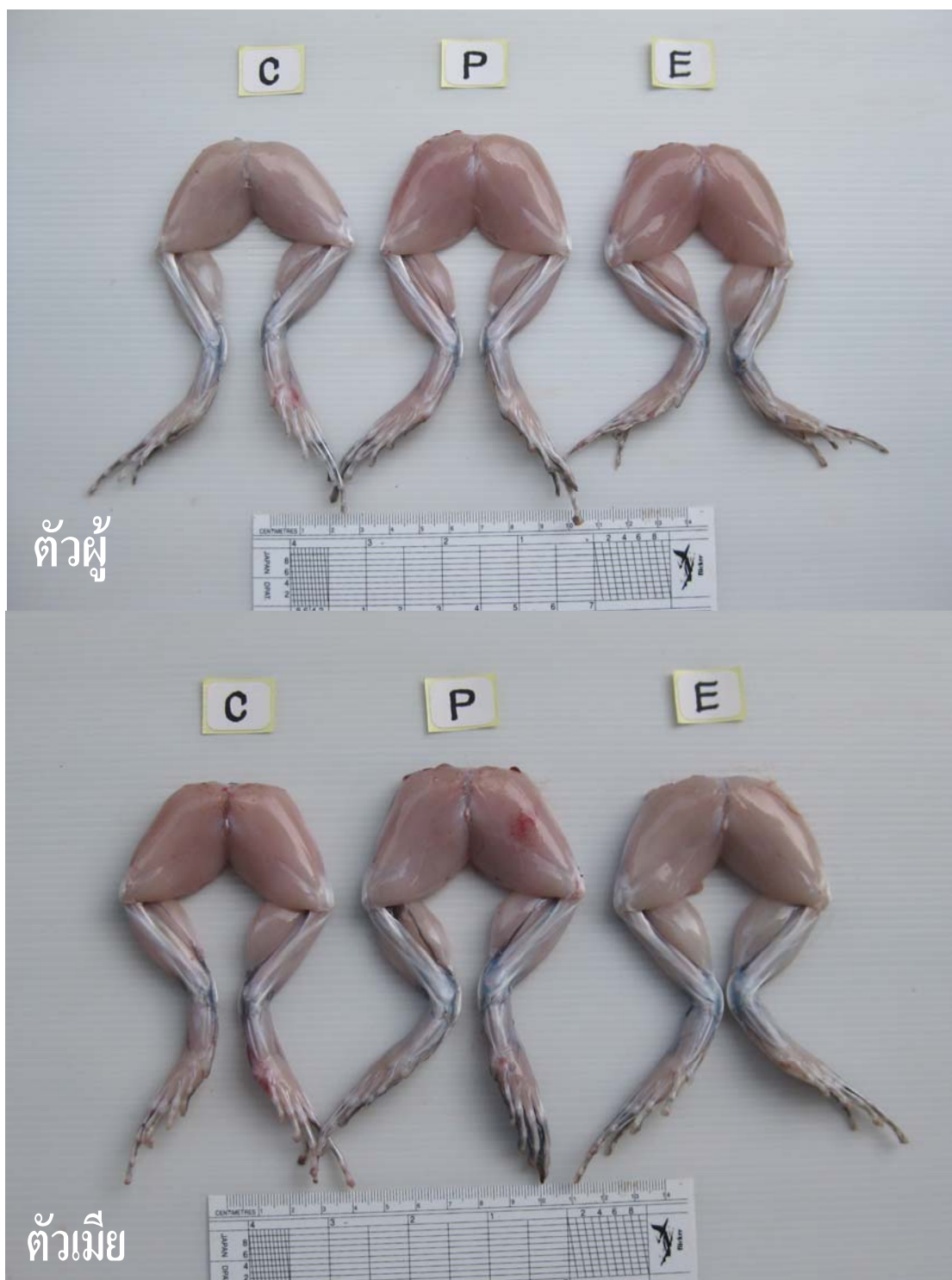
หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก E = กลุ่มที่ได้รับสารสกัดEthanol

ภาพที่ 4.14 ขนาดของกบนาตัวผู้ที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง



หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก E = กลุ่มที่ได้รับสารสกัดEthanol

ภาพที่ 4.15 ขนาดของกบนาตัวเมียที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง



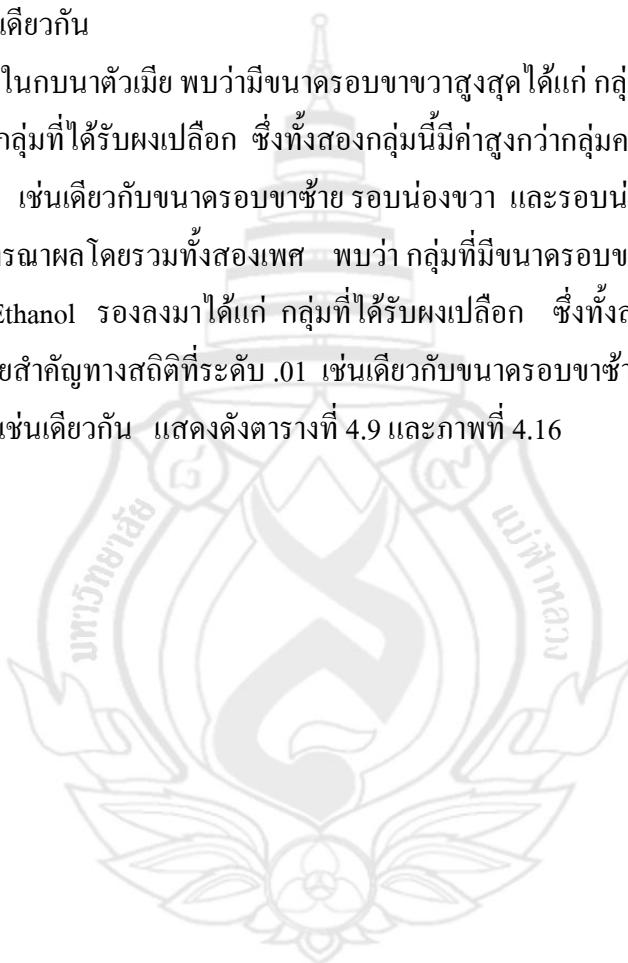
หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก E = กลุ่มที่ได้รับสารสกัดEthanol

ภาพที่ 4.16 ส่วนขาของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

ผลต่อขนาดรอบขา (รอบกระดูก femur) ของกบนาที่ได้รับสารจากกาวเคโรแดง ได้พบว่า กบนาตัวผู้ มีขนาดรอบขาสูงสุดได้แก่ กลุ่มสารสกัด Ethanol และรองลงมาได้แก่ กลุ่มผงเปลือก ทั้งสองกลุ่มนี้ มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับรอบขาซ้าย ที่ให้ผลเช่นเดียวกัน ส่วนขนาดรอบน่อง (รอบกระดูก tibiofibula) ของกบนาตัวผู้ ได้พบว่า ขนาดรอบน่องขาสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับขนาดรอบน่อง ซ้าย ที่ให้ผลเช่นเดียวกัน

ส่วนผลในกบนาตัวเมีย พบว่ามีขนาดรอบขาขาสูงสุดได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับขนาดรอบขาซ้าย รอบน่องขวา และรอบน่องซ้ายที่ให้ผลเช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาผลโดยรวมทั้งสองเพศ พบว่า กลุ่มที่มีขนาดรอบขาขาสูงสุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้ มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับขนาดรอบขาซ้าย รอบน่องขวา และรอบน่องซ้ายที่ให้ผลเช่นเดียวกัน แสดงดังตารางที่ 4.9 และภาพที่ 4.16

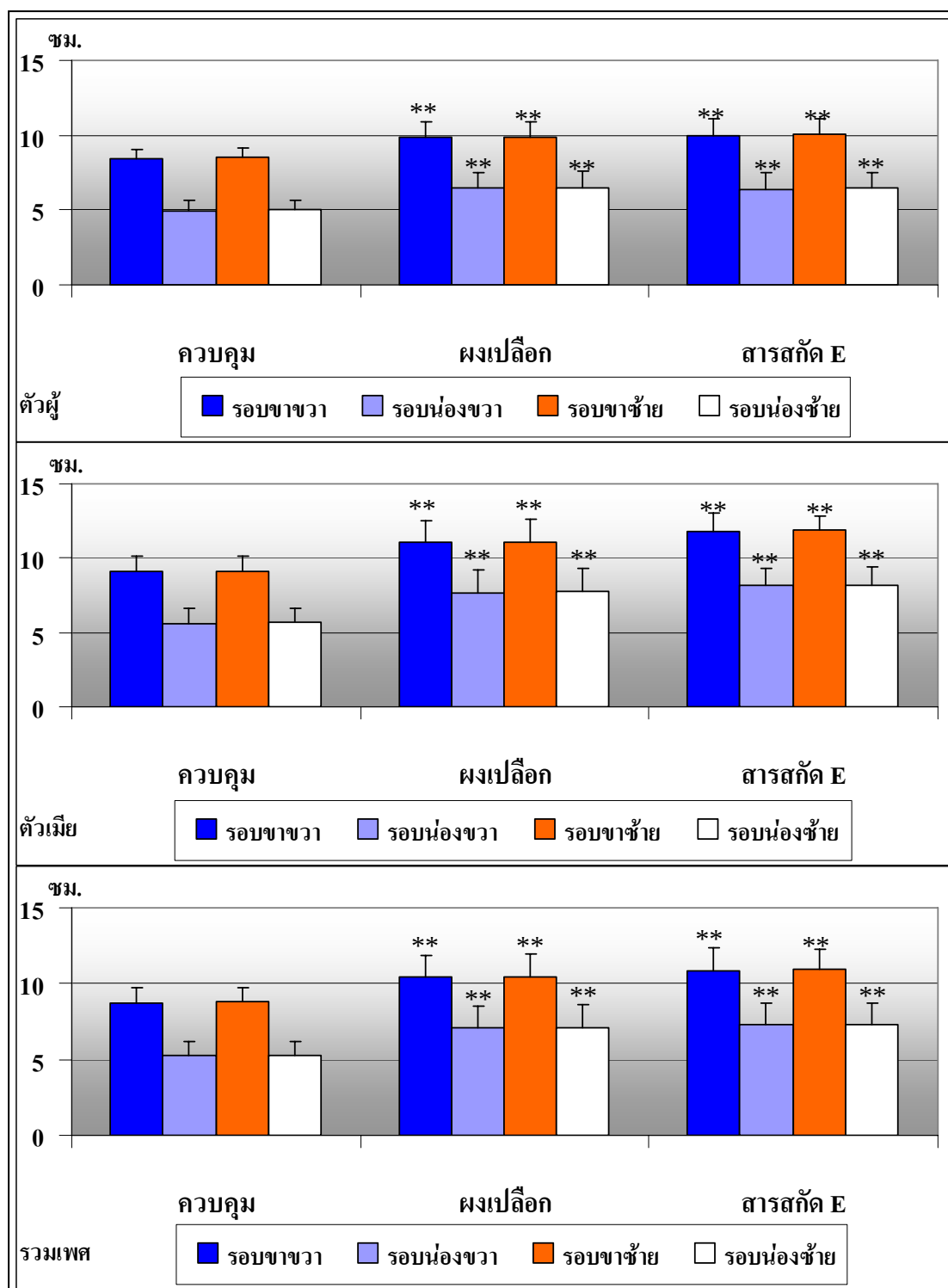


ตารางที่ 4.10 ขนาดรอบขาและรอบน่องของกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง

| เพศ  | กลุ่ม           | N  | รอบขาขวา |   |      | รอบน่องขวา |      |      | รอบขาซ้าย |    |       | รอบน่องซ้าย |      |      |
|------|-----------------|----|----------|---|------|------------|------|------|-----------|----|-------|-------------|------|------|
|      |                 |    | (ซม.)    |   |      | (ซม.)      |      |      | (ซม.)     |    |       | (ซม.)       |      |      |
| ผู้  | ควบคุม          | 20 | 8.41     | ± | 0.67 | 4.97       | ±    | 0.71 | 8.49      | ±  | 0.68  | 5.01        | ±    | 0.67 |
|      | ผงเปลือก        | 20 | 9.84     | ± | 1.06 | **         | 6.46 | ±    | 1.09      | ** | 9.87  | ±           | 1.05 | **   |
|      | สารสกัด Ethanol | 20 | 9.94     | ± | 1.14 | **         | 6.40 | ±    | 1.12      | ** | 10.02 | ±           | 1.04 | **   |
| เมีย | ควบคุม          | 20 | 9.10     | ± | 1.05 |            | 5.57 | ±    | 1.03      |    | 9.13  | ±           | 0.96 |      |
|      | ผงเปลือก        | 20 | 11.06    | ± | 1.47 | **         | 7.70 | ±    | 1.52      | ** | 11.09 | ±           | 1.55 | **   |
|      | สารสกัด Ethanol | 20 | 11.82    | ± | 1.18 | **         | 8.17 | ±    | 1.15      | ** | 11.85 | ±           | 1.01 | **   |
| รวม  | ควบคุม          | 40 | 8.75     | ± | 0.94 |            | 5.27 | ±    | 0.93      |    | 8.81  | ±           | 0.88 |      |
|      | ผงเปลือก        | 40 | 10.45    | ± | 1.41 | **         | 7.08 | ±    | 1.45      | ** | 10.48 | ±           | 1.45 | **   |
|      | สารสกัด Ethanol | 40 | 10.88    | ± | 1.49 | **         | 7.28 | ±    | 1.43      | ** | 10.94 | ±           | 1.37 | **   |

หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.17 ขนาดรอบขาและรอบน้องของกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง

### 4.3.3 ผลต่อน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนา

ได้ผ่าตัดแยกกล้ามเนื้อ Gastrocnemius เพื่อชั่งน้ำหนักเทียบกับน้ำหนักตัว พบว่ากบนาตัวผู้ กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวา กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างซ้าย กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีค่าสูงสุดและสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกบนาตัวผู้ที่ได้รับผงเปลือก ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) และเมื่อพิจารณาผลโดยรวมทั้งสองข้าง พบว่ากล้ามเนื้อ Gastrocnemius กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

ผลของกบนาตัวเมีย พบว่า กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวากลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีค่าสูงสุด รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างซ้าย และโดยรวมทั้งสองข้าง ที่ให้ผลเช่นเดียวกัน

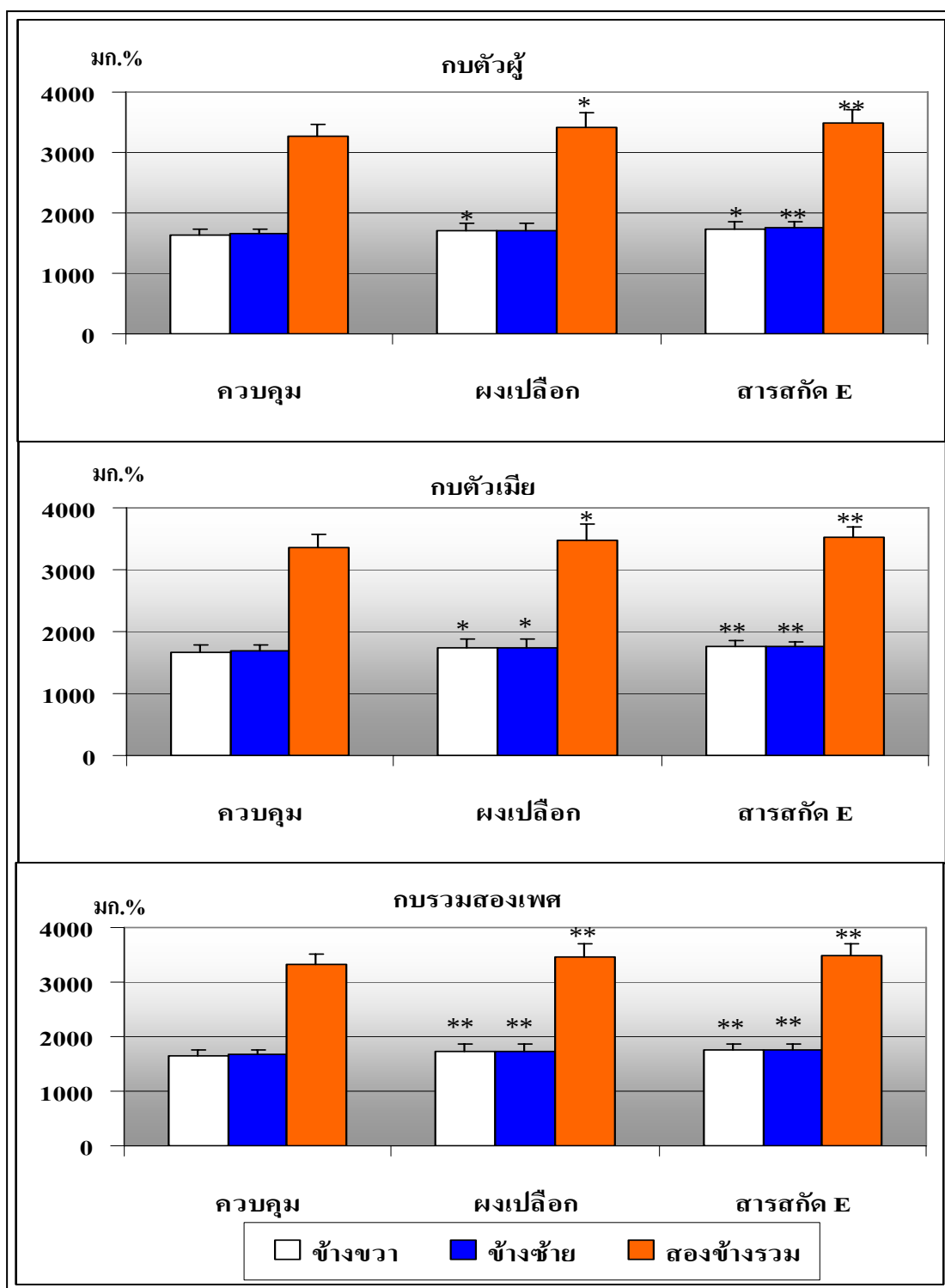
เมื่อพิจารณาน้ำหนักของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius โดยรวมทั้งสองเพศ พบว่า น้ำหนักของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวา สูงที่สุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับ น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างซ้าย และโดยรวมทั้งสองข้างที่ให้ผลเช่นเดียวกัน กับน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวา แสดงดังตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.18-4.19

ตารางที่ 4.11 น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง

| เพศ  | กลุ่ม    | ข้างขวา<br>(มก.%) |             | ข้างซ้าย<br>(มก.%) |             | สองข้างรวม<br>(มก.%) |             |
|------|----------|-------------------|-------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------|
| ผู้  | ควบคุม   | 1630.83           | ± 91.32     | 1647.56            | ± 89.94     | 3278.38              | ± 175.82    |
|      | ผงเปลือก | 1708.56           | ± 131.60 *  | 1711.31            | ± 126.69 ns | 3419.87              | ± 249.66 *  |
|      | สารสกัด  | 1728.77           | ± 131.57 *  | 1747.21            | ± 112.26 ** | 3475.99              | ± 233.77 ** |
|      | Ethanol  |                   |             |                    |             |                      |             |
| เมีย | ควบคุม   | 1666.34           | ± 108.56    | 1683.82            | ± 108.01    | 3350.16              | ± 214.35    |
|      | ผงเปลือก | 1733.85           | ± 145.21 *  | 1740.71            | ± 133.36 *  | 3474.56              | ± 273.02 *  |
|      | สารสกัด  | 1758.11           | ± 88.56 **  | 1760.57            | ± 84.42 **  | 3518.68              | ± 160.29 ** |
|      | Ethanol  |                   |             |                    |             |                      |             |
| รวม  | ควบคุม   | 1648.58           | ± 100.63    | 1665.69            | ± 99.81     | 3314.27              | ± 196.89    |
|      | ผงเปลือก | 1721.21           | ± 137.38 ** | 1726.01            | ± 129.25 ** | 3447.22              | ± 259.71 ** |
|      | สารสกัด  | 1743.44           | ± 111.69 ** | 1753.89            | ± 98.27 **  | 3497.33              | ± 199.02 ** |
|      | Ethanol  |                   |             |                    |             |                      |             |

หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

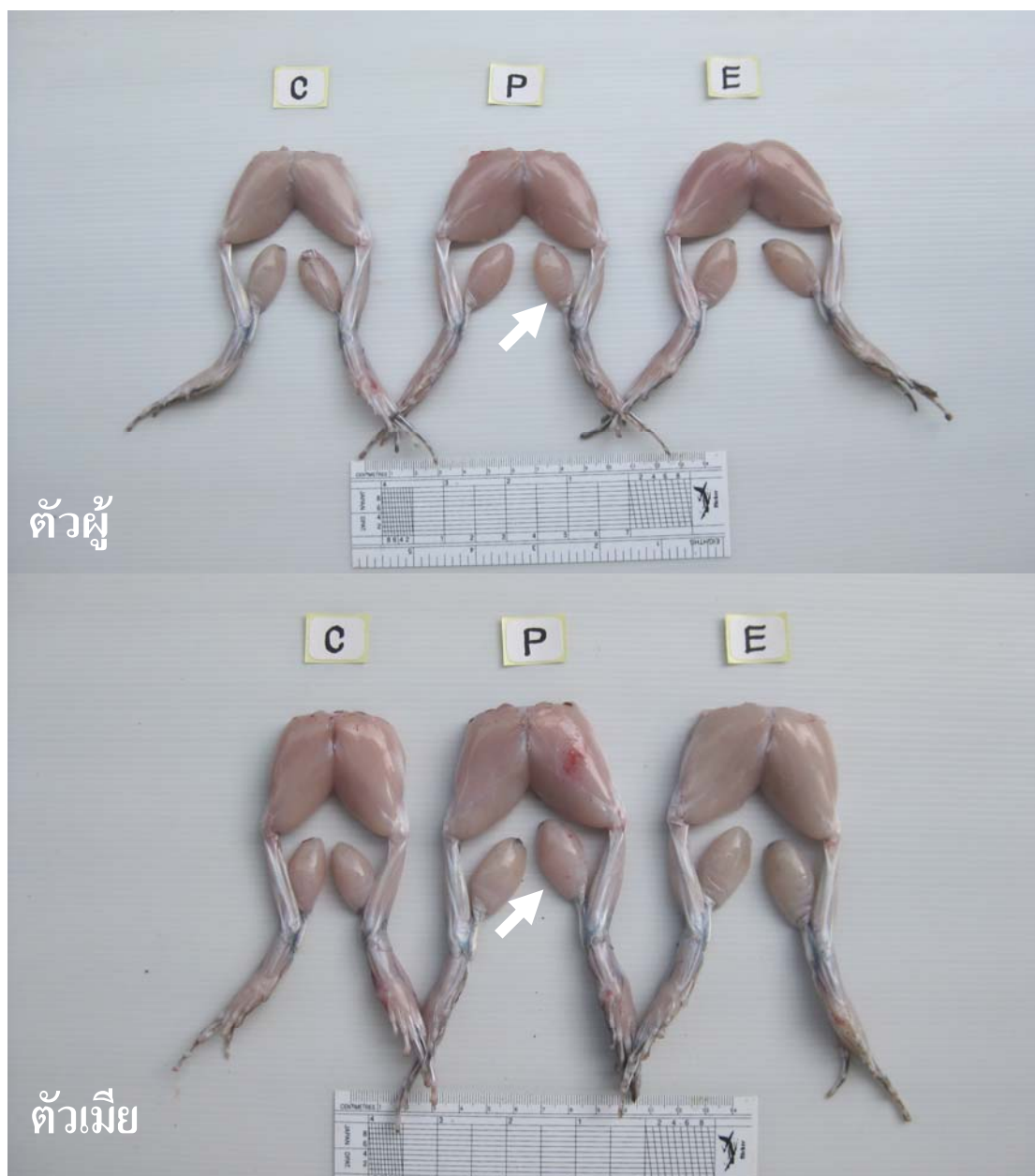
\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.18 น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง



หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก E = กลุ่มที่ได้รับสารสกัดEthanol

ภาพที่ 4.19 กล้ามเนื้อ Gastrocnemius (สรชี) ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาตัวผู้ พบว่า กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวา มีความกว้างสูงสุดได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol และสูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความยาวของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius กลุ่มที่มีค่า สูงสุดได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่า กลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างซ้าย ที่มีความกว้างสูงสุดได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ความยาวกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ที่มีค่าสูงสุดได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลของกบนาตัวเมีย พบว่า ขนาดความกว้าง กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวากลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีค่าสูงที่สุด และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความยาวของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius สูงที่สุดได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol ซึ่งทั้งสองกลุ่ม มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับความกว้างและความยาวของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างซ้าย ที่ให้ผลเช่นเดียวกัน

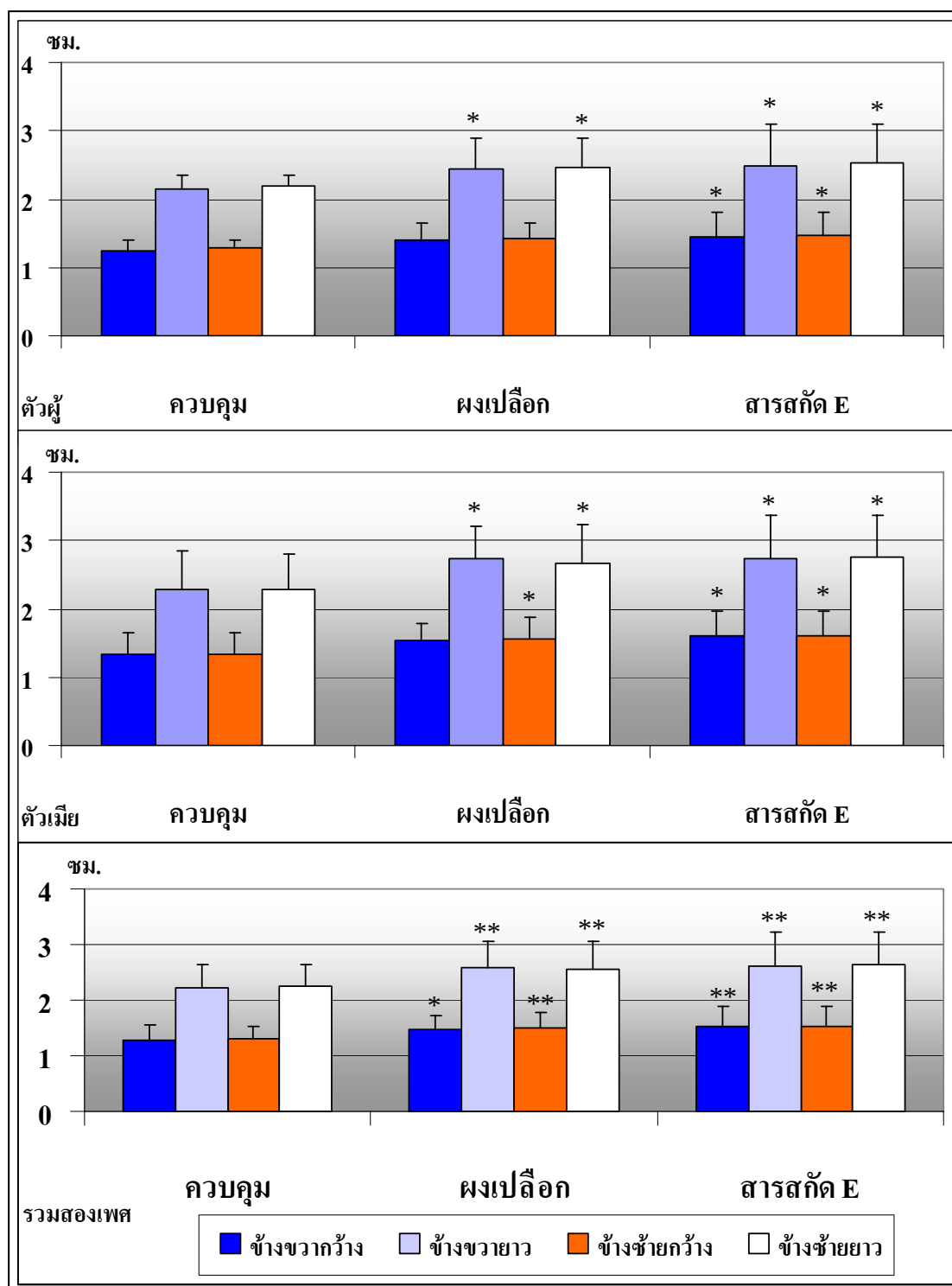
เมื่อพิจารณาขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius โดยรวมทั้งสองเพศ พบว่า ความกว้างของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวา สูงที่สุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ เช่นเดียวกับ ความยาวของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างขวา และความกว้างและความยาวของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ข้างซ้าย ที่ให้ผลเช่นเดียวกัน คือ ที่สูงที่สุด ได้แก่ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol รองลงมาได้แก่ กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงดังตารางที่ 4.12 และภาพที่ 4.20-4.21

ตารางที่ 4.12 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากควาวเครือแดง

| เพศ  | กลุ่ม           | N  | Gastrocnemius ข้างขวา |   |      |    |           |   |      | Gastrocnemius ข้างซ้าย |      |   |      |           |      |   |      |    |
|------|-----------------|----|-----------------------|---|------|----|-----------|---|------|------------------------|------|---|------|-----------|------|---|------|----|
|      |                 |    | กว้าง (ซม.)           |   |      |    | ยาว (ซม.) |   |      | กว้าง (ซม.)            |      |   |      | ยาว (ซม.) |      |   |      |    |
| ผู้  | ควบคุม          | 20 | 1.25                  | ± | 0.16 |    | 2.14      | ± | 0.20 |                        | 1.28 | ± | 0.13 |           | 2.19 | ± | 0.17 |    |
|      | ผงเปลือก        | 20 | 1.41                  | ± | 0.23 | ns | 2.44      | ± | 0.45 | *                      | 1.43 | ± | 0.23 | ns        | 2.46 | ± | 0.43 | *  |
|      | สารสกัด Ethanol | 20 | 1.45                  | ± | 0.36 | *  | 2.48      | ± | 0.62 | *                      | 1.48 | ± | 0.33 | *         | 2.52 | ± | 0.57 | *  |
| เมีย | ควบคุม          | 20 | 1.33                  | ± | 0.33 |    | 2.28      | ± | 0.57 |                        | 1.34 | ± | 0.30 |           | 2.29 | ± | 0.52 |    |
|      | ผงเปลือก        | 20 | 1.53                  | ± | 0.26 | ns | 2.74      | ± | 0.46 | *                      | 1.55 | ± | 0.33 | *         | 2.67 | ± | 0.56 | *  |
|      | สารสกัด Ethanol | 20 | 1.60                  | ± | 0.37 | *  | 2.73      | ± | 0.64 | *                      | 1.61 | ± | 0.36 | *         | 2.75 | ± | 0.61 | *  |
| รวม  | ควบคุม          | 40 | 1.29                  | ± | 0.26 |    | 2.21      | ± | 0.43 |                        | 1.31 | ± | 0.23 |           | 2.24 | ± | 0.39 |    |
|      | ผงเปลือก        | 40 | 1.47                  | ± | 0.25 | *  | 2.59      | ± | 0.47 | **                     | 1.49 | ± | 0.29 | **        | 2.56 | ± | 0.50 | ** |
|      | สารสกัด Ethanol | 40 | 1.53                  | ± | 0.37 | ** | 2.60      | ± | 0.63 | **                     | 1.54 | ± | 0.35 | **        | 2.64 | ± | 0.59 | ** |

หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.20 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง



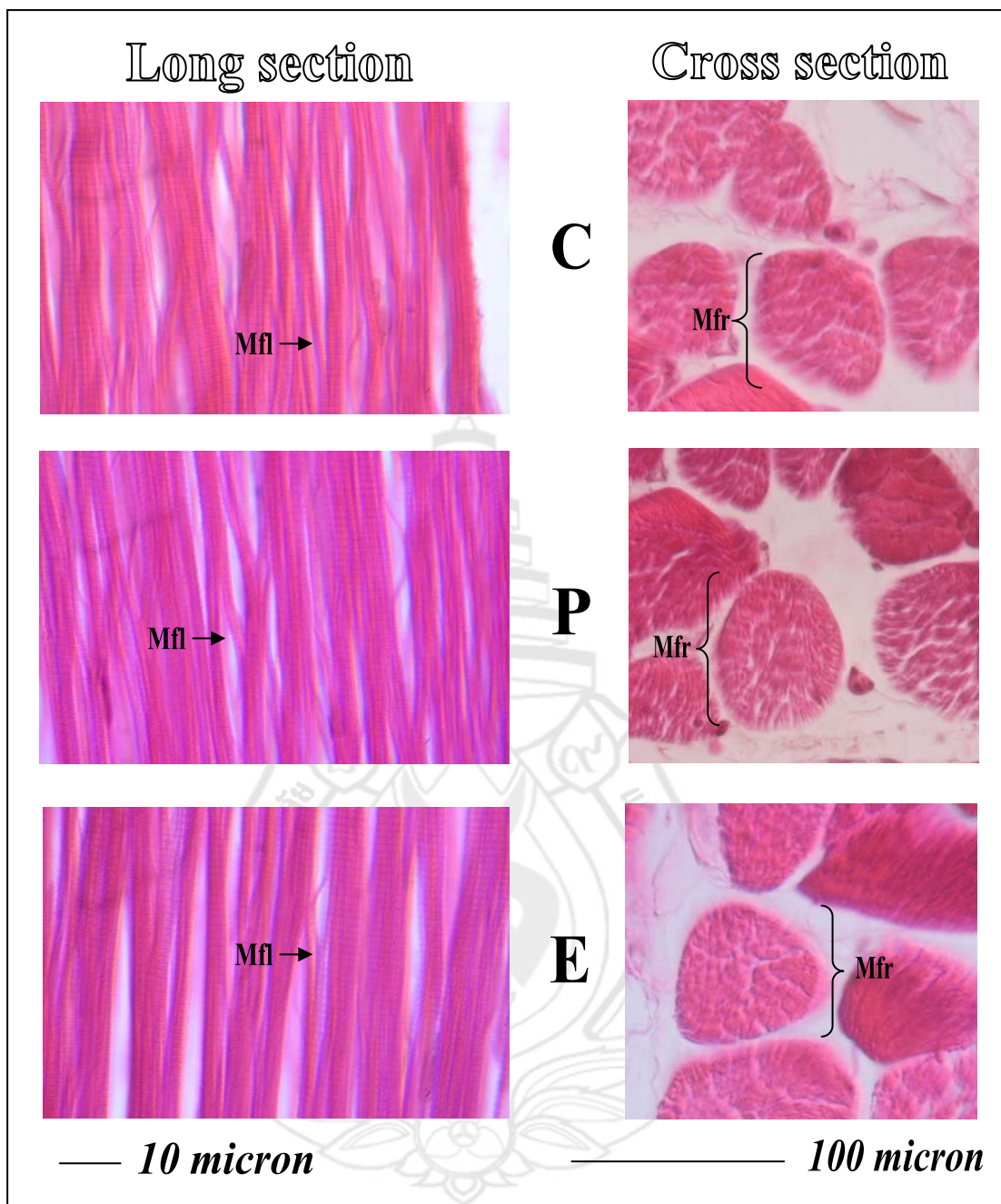
หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก E = กลุ่มที่ได้รับสารสกัดEthanol

ภาพที่ 4.21 กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

#### 4.3.4 ผลทางเนื้อเยื่อวิทยา กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนา

เมื่อนำกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนา ที่ได้รับผงปูนแห้ง และสารสกัด Ethanol จาก กวาวเครือแดง นำมาศึกษาผลทางเนื้อเยื่อวิทยาโดยทำการตัดเนื้อเยื่อแนวยาว (Longitudinal section) และแนขวาง (Cross section) พบว่าเนื้อเยื่อติดสี Eosin ได้ดีกว่า Hematoxylin จึงทำให้เนื้อเยื่อมีสี ชมพูของสี Eosin มากกว่าสี Hematoxylin เนื้อเยื่อที่ตัดตามแนขวาง (Cross section) ที่กำลังขยาย 1000 เท่า สามารถเห็นกลุ่มของ เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) ได้ แต่ไม่ชัดเจนนัก มีลักษณะเป็น กลุ่มเส้นใยย่อยรวมกันเป็นมัดรูปทรงกลม ส่วนใหญ่แล้วจะเห็นขอบเขตไม่ชัดเจน ส่วนเส้นใยย่อย (Myofibril) แต่ละเส้น ติดสีชมพู เห็นขอบเขตไม่ชัดเจน เนื่องจากมีขนาดเล็ก ส่วนเนื้อเยื่อนแนวยาว (Longitudinal section) ที่กำลังขยาย 1000 เท่า สามารถเห็นแนวของ เส้นใยย่อยได้ แต่เห็นขอบเขต ไม่ชัดเจน ส่วนเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) นั้นไม่สามารถแยกได้ แสดงดังภาพที่ 4.22





หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก E = กลุ่มที่ได้รับสารสกัดEthanol

Mfl = Myofibril Mfr = Muscle fiber

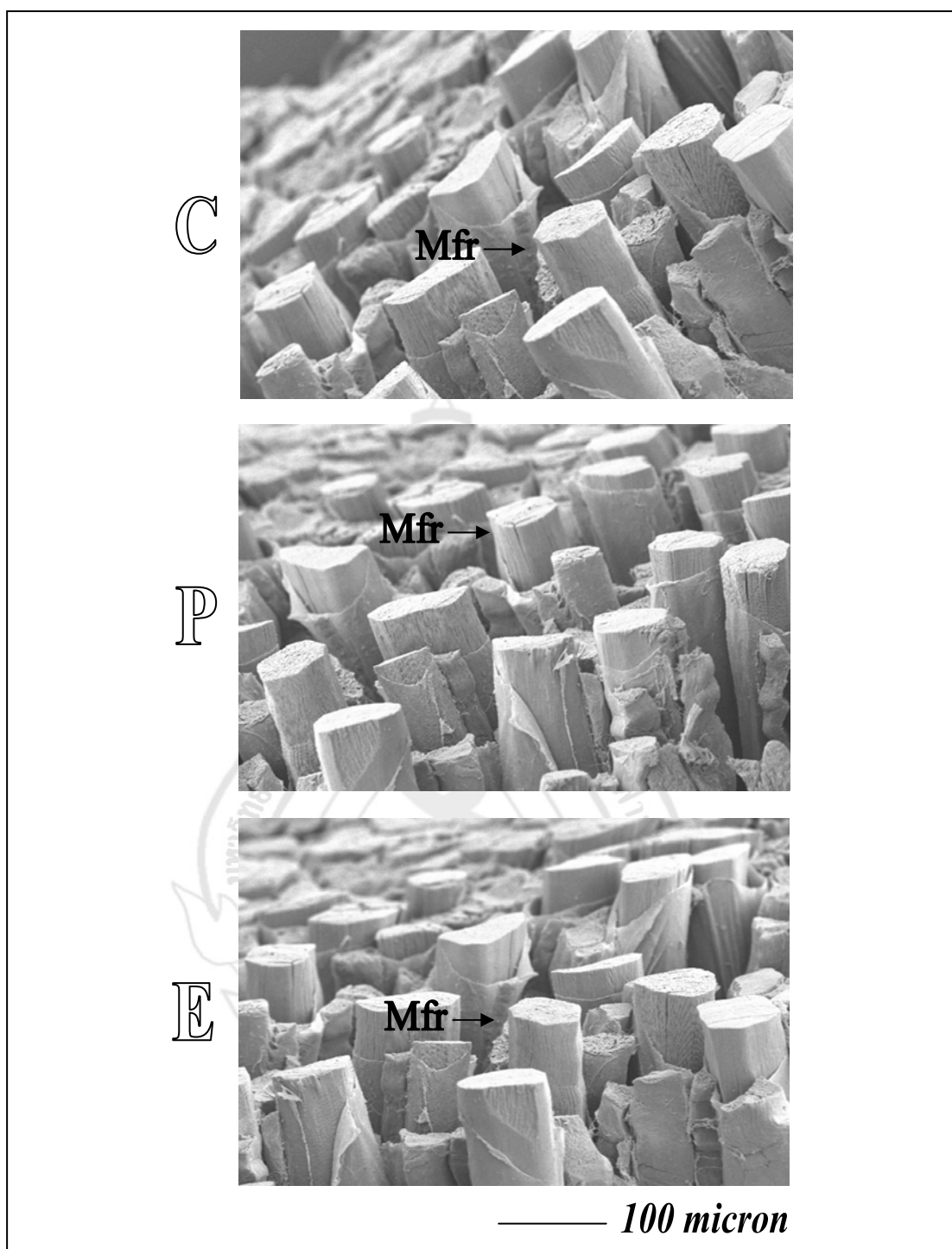
ภาพที่ 4.22 กล้ามเนื้อ Gastrocnemius แนวยาว (Longitudinal section) และแนวขวาง (Cross section) ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

ผลการศึกษาโครงสร้างทางจุลกายวิภาค (Microstructure) ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (Scanning electron microscope ; SEM) พบว่า สามารถมองเห็นรูปร่างลักษณะของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) ได้ชัดเจน โดยมีลักษณะเป็นกลุ่มเส้นใยย่อย รวมกันเป็นมัดรูปวงรีเห็นขอบเขตได้ชัดเจน สามารถวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ ส่วนเส้นใยย่อย (Myofibril) มีลักษณะเป็นเส้นฝัวยาวขรุขระเป็นปุ่ม อยู่รวมเป็นกลุ่ม เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่ม ดังภาพที่ 4.23-4.24

เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) Gastrocnemius ของกลุ่มควบคุม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง  $84.60\text{ }\mu$  ส่วนกบนา กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง นั้น มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ Gastrocnemius เท่ากับ  $84.00\text{ }\mu$  และ  $84.89\text{ }\mu$  ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงดังตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.25

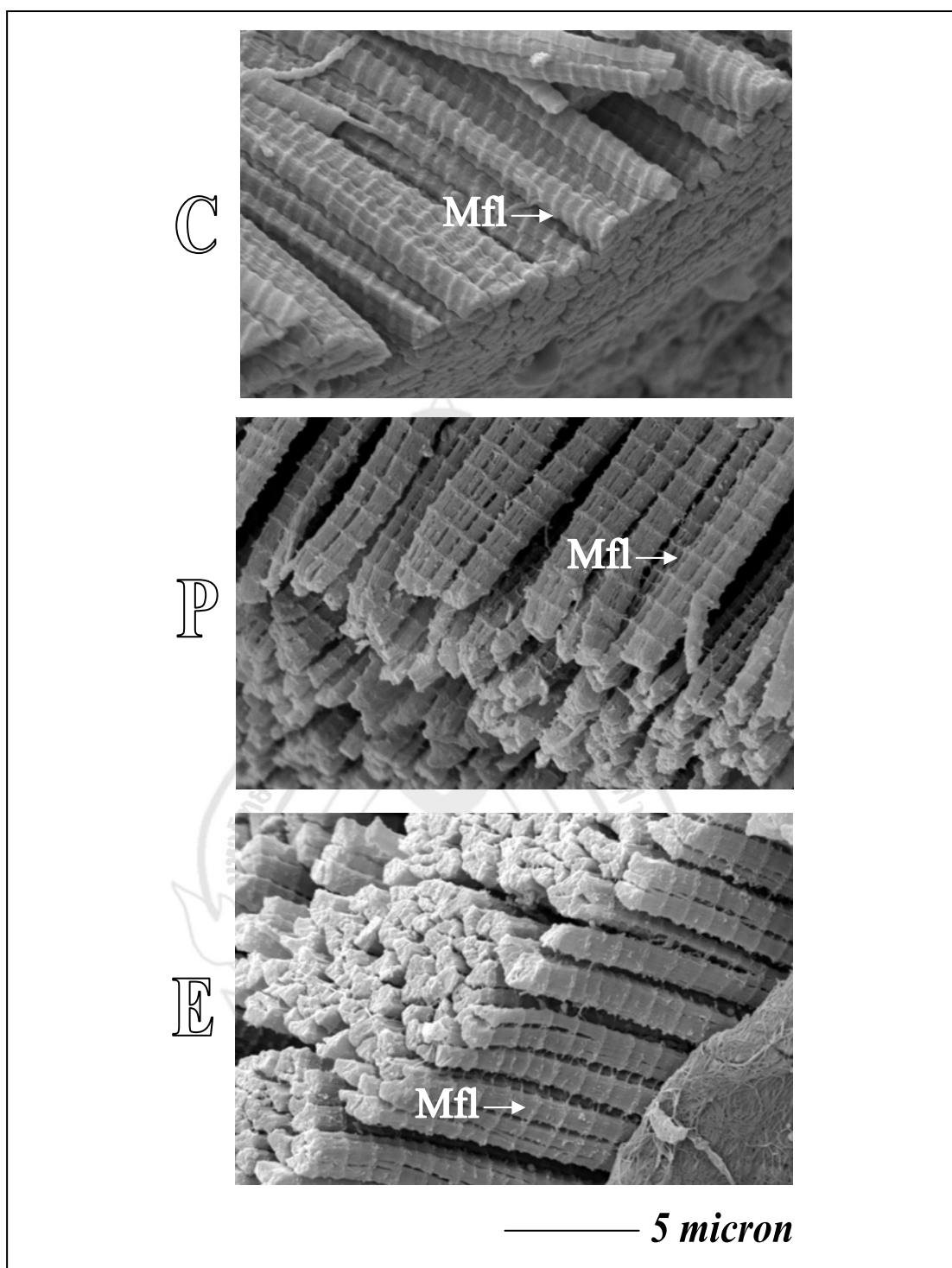
ส่วนเส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกลุ่มควบคุม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย  $1.42\text{ }\mu$  ส่วนกลุ่มที่ได้รับผงเปลือกและสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดงมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยย่อย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1.47\text{ }\mu$  และ  $1.41\text{ }\mu$  ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกัน แสดงดังตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.26





หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก E = กลุ่มที่ได้รับสารสกัดEthanol Mfr = Muscle fiber

ภาพที่ 4.23 เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจาก  
กาวเครือแดง



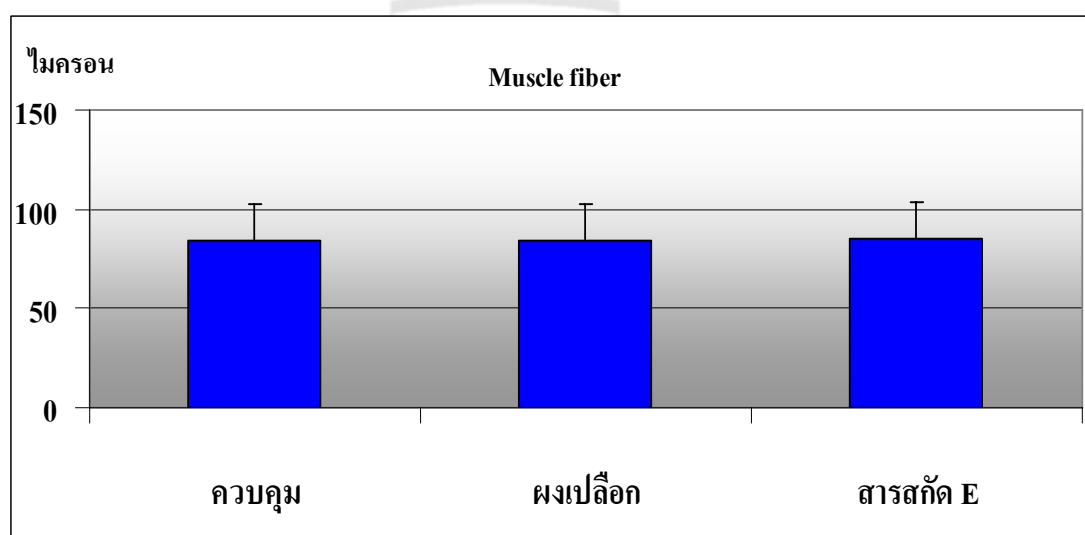
หมายเหตุ. C = กลุ่มควบคุม P = กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก E = กลุ่มที่ได้รับสารสกัดEthanol Mfl = Myofibril

ภาพที่ 4.24 เส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง

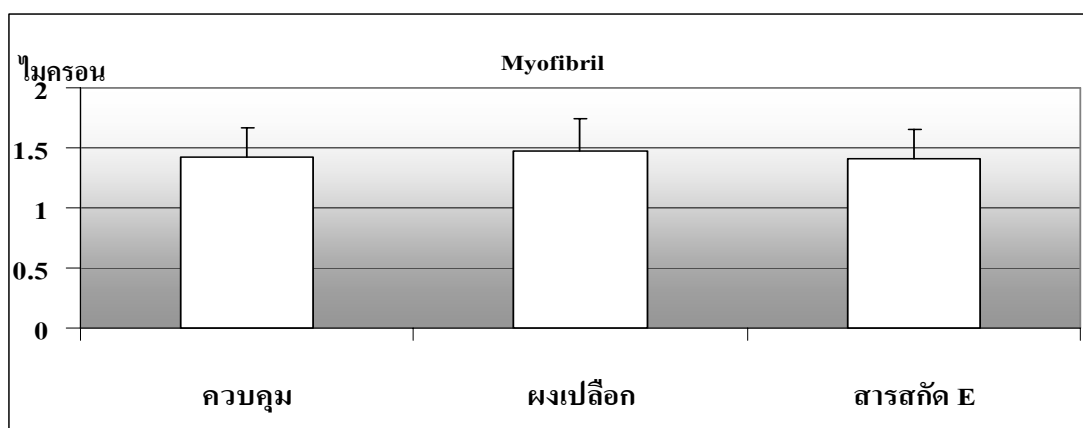
ตารางที่ 4.13 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

| กลุ่ม           | Muscle fiber ( $\mu$ ) |       |       | Myofibril ( $\mu$ ) |       |               |
|-----------------|------------------------|-------|-------|---------------------|-------|---------------|
| ควบคุม          | 84.60                  | $\pm$ | 18.37 | 1.42                | $\pm$ | 0.25          |
| ผงเปลือก        | 84.00                  | $\pm$ | 18.94 | ns                  | 1.47  | $\pm$ 0.27 ns |
| สารสกัด Ethanol | 84.89                  | $\pm$ | 18.33 | ns                  | 1.41  | $\pm$ 0.25 ns |

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4.25 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง



ภาพที่ 4.26 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

#### 4.3.5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบบางประการของกล้ามเนื้อขา

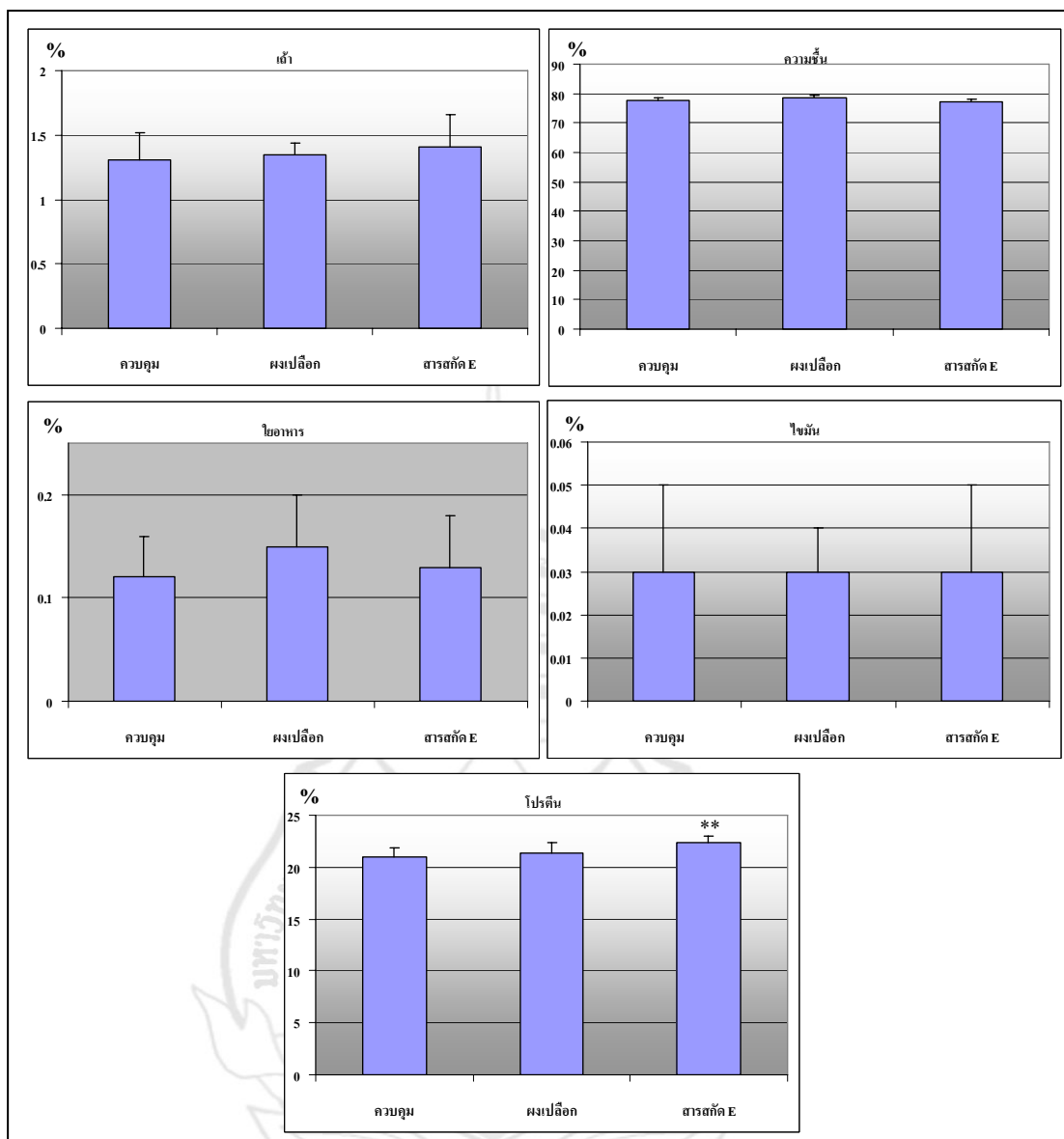
เมื่อนำกล้ามเนื้อจากกบนาที่ได้รับผงเปลือกและสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบบางประการ พบว่ากลุ่มควบคุมมีปริมาณเถ้า ความชื้น ไขมัน โปรตีน ร้อยละ 1.31 77.56 0.12 0.03 และ 20.98 ตามลำดับ ส่วนกลุ่มผงเปลือกกวาวเครือแดง 0.50 มก. มีปริมาณเถ้า ความชื้น ไขมัน และโปรตีน ร้อยละ 1.35 78.32 0.15 0.03 และ 21.34 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง 0.005 มก. มีปริมาณเถ้า ความชื้น ไขมัน และโปรตีน ร้อยละ 1.41 77.27 0.13 0.03 และ 22.35 ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น ปริมาณโปรตีน ที่มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงดังตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.27

ตารางที่ 4.14 ร้อยละขององค์ประกอบทางบางประการของกล้ามเนื้อบ่นาที่ได้รับสารจาก  
กาวเครือแดง

| กลุ่ม    | ควบคุม       | ผงเปลือก        | สารสกัด Ethanol |
|----------|--------------|-----------------|-----------------|
| ถ้ำ      | 1.31 ± 0.21  | 1.35 ± 0.09 ns  | 1.41 ± 0.25 ns  |
| ความชื้น | 77.56 ± 0.91 | 78.32 ± 1.09 ns | 77.27 ± 0.77 ns |
| ใยอาหาร  | 0.12 ± 0.04  | 0.15 ± 0.05 ns  | 0.13 ± 0.05 ns  |
| ไขมัน    | 0.03 ± 0.02  | 0.03 ± 0.01 ns  | 0.03 ± 0.02 ns  |
| โปรตีน   | 20.98 ± 0.92 | 21.34 ± 1.06 ns | 22.35 ± 0.65 ** |

หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

\*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



หมายเหตุ. \*\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ภาพที่ 4.27 ปริมาณหัว ไขมัน โปรตีน และโปรตีน ของกล้ามเนื้อที่ได้รับความเครียด

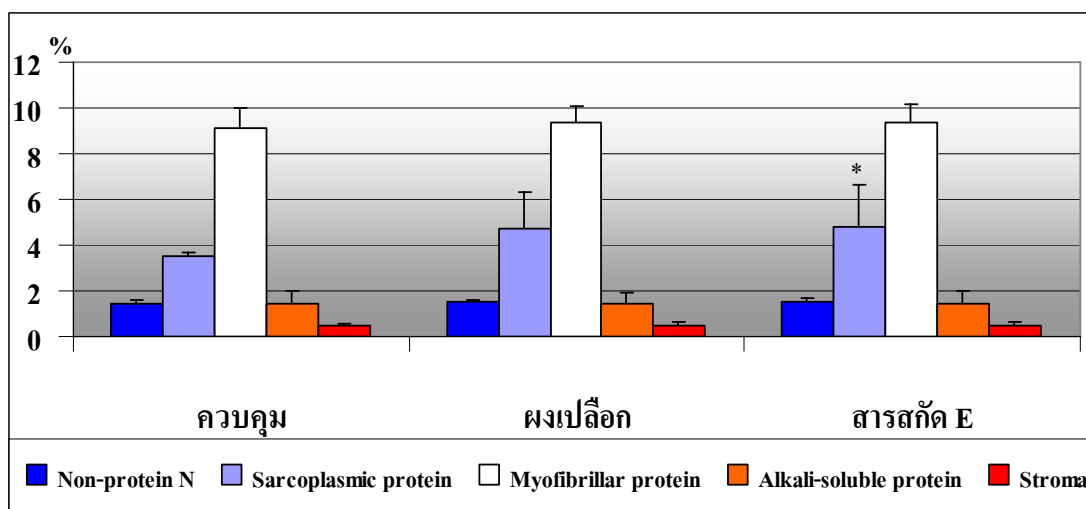
เมื่อทำการศึกษาสัดส่วนของโปรตีนชนิดต่าง ๆ พบว่า มีสารประกอบในโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนเฉลี่ย มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.48 – 1.52 กบนากลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และสารสกัด Ethanol จากเปลือกกาวเครือแดงมีสารประกอบในโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนเฉลี่ยไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ส่วนโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในกล้ามเนื้อกบนาทั้งสามกลุ่ม พบว่า มีสัดส่วนของโปรตีนจากสูงไปต่ำ ได้แก่ โปรตีนไมโอไฟบริล (ร้อยละ 58.03- 62.82) โปรตีนซาร์โคพลาสมิก (ร้อยละ 24.05- 29.94) โปรตีนชนิดละลายได้ในด่าง (ร้อยละ 8.80- 10.05) และโปรตีนสโตรมา (ร้อยละ 3.02-3.22) ตามลำดับ โดยพบว่า ปริมาณโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในกล้ามเนื้อกบนาที่ได้รับผงเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากเปลือกกาวเครือแดง มีปริมาณเฉลี่ยไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น โปรตีนซาร์โคพลาสมิก ของกลุ่มสารสกัด Ethanol ที่มีปริมาณมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.28

ตารางที่ 4.15 ร้อยละของโปรตีนและสารประกอบในโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในกล้ามเนื้อกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง

| กลุ่ม                         | ควบคุม                   | ผงเปลือก                    | สารสกัด Ethanol             |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>Non-protein</b>            |                          |                             |                             |
| <b>nitrogeous compounds</b>   | 1.48 ± 0.14              | 1.50 ± 0.11 ns              | 1.52 ± 0.15 ns              |
| <b>Sarcoplasmic protein</b>   | 3.50 ± 0.20<br>(24.05 %) | 4.69 ± 1.60 ns<br>(29.46 %) | 4.83 ± 1.81 *<br>(29.94 %)  |
| <b>Myofibrillar protein</b>   | 9.14 ± 0.89<br>(62.82 %) | 9.34 ± 0.75 ns<br>(58.67 %) | 9.36 ± 0.82 ns<br>(58.03 %) |
| <b>Alkali-soluble protein</b> | 1.46 ± 0.54<br>(10.03 %) | 1.41 ± 0.48 ns<br>(8.86 %)  | 1.42 ± 0.58 ns<br>(8.80 %)  |
| <b>Stroma</b>                 | 0.45 ± 0.11<br>(3.09 %)  | 0.48 ± 0.20 ns<br>(3.02 %)  | 0.52 ± 0.15 ns<br>(3.22 %)  |

หมายเหตุ. ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

\* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



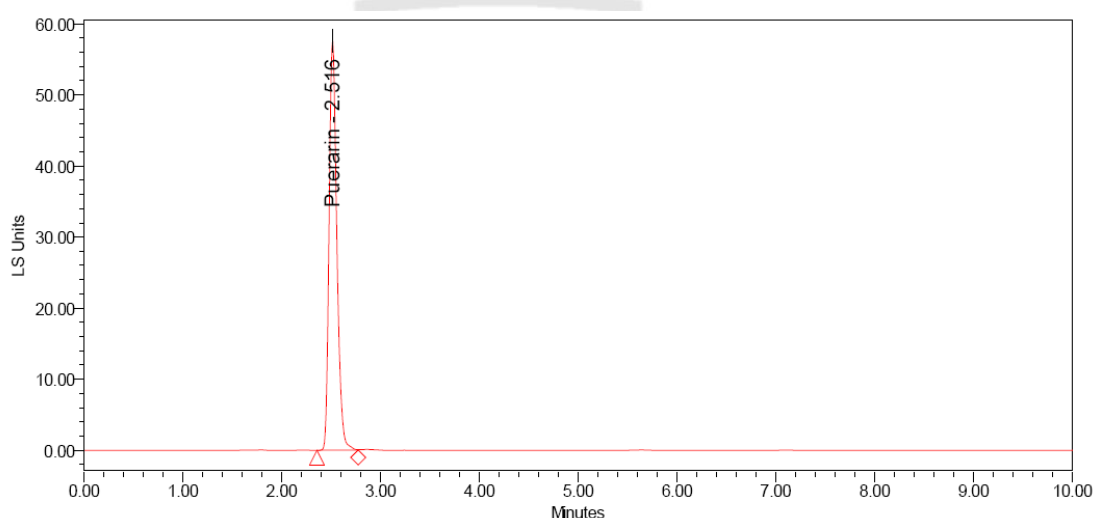
หมายเหตุ. \* หมายถึง มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาพที่ 4.28 ปริมาณโปรตีนและสารประกอบในโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในกล้ามเนื้อบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

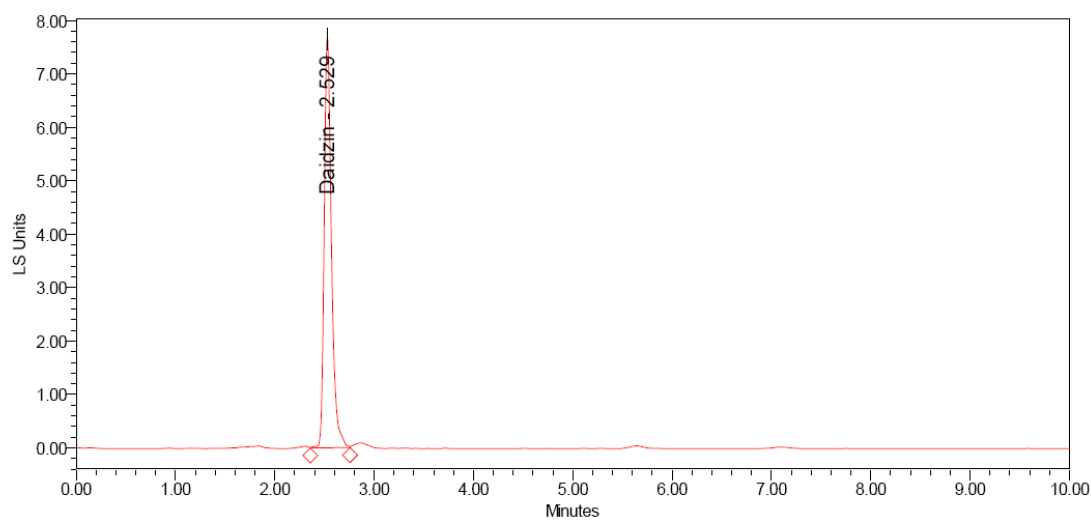
#### 4.4 ผลการวิเคราะห์สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง

จากที่ได้พบว่าสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดงจากส่วนเปลือกและเนื้อไม้มีผลต่อน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรและกบนา จึงได้นำสารสกัด Ethanol จากเปลือกและเนื้อกวาวเครือแดง วิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมี โดยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC) เทียบกับสารมาตรฐาน ซึ่งได้แก่ Puerarin Daidzin Daidzein Genistin Genistein และ Methoxyisoflavone

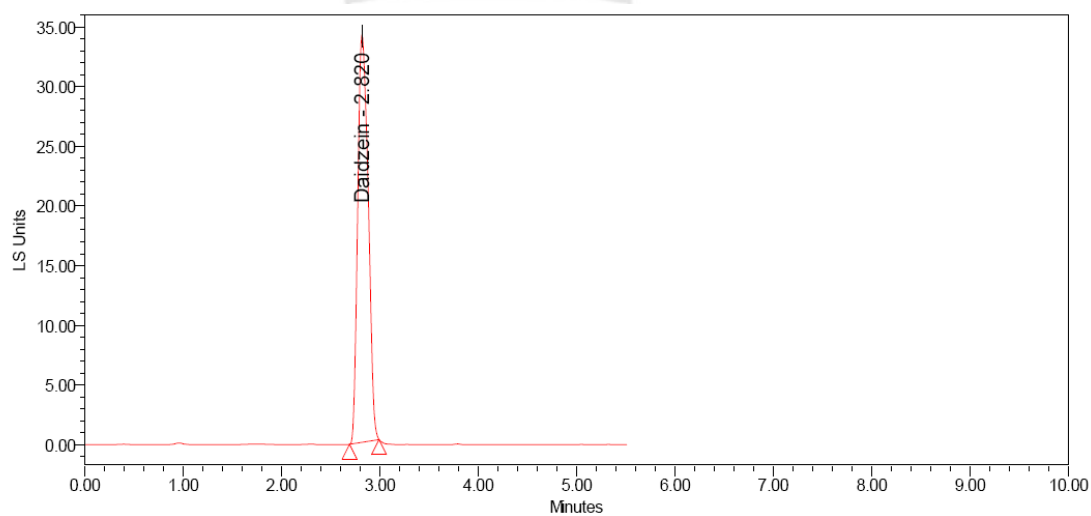
ผลการวิเคราะห์สารมาตรฐานต่าง ๆ ซึ่งเป็นสารที่คาดว่าจะพบได้ในสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือกและเนื้อกวาวเครือแดง ด้วยวิธี HPLC พบว่าสารแต่ละชนิดมีค่า Retention time แตกต่างกันดังนี้ Puerarin 2.516 นาที Daidzin 2.529 นาที Daidzein 2.820 นาที Genistin 2.547 นาที Genistein 2.876 นาที และ Methoxyisoflavone 3.789 นาที ดังภาพที่ 4.29-4.34



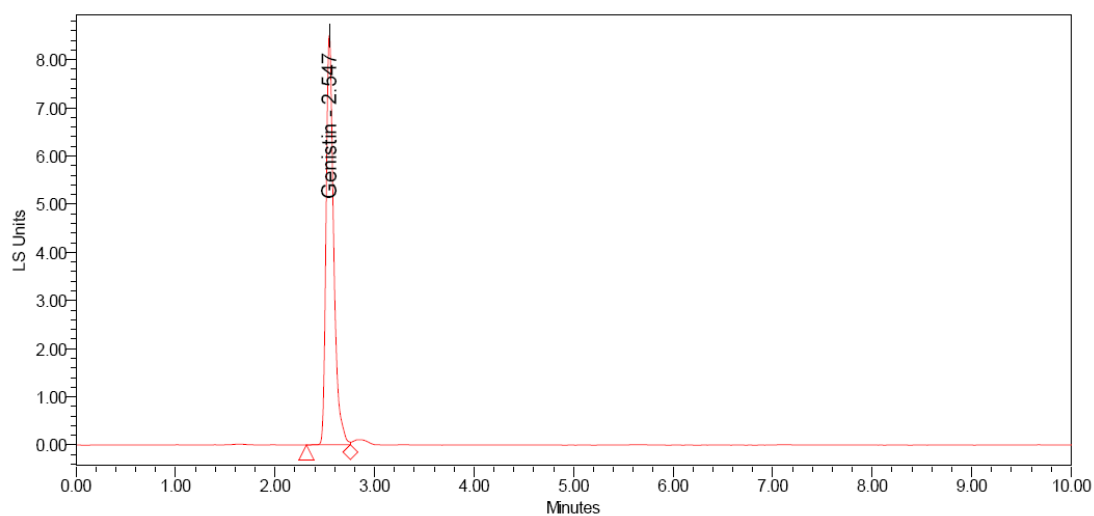
ภาพที่ 4.29 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Puerarin



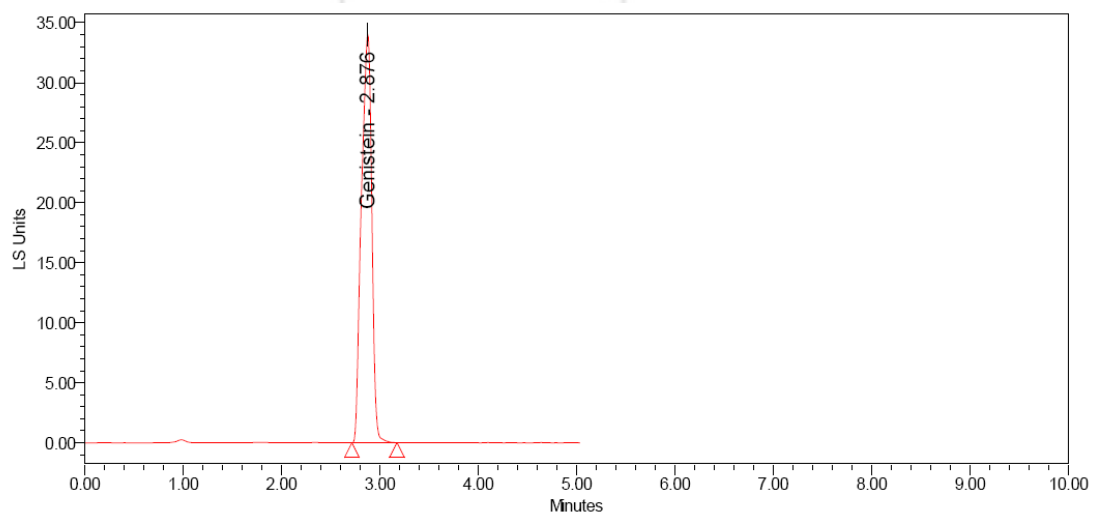
ภาพที่ 4.30 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Daidzin



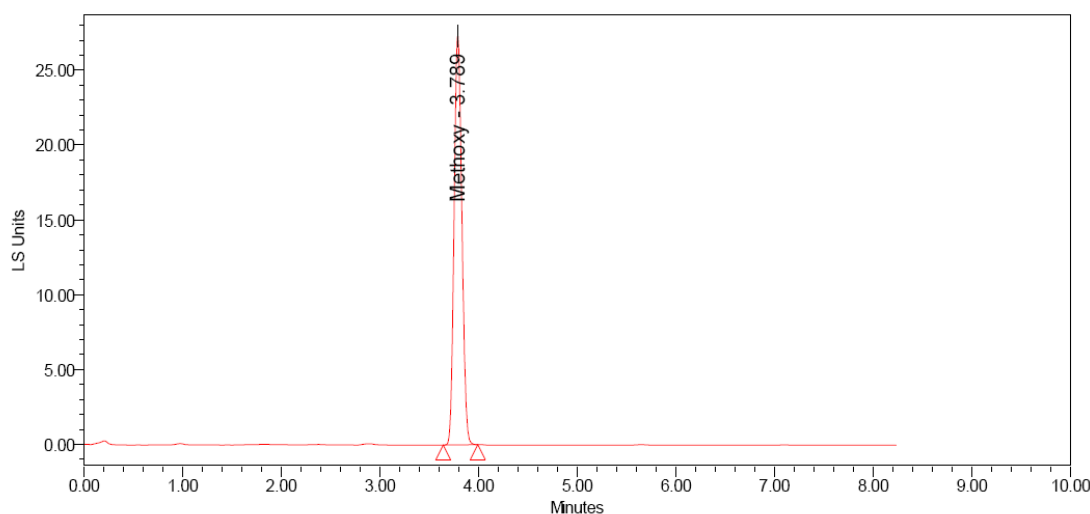
ภาพที่ 4.31 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Daidzein



ภาพที่ 4.32 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Genistin



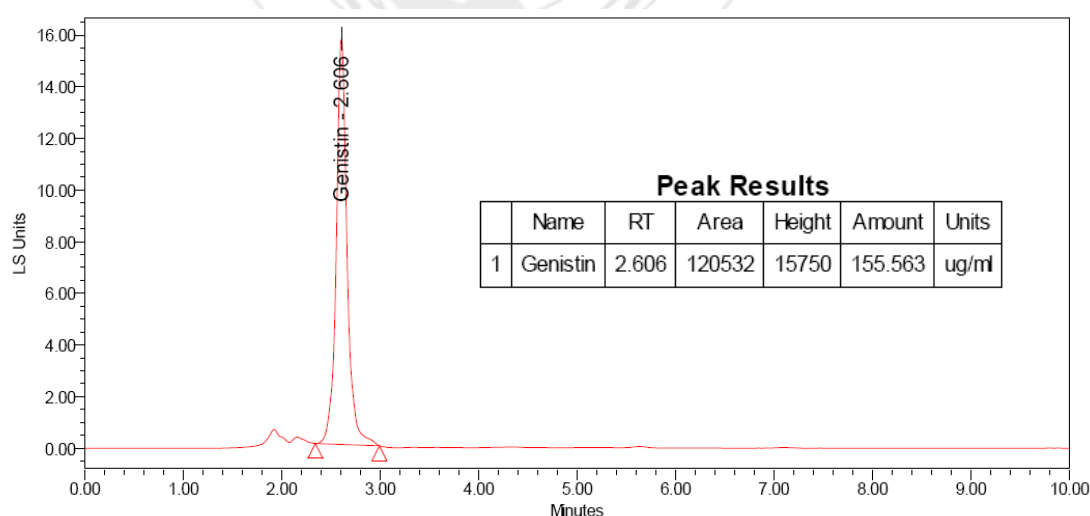
ภาพที่ 4.33 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Genistein



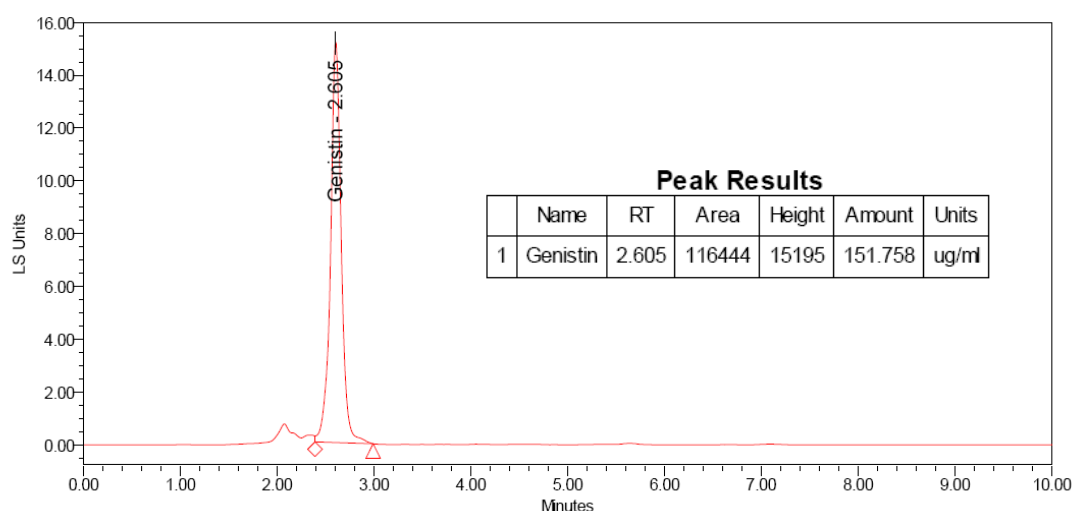
ภาพที่ 4.34 ค่า Retention time ของสารมาตรฐาน Methoxyisoflavone

#### 4.4.1 ผลการวิเคราะห์สารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดง

หลังจากที่ได้เตรียม สารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดงไว้แล้ว ได้นำมาฉีดเข้าเครื่อง HPLC จำนวน 2 ครั้ง พบว่า Chromatogram เกิด Peak ที่เด่นชัด เป็นสาร Genistin โดยครั้งที่ 1 มีค่า Retention time 2.606 นาที มีปริมาณ 155.563 ไมโครกรัม/มล. ดังภาพที่ 4.35 และในครั้งที่ 2 มีค่า Retention time 2.605 นาที ปริมาณ 151.758 ไมโครกรัม/มล. ดังภาพที่ 4.36 ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า ในสารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดงนั้น มีสาร Genistin ปริมาณ 153.661 ไมโครกรัม/มล.



ภาพที่ 4.35 Chromatogram ของสารสกัด Ethanol จากเนื้อกวาวเครือแดง ฉีดครั้งที่ 1

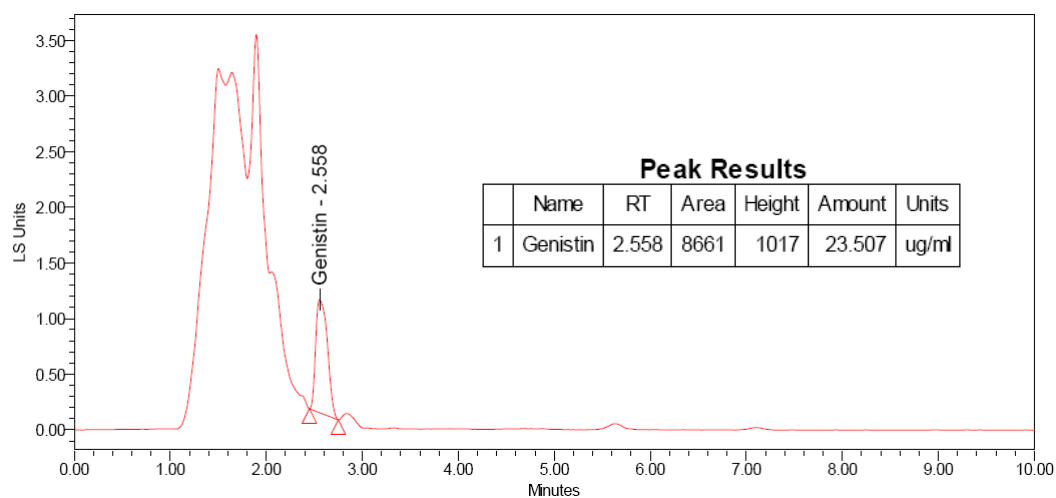


ภาพที่ 4.36 Chromatogram ของสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง ฉีดครั้งที่ 2

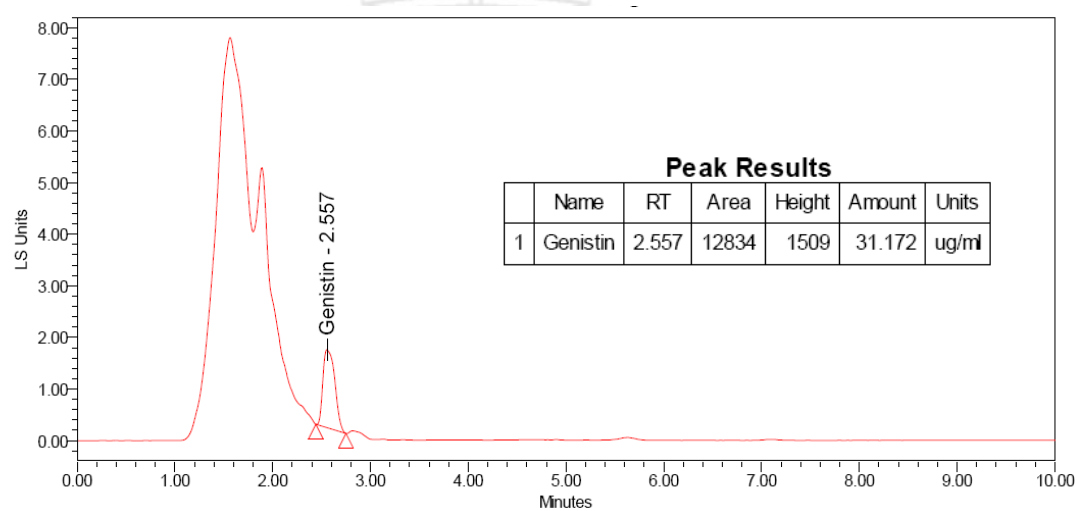
#### 4.4.2 ผลการวิเคราะห์สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง

เมื่อทำการเตรียมสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดงแล้ว นำมาฉีดเข้าเครื่อง HPLC จำนวน 2 ครั้ง ในครั้งที่ 1 นั้น พบว่า Chromatogram เกิด Peak ที่ไม่เด่นชัด โดยมีค่า Retention time ประมาณ 1.00 - 2.20 นาที แต่ไม่สามารถระบุสารได้ เนื่องจากไม่เกิดเป็น Peak เดี่ยว แต่ได้พบว่า เกิด Peak ที่เด่นชัดเป็นสาร Genistin มีค่า Retention time 2.558 นาที มีปริมาณ 23.507 ไมโครกรัม/มล. แสดงดังภาพที่ 4.37 และการฉีดในครั้งที่ 2 พบว่า Chromatogram เกิด Peak ที่ไม่เด่นชัด ที่ Retention time ประมาณ 1.00 - 2.20 นาที แต่ก็ไม่สามารถระบุสารได้ เนื่องจาก ไม่เกิด Peak เดี่ยว เช่นเดิม และ พบ Peak ที่เด่นชัดเป็นสาร Genistin ที่ Retention time 2.557 นาที มีปริมาณ 31.172 ไมโครกรัม/มล. แสดงดังภาพที่ 4.38

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า ในสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดงนั้นมีสาร Genistin และสารที่ไม่ทราบ เนื่องจากเกิด Peak ที่ไม่ตรงกับสารมาตรฐานตัวอื่น ๆ ซึ่งได้แก่ Daidzin Daidzein Genistein Puerarin และ Methoxyisoflavone และ สาร Genistin ที่พบในสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดงมีมากกว่า สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง แต่ในสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดงนั้นมีสารที่ไม่ทราบชื่ออยู่ในปริมาณค่อนข้างมาก



ภาพที่ 4.37 Chromatogram ของสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง นีดครั้งที่ 1



ภาพที่ 4.38 Chromatogram ของสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง นีดครั้งที่ 2

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 การสรุปผลการวิจัย

การศึกษาผลของกาวเครือแดงที่มีต่อ การเจริญเติบโต และกล้ามเนื้อของสัตว์ทดลอง ในครั้งนี้ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

##### 5.1.1 การศึกษาผลของกาวเครือแดงในหนูถีบจักร

###### 5.1.1.1 การศึกษาผลของผงป่นแห้งและสารสกัดจากกาวเครือแดง

ผลต่อน้ำหนักตัว พบว่า กลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้งจากเปลือก เนื้อ และทั้งหัว มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น กลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้งจากเปลือก ขนาด 0.25 และ 0.50 มก. และ กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือก 0.001 และ 0.01 มก. และกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากส่วนเนื้อ 0.001 และ 0.01 มก. มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ

ผลต่อน้ำหนักอวัยวะ พบว่า หนูกลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้งจากเปลือก 2.50 มก. สารสกัด Ethanol จากเนื้อ 0.05 มก. และสารสกัด Hexane จากเปลือก 0.01 มก. มีน้ำหนักอวัยวะมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ผลต่อไขมันเลวลิเคิล พบว่า มีเพียงกลุ่มที่ได้รับ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.05 มก. เท่านั้นที่มีน้ำหนักของไขมันเลวลิเคิลสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

ผลต่อน้ำหนักขา พบว่า หนูกลุ่มที่ได้รับผงจากเปลือก 0.25 และ 2.50 มก. ผงจากเนื้อ 0.50 มก. และผงจากทั้งหัว 0.50 มก. รวมทั้งกลุ่มสารสกัด Ethanol จากเปลือก ทุกขนาด และกลุ่มสารสกัด Ethanol จากเนื้อ 0.05 มก. มีน้ำหนักขามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Hexane ทุกกลุ่มมีน้ำหนักขารวม ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ

###### 5.1.1.2 การศึกษาผลของสารจากกาวเครือแดงที่ได้คัดเลือก

ได้คัดเลือกสารจากกาวเครือแดง ได้แก่ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.001 มก. และผงเปลือก 0.25 มก. แล้วแบ่งขนาดของสารที่คัดเลือกไว้เป็น 3 ระดับ โดยคงระดับเดิมที่คัดเลือกไว้

เป็นขนาดระดับปานกลาง แล้วจึงกำหนดขนาดระดับสูงกว่าและต่ำกว่า เพื่อนำมาป้อนหนูถีบจักร เทียบกับกลุ่ม Positive control ที่ป้อนสาร Methoxyisoflavone

ผลต่อน้ำหนักตัว ในสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 พบว่า หนูทุกกลุ่มมีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นตามลำดับ และ น้ำหนักตัวหนูกลุ่มทดลองทุกกลุ่ม และ กลุ่ม Positive control ทุกกลุ่ม ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลต่อน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius พบว่า หนูกลุ่มที่ป้อนผงเปลือกทั้งสามขนาด (0.125 0.250 และ 0.500 มก.) และสารสกัด Ethanol จากเปลือกทั้งสามขนาด (0.0005 0.001 และ 0.005 มก.) รวมทั้งกลุ่มที่ป้อนสาร Methoxyisoflavone ทั้งสามขนาด (0.02 2.00 และ 4.00 มก.) ทุกกลุ่มมีน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 5.1.2 การศึกษาผลของกวาวเครือแดงในกบนา

ได้ให้กวาวเครือแดงในกบนา จากขนาดของสารที่คัดเลือกจากผลการทดลองในหนูถีบจักร ซึ่งได้แก่ กลุ่มผงป่นแห้งจากเปลือก 0.50 มก. และกลุ่มสารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.005 มก. เมื่อคิดเทียบกับน้ำหนักตัวกบนาแล้ว ได้เป็น กลุ่มผงป่นแห้งจากเปลือก 700 มก./กก.อาหาร และ กลุ่มสารสกัด Ethanol จากเปลือก 10 มก./กก.อาหาร ผลการศึกษารูปได้ดังนี้

#### 5.1.2.1 การศึกษาผลต่อน้ำหนักตัวและกล้ามเนื้อ

ผลต่อน้ำหนักตัว พบว่า กบนาทุกกลุ่ม ตัวเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าตัวผู้ น้ำหนักตัวของกบนาตัวผู้ และตัวเมีย แสดงผลเช่นเดียวกันกับผลของน้ำหนักตัวโดยรวมทั้งสองเพศ ที่พบว่า กลุ่มที่มีน้ำหนักตัวสูงสุด ได้แก่ กลุ่มสารสกัด Ethanol และ กลุ่มผงเปลือก ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลต่อน้ำหนักส่วนขา พบว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักส่วนขาสูงสุดได้แก่ กลุ่มสารสกัด Ethanol และ กลุ่มผงเปลือก ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลต่อขนาดรอบขาและรอบน่อง พบว่ากลุ่มที่มีขนาดรอบขาและรอบน่องสูงสุดได้แก่ กลุ่มสารสกัด Ethanol และกลุ่มผงเปลือก ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลต่อน้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius พบว่า กลุ่มที่มีน้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius สูงสุดได้แก่ กลุ่มสารสกัด Ethanol และกลุ่มผงเปลือก ตามลำดับ ทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 5.1.2.2 การศึกษาผลทางเนื้อเยื่อวิทยาของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius

ผลการทำสไลด์เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนา พบว่า เนื้อเยื่อติดสีชมพูของสี Eosin มากกว่าสี Hematoxylin ผลจากการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบที่กำลังขยาย 1000 เท่า สามารถเห็นกลุ่มของ เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Muscle fiber) ได้แต่เห็นขอบเขตไม่ชัดเจน ส่วนการศึกษาโครงสร้างจุลภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่า เส้นใยกล้ามเนื้อ เป็นกลุ่มเส้นใยย่อยรวมกันเป็นมัดรูปทรงกลม เห็นขอบเขตชัดเจน สามารถวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ ส่วนเส้นใยย่อย มีลักษณะเป็นเส้นผิวขรุขระเป็นปุ่ม อยู่รวมเป็นกลุ่ม เป็นเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่ม

ผลต่อขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และ ขนาดเส้นใยย่อย (Myofibril) พบว่า กบนาทุกกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยย่อย

### 5.1.2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อกบนา พบว่าปริมาณ เถ้า ความชื้น ใยอาหาร ไขมัน และโปรตีน ของกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก รวมทั้ง กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดง ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นปริมาณโปรตีนของกลุ่มสารสกัด Ethanol ที่มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนปริมาณของโปรตีนชนิดต่าง ๆ นั้น พบว่า กบนาทุกกลุ่มมีส่วนของโปรตีนจากสูงไปต่ำได้แก่ โปรตีนไมโอไฟบริล (ร้อยละ 58.03- 62.82) โปรตีนซาร์โคพลาสมิก (ร้อยละ 24.05- 29.94) โปรตีนชนิดละลายได้ในน้ำ (ร้อยละ 8.80- 10.05) และโปรตีนสโตรมา (ร้อยละ 3.02-3.22) ตามลำดับ โดยได้พบว่า กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และ สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง มีปริมาณไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นปริมาณโปรตีนซาร์โคพลาสมิก ของกลุ่มสารสกัด Ethanol ที่มีมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ส่วนปริมาณของสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (ร้อยละ 1.48 - 1.52) กลุ่มทดลองทุกกลุ่ม มีปริมาณเฉลี่ยไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

### 5.1.3 การวิเคราะห์สารจากกวาวเครือแดงด้วยวิธี HPLC

ผลการวิเคราะห์สารจากกวาวเครือแดง พบว่า สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดงมีสาร Genistin และสารที่ไม่ทราบ เนื่องจากเกิด Peak ที่ไม่ตรงกับสารมาตรฐาน ซึ่งได้แก่ Daidzin Daidzein Genistein Puerarin และ Methoxyisoflavone สาร Genistin ที่พบในสารสกัด Ethanol

จากเนื้อ พบว่ามีมากกว่าในสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง แต่ในสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดงนั้นมีสารที่ไม่ทราบชื่ออยู่ในปริมาณค่อนข้างมาก

## 5.2 การอภิปรายผล

การศึกษาผลของสารจากกวาวเครือแดง ต่อการเจริญเติบโต และกลไกการออกฤทธิ์ของสัตว์ทดลอง ในครั้งนี้ สามารถอภิปรายผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ผลจากการสกัดสารจากกวาวเครือแดง พบว่า ทั้งสองตัวทำละลาย มีปริมาณสารสกัดจากเปลือกมากกว่าส่วนเนื้อ โดยที่ สารสกัด Ethanol จากเปลือกมีมากกว่าสารสกัด Hexane จากเปลือก และสารสกัด Hexane จากส่วนเนื้อ มีมากกว่า สารสกัด Ethanol จากส่วนเนื้อ สอดคล้องกับรายงานของ ยุทธนา สมิตะสิริ และคณะ (2546) ที่ได้ทำการสกัดสารจากเปลือกและเนื้อของกวาวเครือแดง ด้วย Ethanol และ Hexane โดยเปรียบเทียบกวาวเครือแดง จากแหล่งอำเภอดอกคำใต้ จังหวัดพะเยา และแหล่งอำเภอด่านซ้าย จังหวัดแพร่ พบว่า กวาวเครือแดงแหล่งพะเยา สารสกัด Ethanol มีปริมาณของสารสกัดจากส่วนเปลือกมากกว่าส่วนเนื้อ ส่วนสารสกัด Hexane จากส่วนเปลือกและส่วนเนื้อมีปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ส่วนแหล่งแพร่ พบว่า ทั้งสองตัวทำละลาย มีปริมาณสารสกัดจากเปลือกมากกว่าส่วนเนื้อ เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ และกวาวเครือแดงจากทั้งสองแหล่ง พบว่า สารสกัด Ethanol จากเปลือกมีปริมาณมากกว่าสารสกัด Ethanol จากเนื้อ ส่วนสารสกัด Hexane จากเปลือกก็มีแนวโน้มมากกว่าสารสกัด Hexane จากเนื้อ และจากงานวิจัยของ ธนาธิป รักศิลป์ (2538) ที่ได้พบว่า ในสารสกัด Methanol นั้น มีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ และ ฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Methanol สามารถสกัดสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ได้ดี ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ Ethanol เป็นตัวทำละลายเป็นสารที่มีความมีขั้ว (Polarity) ที่ใกล้เคียงกับ Methanol (ชูติมา ศรีวิบูลย์, 2546) จึงสามารถสกัดสารได้ใกล้เคียงกันคือ สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ผลจากการสังเกตพบว่าผงจากเปลือกกวาวเครือแดงมีสีน้ำตาลเข้มมากกว่าผงจากเนื้อ และ สารสกัด Ethanol จากเปลือก ก็มีสีน้ำตาลเข้มมากกว่าสารสกัดจากเนื้อและสารสกัด Hexane ซึ่งอาจเนื่องมาจาก ที่ส่วนเปลือกของกวาวเครือแดง มีสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์มากกว่าส่วนเนื้อ และสามารถสกัดได้ดี ด้วย Ethanol สารฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) เป็นสารจำพวก polyphenolic compounds ที่ส่วนใหญ่เป็นสารที่มีสีในพืช ซึ่งมีอยู่หลายชนิด (สุทิน สมมิตร และสุปราณี พลสอน, 2550) และที่พบในกวาวเครือแดง ได้แก่ Anthocyanin และ Isoflavone (เกษร เมืองทิพย์, 2549; ณัฐวรรณ ยศวัฒน์ และ สุรจิต สวดสาขา, 2550; ธนาธิป รักศิลป์, 2538; โสภณ เรืองสำราญ และคณะ, 2543; Ngamrojavanavich et al., 2007)

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้สกัดสารด้วยตัวทำละลาย Ethanol และ Hexane ซึ่งเป็นตัวทำละลายที่มีขั้วสูงและต่ำ ตามลำดับ จากรายงานของ ธนาธิป รักศิลป์ (2538) พบว่า ในสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายที่มีขั้วสูง (Methanol) ประกอบไปด้วย สารกลุ่มฟลาโวนอยด์ และในสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำ (Hexane) ประกอบไปด้วย สารกลุ่มกรดอินทรีย์ไฮดรอกซีและกลุ่มสเตอรอยด์ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงกล่าวได้ว่า สารสกัด Ethanol นั้น เป็นตัวแทนของสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ และสารสกัด Hexane เป็นตัวแทนของสารกลุ่มกรดอินทรีย์ไฮดรอกซีและกลุ่มสเตอรอยด์ในกาวเครือแดง และหากพิจารณาในเบื้องต้น ที่ปริมาณของสารสกัดแล้ว อาจกล่าวได้ว่าส่วนเปลือกกาวเครือแดงมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์มากกว่าสารกลุ่มกรดอินทรีย์ไฮดรอกซีและสเตอรอยด์ ส่วนเนื้อกาวเครือแดงมีสารกลุ่มกรดอินทรีย์ไฮดรอกซีและสเตอรอยด์มากกว่าสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาวิจัยต่อไป

ผลของกาวเครือแดงต่อน้ำหนักตัวของหนูถีบจักร พบว่ากลุ่มได้รับผงป่นแห้งจากเปลือกเนื้อ และทั้งหัว มีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้น กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก ขนาดต่ำ (0.25 และ 0.50 มก.) สอดคล้องกับรายงานของ ชูธนา สมิตะศิริ และคณะ (2546) ที่ได้พบว่า การป้อนผงกาวเครือแดง ขนาด 10 มก./กก. จากแหล่งจังหวัดแพร่ ให้แก่หนูขาวเพศผู้เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ชักน้ำหนักให้น้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และเมื่อป้อนผงกาวเครือแดง ในขนาดเดียวกัน จากแหล่งจังหวัดพะเยา พบว่ามีแนวโน้มทำให้หนูมีน้ำหนักตัวน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งจะเห็นได้ว่าฤทธิ์ของสารในกาวเครือแดงนั้น ขึ้นอยู่กับแหล่งที่ได้มาของกาวเครือแดง และจากผลการทดลองพบว่ากลุ่มที่ได้รับผงเปลือก สารสกัด Ethanol และสารสกัด Hexane จากเปลือก ไม่ได้มีผลต่อน้ำหนักตัวหนูในทุกขนาดที่ให้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการแสดงฤทธิ์ของกาวเครือแดงต่อน้ำหนักตัวหนูนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของสารที่ให้ด้วย ซึ่งการชักน้ำหนักให้น้ำหนักตัวหนูลดลงของกาวเครือแดงนั้น อาจเนื่องมาจากสารในกาวเครือแดง ที่ยังไม่สามารถบ่งชี้ได้อย่างชัดเจนเนื่องจากทุกชนิดของสารที่ให้ ล้วนแต่มีผลทำให้น้ำหนักตัวหนูน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ยกเว้นกลุ่มสารสกัด Hexane จากเนื้อ แต่จะต่างกันที่ขนาดของสารที่ให้ บางขนาดในกลุ่ม ที่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในสารสกัด Ethanol ที่ถือเป็นตัวแทนของสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ อาจมีสารหลายชนิดที่มีโครงสร้างทางเคมีคล้ายฮอร์โมนเอสโตรเจน (phytoestrogen) เช่น สารในกลุ่มไอโซฟลาโวน ทำให้ระดับเอสโตรเจนในร่างกายสูงเกินไป ส่งผลให้ยับยั้งการหลั่ง Growth hormone (นทีทิพย์ ฤกษ์งามระ, 2538) ทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง ส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลงได้ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า สารในกลุ่มไอโซฟลาโวน สามารถลดการดูดซึม Cholesterol ที่ได้รับจากอาหาร และสามารถลดระดับไขมันในเส้นเลือดได้ (Greaves, Wilson, Rudel, Williams, & Wagner, 2000) ส่วนสารสกัด Hexane ที่เป็นตัวแทนของสารกลุ่มสเตอรอยด์ ก็มีรายงานว่าสาร

$\beta$ -sitosterol สามารถแสดงผลเป็น Phytoestrogen ได้ (Malini & Vanithakumari, 1991) และ Xu et al. (2001) ได้รายงานว่าการ phytosterol ก็สามารถยับยั้งการดูดซึม Cholesterol ที่ได้รับจากอาหาร และสามารถลดระดับไขมันในเส้นเลือดได้เช่นเดียวกับสารกลุ่มไอโซฟลาโวน ซึ่งงานวิจัยของ Maitani, Hazama, Tojo, Qi, and Nagai (1995) ได้พบว่า สาร  $\beta$ -sitosterol สามารถชักนำให้น้ำหนักตัวหนูขาวเพิ่มขึ้นได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า การที่สารจากกวาวเครือแดง ชักนำให้น้ำหนักตัวสัตว์ทดลองเพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารที่ให้ในสัตว์ทดลอง

ผลต่อน้ำหนักอวัยวะ พบว่า หนูถีบจักรกลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้งจากเปลือก 2.50 มก. สารสกัด Ethanol จากเนื้อ 0.05 มก. และสารสกัด Hexane จากเปลือก 0.01 มก. มีน้ำหนักอวัยวะมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลต่อเซมินัลเวสิเคิล พบว่า มีเพียงกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.05 มก. เท่านั้น ที่มีน้ำหนักของเซมินัลเวสิเคิล สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สอดคล้องกับรายงานของ สิทธิศักดิ์ ปิ่นมณฑลกุล (2544) ที่พบว่า การป้อนผงกวาวเครือแดง ขนาด 0.5 และ 5 มก./มล. ให้แก่หนูขาวเพศผู้ เป็นเวลา 42 วัน ชักนำให้หนูมีน้ำหนักอวัยวะมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ และมีเพียงผงกวาวเครือแดงขนาดต่ำสุด คือ 0.25 มก./มล. ที่มีผลทำให้หนูมีน้ำหนักของเซมินัลเวสิเคิล สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสารในหัวกวาวเครือแดง ทั้งสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ อันได้แก่ 3,7,5'-trihydroxy-4'-methoxyflavone 7-hydroxy-4'-methoxyisoflavone 7,4'-dimethoxyisoflavone 5,4'-dihydroxy-7-methoxyisoflavone และ 7-hydroxy-6'-4'-dimethoxy isoflavone (ธนาริปี รักศิลป์, 2538 ; Ngamrojanavanich et al., 2007) หรือสารในกลุ่มสเตอรอยด์ อันได้แก่  $\beta$ -sitosterol campesterol และ stigmasterol (ธนาริปี รักศิลป์, 2538) ซึ่งแสดงฤทธิ์เอสโตรเจน ถ้าให้ในปริมาณต่ำ จะไปกระตุ้นการหลั่ง FSH และ LH จากต่อมใต้สมอง ส่งผลทำให้การเจริญของอวัยวะเพิ่มขึ้น และจากผลการทดลองของ Malini and Vanithakumari (1991) ที่ได้ให้สาร Beta - sitosterol แก่หนูขาวเพศผู้ ซึ่ง Beta - sitosterol เป็นสารที่พบในกวาวเครือแดง (ธนาริปี รักศิลป์, 2538) เมื่อให้ในปริมาณที่ต่ำ คือ 0.5 มก./กก./วัน สามารถชักนำให้อวัยวะและเซมินัลเวสิเคิลมีน้ำหนักมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งฤทธิ์ของสารในหัวกวาวเครือแดง มีผลไปเพิ่มการหลั่งของ Gn-RH ทำให้มีการหลั่งของ FSH และ LH จากต่อมใต้สมองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ Leydig cell ภายในอวัยวะสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้มีการเจริญของอวัยวะและเซมินัลเวสิเคิลมากขึ้น (Johnson & Everitt, 1984) และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Manosroi et al. (2006) ที่ได้พบว่า กวาวเครือแดงสามารถเพิ่มน้ำหนักอวัยวะของหนูทดลองได้ การทดลองในครั้งนี้พบว่า การชักนำให้อวัยวะและเซมินัลเวสิเคิล มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของสารที่ให้ด้วย โดยพบว่าในแต่ละกลุ่มของชนิดของสารที่ให้ มีผลต่อน้ำหนักอวัยวะและเซมินัลเวสิเคิลแตกต่างกันไปตามขนาดที่ให้ ซึ่งหากให้สารในขนาดที่ไม่เหมาะสม อาจ

มีผลไปยับยั้งการหลั่งของ Gn-RH ทำให้มีการหลั่งของ FSH และ LH จากต่อมใต้สมองน้อยลง ซึ่งจะส่งผลทำให้ Leydig cell ภายในอัณฑะ ยับยั้งการสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ตามกลไกของ Negative feedback ในกระบวนการควบคุมความสมดุลของร่างกาย ในการพิจารณาผลต่อน้ำหนักอัณฑะและเซมินัลเวสิเคิลนั้น เนื่องจากเป้าหมายหลักของการศึกษาในครั้งนี้ ได้มุ่งพิจารณาที่ผลต่อกล้ามเนื้อสัตว์ของทดลอง อันเป็นบทบาทของฮอร์โมนเพศชายที่มีผลกระตุ้นการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งส่งผลชักนำให้กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ทั้งจำนวนและขนาดของเซลล์กล้ามเนื้อ (นทีทิพย์ กฤษณามระ, 2538) และฮอร์โมนเพศชายนั้น ก็มีผลชักนำให้น้ำหนักอัณฑะและเซมินัลเวสิเคิลเพิ่มขึ้น (Zarrow, Yochim, & McCarthy, 1964) ดังนั้น การศึกษาผลของกวาวเครือแดงในหนูถีบจักรในครั้งนี้ ได้มุ่งพิจารณาผลต่อกล้ามเนื้อ และยังได้พิจารณาผลต่อน้ำหนักของอัณฑะและเซมินัลเวสิเคิล เนื่องจากต่างก็เป็นอวัยวะเป้าหมายของฮอร์โมนเพศชาย ถึงแม้ว่า จะมีรายงานว่ากวาวเครือแดงไม่แสดงฤทธิ์ฮอร์โมนเพศชายก็ตาม แต่ก็พบว่าสารจากกวาวเครือแดงนั้น ได้ส่งผลกระทบต่อน้ำหนักอัณฑะและเซมินัลเวสิเคิลของหนูถีบจักร

ผลต่อน้ำหนักขา พบว่า หนูกลุ่มที่ได้รับผงจากเปลือกขนาด 0.25 และ 2.50 มก. ผงจากเนื้อ 0.50 มก. และผงจากทั้งหัว 0.50 มก. กลุ่มสารสกัด Ethanol จากเปลือกทุกขนาด และกลุ่มสารสกัด Ethanol จากเนื้อขนาด 0.05 มก. มีน้ำหนักขามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Hexane ทุกกลุ่มมีน้ำหนักขารวม ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ในสารสกัด Hexane ที่ส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มสเตอรอยด์นั้น ไม่มีผลต่อน้ำหนักขาหนู จึงกล่าวได้ว่า สารกลุ่มสเตอรอยด์ที่พบในกวาวเครือแดง ไม่แสดงฤทธิ์ในการเสริมสร้างกล้ามเนื้อได้เช่นเดียวกับฮอร์โมนเพศชาย (Androgen) และยาในกลุ่ม Anabolic Steroids การทดลองครั้งนี้จึงได้มุ่งความสนใจไปที่ผงป่นแห้งและสารสกัด Ethanol ได้คัดเลือกผงเปลือก 0.25 มก. และ สารสกัด Ethanol จากเปลือก 0.001 มก. ที่ชักนำให้หนูมีน้ำหนักขาสูงสุด เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

ผลของผงป่นแห้งและสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง ในขนาดที่ได้คัดเลือกในหนูถีบจักร เทียบกับกลุ่มที่ป้อนสาร Methoxyisoflavone เมื่อพิจารณาที่ขนาดและน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius พบว่า หนูกลุ่มที่ป้อนผงเปลือกทั้งสามขนาด (0.125 0.250 และ 0.500 มก.) และสารสกัด Ethanol จากเปลือกทั้งสามขนาด (0.0005 0.001 และ 0.005 มก.) รวมทั้งกลุ่มที่ป้อนสาร Methoxyisoflavone ทั้งสามขนาด (0.02 2.00 และ 4.00 มก.) ทุกกลุ่มมีขนาดและน้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสารจากเปลือกกวาวเครือแดง โดยเฉพาะสารสกัด Ethanol ที่มีผลต่อกล้ามเนื้อ Gastrocnemius โดยแสดงผลเช่นเดียวกับ กลุ่มที่ป้อนสาร Methoxyisoflavone ที่เป็นสารกลุ่ม Isoflavones ที่สามารถชักนำให้มีการสร้างโปรตีนและกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (Wilborn et al., 2006)

ผลต่อน้ำหนักตัวของกบนา พบว่า กลุ่มที่ให้สารสกัด Ethanol มีน้ำหนักตัวสูงที่สุด และรองลงมาได้แก่ กลุ่มผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มนี้มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ปรีชา สุวรรณ และคณะ (2547) ที่ได้เลี้ยงกบนาด้วย กวาวเครือขาว เริ่มเลี้ยงจากลูกอ๊อด อายุ 4 วัน ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 33 วัน พบว่า กบนากลุ่มที่ได้รับ กวาวเครือขาว ขนาด 1 และ 2 กรัม/กก.อาหาร มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม และจากผลการทดลองของ ปิยพงศ์ บางใบ (2550) ที่ได้เลี้ยงกบนาด้วยอาหารผสมสมุนไพรฟ้าทะลายโจร โดยเลี้ยงกบนาเริ่มจากอายุ 2 เดือน เป็นเวลา 35 วัน พบว่า อาหารผสมสมุนไพรฟ้าทะลายโจร ในขนาด 150 และ 250 มก./1 กก.อาหาร มีผลทำให้น้ำหนักตัวของกบนาเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุม ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสารในสมุนไพรที่ให้กบนาชักนำให้กบนามีน้ำหนักตัวมากขึ้น ซึ่งผลจากการทดลองครั้งนี้ ได้ชี้ให้เห็นว่าสารจากเปลือกกวาวเครือแดง โดยเฉพาะสารสกัด Ethanol ที่มีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ดังที่กล่าวมาแล้ว มีผลชักนำให้น้ำหนักตัวของกบนาเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Tongtong, Lee, Murphy, and Hendrich (2003) ที่พบว่าสารในกลุ่มไอโซฟลาโวนที่สกัดได้จาก ถั่วเหลืองระดับ 250 มก./กก.อาหาร มีผลชักนำให้น้ำหนักตัวของหนูแฮมสเตอร์ เพศผู้และเพศเมีย สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการทดลองของ Greiner, Stahly, and Stabel (2001) ที่ได้เสริมสาร Genistein ซึ่งเป็นสารที่พบในกวาวเครือแดง ในอาหารสุกรหลังหย่านม ที่มีแนวโน้มว่า สุกรที่ได้รับอาหารเสริม Genistein ที่ระดับ 200 ppm. มีน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มอื่น จากที่ได้กล่าวมาแล้ว สารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดงมีสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ซึ่งอาจมีอยู่หลายชนิดที่มีคุณสมบัติคล้าย phytoestrogen เช่น Genistein ซึ่งได้มีรายงานว่า การเสริมเอสโตรเจน มีผลเพิ่มการหลั่ง Growth hormone และการให้เอสโตรเจนในขนาดต่ำ จะมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโต และในทางตรงกันข้าม เมื่อร่างกายมีระดับเอสโตรเจนที่สูงเกินไป ตัวเอสโตรเจนเอง ก็จะไปกระตุ้นให้ Hypothalamus ลดหรือหยุดการหลั่ง Growth hormone ทำให้การเจริญเติบโตลดลง (นทีทิพย์ กฤษณามระ, 2538) ซึ่งสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ จากกวาวเครือแดง อาจเสริมฤทธิ์เอสโตรเจนในร่างกาย โดยเพิ่มการหลั่ง Growth hormone ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของกบนา

ผลต่อน้ำหนักของส่วนขา ขนาครอบขา (รอบกระดูก Femur) ขนาครอบน่อง (รอบกระดูก Tibiofibula) และ ผลต่อน้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนา พบว่า กลุ่มที่มีค่าสูงสุดได้แก่ กลุ่มสารสกัด Ethanol และรองลงมาได้แก่ กลุ่มผงเปลือก ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการทดลองในหนูถีบจักร ที่ได้พบว่า หนูกลุ่มที่ได้รับผงจากเปลือก และสารสกัด Ethanol จากเปลือก ที่มีน้ำหนักขามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากสารจากเปลือกกวาวเครือแดง โดยเฉพาะสารสกัด Ethanol ซึ่งประกอบไปด้วยสารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ จากรายงานของโสภณ

เริงสาราญ และคณะ (2543) ที่พบว่ามีการ ประกอบฟลาโวนอยด์ และ ฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ใน หัวกวาวเครือแดง ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cAMP - phosphodiesterase ได้อย่างแรง โดยปกติในร่างกายจะมีสาร Nitric oxide (NO) ซึ่งเป็น Neurotransmitter สาร NO นี้ จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ guanylate cyclase จะทำหน้าที่เปลี่ยนสาร guanosine triphosphate (GTP) ไปเป็น cyclic guanosine monophosphate (cGMP) ที่เป็นสารที่ช่วยทำให้เกิดการคลายตัวของกล้ามเนื้อเรียบ โดยเฉพาะที่ผนังของหลอดเลือด ช่วยทำให้ผ่อนคลาย ทำให้เลือดหมุนเวียนได้ดี สามารถส่งเลือดไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แต่ cGMP จะถูกทำลายด้วยเอนไซม์ cAMP - phosphodiesterase การคลายตัวของหลอดเลือดจึงเกิดได้ไม่นาน (Ignarro, 1989) ซึ่งการที่สารประกอบฟลาโวนอยด์ และฟลาโวนอยด์ไกลโคไซด์ ที่พบในกวาวเครือแดง สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ cAMP - phosphodiesterase ส่งผลให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Herrera et al. (1996) ที่พบว่า สารพวกฟลาโวนอยด์ช่วยทำให้หลอดเลือดมีการขยายตัวได้เพิ่มขึ้น (Vasodilation) โดยไปยับยั้ง cyclic nucleotide phosphodiesterase การที่เลือดมีการไหลเวียนที่ดีขึ้น จะช่วยทำให้กล้ามเนื้อได้รับออกซิเจน สารอาหาร วิตามินต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อมีการเจริญเติบโตดีขึ้น จะเห็นว่าในกลไกของการเจริญของกล้ามเนื้อนั้น สารสำคัญที่มีบทบาทอย่างยิ่งได้แก่ NO มีรายงานว่า NO สามารถชักนำให้กล้ามเนื้อลายมีการเจริญเติบโตดีขึ้น โดยกลไกของการทำงานยังไม่ทราบแน่ชัด แต่เหตุผลประการหนึ่งเชื่อว่ามาจากผลของการไหลเวียนของเลือด การควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อลายนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการที่จะต้องประกอบกันในการชักนำให้กล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้นได้ ซึ่ง NO เป็นเพียงปัจจัยหนึ่ง ส่วนปัจจัยอื่น เช่น ระดับการไหลเวียนของเลือด การเปลี่ยนแปลงรูปร่างเซลล์กล้ามเนื้อ การหายใจระดับเซลล์ และ ความสมดุลของกลูโคส เป็นต้น (Stamler & Meissner, 2001) ซึ่งในปัจจุบันนี้ได้มีการนำสาร NO รวมทั้งสารที่เป็นสารตั้งต้นในการผลิต NO ได้แก่ L-arginine มาจำหน่ายให้แก่นักกีฬาเพาะกายที่ต้องการเสริมสร้างกล้ามเนื้อ (Mohen, 2008) และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ได้มีการนำสารในกลุ่ม trihydroxy methoxy-flavone ซึ่งเป็นสารที่พบได้ในหัวกวาวเครือแดง (ธนาธิป รักคิลป์, 2538) ใช้เป็นส่วนผสมในตัวยาเสริมสร้างกล้ามเนื้อ (Animalpak, 2010)

ผลการศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของกล้ามเนื้อของกบนา จากการทำสไลด์เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ซึ่งพบว่า การศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบ ที่กำลังขยาย 1000 เท่า สามารถเห็นกลุ่มของ เส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และ เส้นใยย่อย (Muscle fiber) ได้ แต่จะเห็นขอบเขตไม่ชัดเจน สอดคล้องกับการศึกษาของ สุภาพร อารีกิจ (2540) ที่ได้ศึกษาทางเนื้อเยื่อวิทยาของกล้ามเนื้อของกบนา พบว่า สามารถเห็นกลุ่มของ เส้นใยกล้ามเนื้อ และ เส้นใยย่อย ได้ แต่ไม่สามารถระบุขอบเขตได้ชัดเจน เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ ส่วนการศึกษาโครงสร้างจุลภาค ด้วย

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) พบว่าสามารถมองเห็นเส้นใยกล้ามเนื้อ เป็นกลุ่ม เส้นใยย่อยรวมกันเป็นมัด มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 43.75-113.64  $\mu$  ส่วนเส้นใยย่อยมีลักษณะ เป็นเส้นผิวขรุขระเป็นปุ่ม มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 0.82-1.89  $\mu$  ซึ่งจากรายงานของ สุพรพิมพ์ เจริญสกุล (2545) กล่าวว่าเส้นใยกล้ามเนื้อของมนุษย์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-80  $\mu$  ส่วน เส้นใยย่อยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1-2  $\mu$  และจากรายงานของ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ และ ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า เส้นใยกล้ามเนื้อของไก่พื้นเมือง (*Gallus domesticus*) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 18.48-39.04  $\mu$  ส่วนเส้นใยย่อยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 1.32-1.68  $\mu$  ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาครั้งนี้ไปบ้าง ซึ่งอาจเนื่องมาจาก เป็นสัตว์ต่างชนิดกัน แต่ก็พบว่า เส้นใยย่อยมีลักษณะเป็นลายของแถบโปร่งแสง (I band) สลับกับแถบทึบแสง (A band) และเส้นใย อยู่รวมเป็นกลุ่ม รวมเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อแต่ละกลุ่ม เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ก็ได้พบว่า กบนากลุ่มผงเปลือกและสารสกัด Ethanol จากกวาวเครือแดงมีขนาด เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อและเส้นใยย่อยไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่ง อาจเป็นไปได้ว่า กบนากลุ่มที่ได้รับผงเปลือกและสารสกัด Ethanol มีจำนวนเส้นใยกล้ามเนื้อ และ เส้นใยย่อยเพิ่มมากขึ้น โดยที่มีขนาดไม่แตกต่างกัน ซึ่งพิจารณาจากผลของ ขนาดและน้ำหนักของ กล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และสารสกัด Ethanol ที่มีมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อกบนา ได้พบว่ามีปริมาณ เถ้า ความชื้น ใยอาหาร ไขมัน และโปรตีน ของกลุ่มที่ได้รับผง และ สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม โดยพบว่าปริมาณขององค์ประกอบทางเคมีเฉลี่ยของทุกกลุ่มมากที่สุด เรียงตามลำดับ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน เถ้า ใยอาหาร และไขมัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ ธงชัย จำปาศรี, วิรัช จิวแหยม, ณัฏฐา วิศิษฎ์วิทยากร, และฉัตรชัย ปรีชา (2548) ที่ได้เลี้ยงกบนา (*Rana rugulosa*) อายุ 3 สัปดาห์ เป็นเวลา 4 เดือน เพื่อทดสอบระดับของโปรตีน 4 ระดับ ในอาหาร เลี้ยงกบ คือระดับร้อยละ 25 30 35 และ 40 ซึ่งพบว่า องค์ประกอบบางประการของกล้ามเนื้อกบ มีปริมาณความชื้น มากที่สุด รองลงมาได้แก่ ปริมาณโปรตีน เช่นเดียวกับการศึกษาในครั้งนี้ และ นอกจากนี้รายงานของ ตริ วาทกิจ (2552) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบบางประการของสัตว์น้ำต่าง ๆ ได้แก่ กุ้ง ปู ปลา และหอย พบว่ามีปริมาณความชื้น ตั้งแต่ร้อยละ 66-84 ซึ่งสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ ปริมาณโปรตีน ที่มีตั้งแต่ร้อยละ 8.5-25 ส่วนปริมาณไขมัน มีปริมาณตั้งแต่ร้อยละ 0.1-3 โดยได้ กล่าวเพิ่มเติมว่า องค์ประกอบหลักทางเคมีของสัตว์น้ำ จะแปรผันไปตาม ชนิดของสัตว์ เพศ อายุ ขนาด อาหาร ที่อยู่อาศัย และฤดูกาล

เมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนในกล้ามเนื้อของการศึกษาครั้งนี้ พบว่า กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง 0.005 มก. มีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนกลุ่มที่ได้รับผงเปลือกกวาวเครือแดง 0.50 มก. ก็มีแนวโน้มว่าจะมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนชนิดต่าง ๆ พบว่า ทุกกลุ่มมีส่วนของโปรตีน จากสูงไปต่ำ ได้แก่ โปรตีนไมโอไฟบริล โปรตีนซาร์โคพลาสมิก โปรตีนชนิดละลายได้ในด่าง และโปรตีนสโตรมา ตามลำดับ ซึ่งจากผลการศึกษาครั้งนี้ ได้พบว่า โปรตีนซาร์โคพลาสมิกของกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol มีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มที่ได้รับผงเปลือกก็มีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม โปรตีนซาร์โคพลาสมิกเป็นโปรตีนที่ห่อหุ้มรอบเส้นใยย่อย ซึ่งจะละลายอยู่ในส่วนของ sarcoplasm ได้แก่ เอนไซม์ชนิดต่าง ๆ เช่น phosphorylase และ เม็ดสีในเนื้อ เช่น myoglobin และ hemoglobin เป็นต้น (สุทรวัดน์ เบญจกุล, 2544) ส่วนโปรตีนไมโอไฟบริล ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลัก ของโปรตีนในกล้ามเนื้อกบนา พบว่า ในกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก และ สารสกัด Ethanol มีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งโปรตีนไมโอไฟบริล เป็นส่วนประกอบของเส้นใยย่อย โดยทั่วไปกล้ามเนื้อของสัตว์น้ำต่าง ๆ จะมีโปรตีนไมโอไฟบริล ในช่วงร้อยละ 40-60 ของโปรตีนทั้งหมด ซึ่งปริมาณโปรตีนไมโอไฟบริลนั้น จะมีผลโดยตรงต่อลักษณะเนื้อสัมผัส เมื่อนำมาเป็นอาหาร ส่วนโปรตีนซาร์โคพลาสมิก มีปริมาณมากเป็นอันดับสอง รองจากโปรตีนไมโอไฟบริล เนื่องจากประกอบด้วยโปรตีนชนิดต่าง ๆ ที่ละลายในซาร์โคพลาซึม (อมรรัตน์ ถนอมแก้ว, ถาวร จันทโชติ, และสุทธิรักษ์ เพชรรัตน์, 2552) สำหรับโปรตีนสโตรมา ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ประกอบไปด้วยคอลลาเจน และอีลาสติน ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า โปรตีนสโตรมาของทุกกลุ่ม มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 3.09-3.22 โดยที่ทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน แต่ก็มีความโน้มที่จะมีปริมาณสูงกว่ากลุ่มควบคุม จากรายงานของ Puwastein et al. (1999) กล่าวว่า โดยทั่วไปกล้ามเนื้อปลาประกอบด้วยคอลลาเจนประมาณร้อยละ 0.2 - 2.2 ปริมาณของคอลลาเจนจะบ่งบอกถึงความเหนียวของกล้ามเนื้อ ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงความเหนียวของเนื้อกบนาจะมีความเหนียวมากกว่าเนื้อปลา และจากรายงานของ เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์ และ ไชยวรรณ วัฒนจันทร์ (2550) ได้กล่าวไว้ว่า ปริมาณคอลลาเจนในกล้ามเนื้อของไก่พื้นเมือง (*Gallus domesticus*) สอดคล้องกับปริมาณโปรตีนสโตรมา กล่าวคือ จะมีปริมาณมากขึ้นเมื่ออายุไก่อมากขึ้น ซึ่งควรทำการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพของเนื้อกบนาทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการต่อไป

ส่วน สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (non-protein nitrogenous compounds, NPN) ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ทุกกลุ่มมีปริมาณ NPN ร้อยละ 1.48 - 1.52 จากผลการทดลองของ ธงชัย จำปาศรี และคณะ (2548) พบว่าปริมาณของ NPN ในกล้ามเนื้อกบนา มีอยู่ในช่วงร้อยละ 7-29 ซึ่ง

สูงกว่าการศึกษาครั้งนี้ อาจเนื่องมาจากว่าเป็นสัตว์ต่างชนิดกัน ดังที่ ตรี วาทกิจ (2552) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบหลักทางเคมีของสัตว์น้ำจะแปรผันไปตามชนิดของสัตว์ ค่า NPN นั้นมักจะใช้ในการประเมินคุณภาพสัตว์น้ำในด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ด้านกลิ่นและรสชาติ สารที่มี NPN เป็นองค์ประกอบได้แก่ กรดอะมิโนอิสระ Peptide Amide Amide oxide Quanine Ammonia และ Nucleotide (Sikorski., 1994) สารประกอบต่าง ๆ เหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งจะใช้ในการบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอาหาร ดังนั้น ระดับของ NPN ในกล้ามเนื้อกบนา ควรมุ่งพิจารณาในการนำกล้ามเนื้อกบนาไปแปรรูปเพื่อบริโภคต่อไป

ผลการวิเคราะห์สารจากกาวเครือแดง พบว่า สารสกัด Ethanol จากเปลือกกาวเครือแดง ซึ่งเป็นสารที่มีผลต่อกล้ามเนื้อของหนูถีบจักรและกบนา เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC พบว่ามีสาร Genistin และสารที่ไม่ทราบชื่อ ซึ่งคาดว่าสาร Genistin นั้น อาจไม่เกี่ยวข้องกับกล้ามเนื้อของสัตว์ทดลอง เนื่องจากได้พบว่าสาร Genistin ในสารสกัด Ethanol จากเนื้อกาวเครือแดง มีมากกว่าในสารสกัด Ethanol จากเปลือกกาวเครือแดง แต่จากผลการทดลองพบว่า สารสกัด Ethanol จากเปลือก แสดงผลต่อกล้ามเนื้อสัตว์ทดลองที่ต่ำกว่า สารสกัด Ethanol จากเนื้อ ซึ่งสาร Genistin หรือ Genistein-7-O-glucoside นั้นเป็นสารกลุ่ม Isoflavone glycoside โดยเป็น glycoside ของ Genistein (Shahidi & Nacz, 2004) ซึ่งยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับผลของสาร Genistin หรือ Genistein ที่มีต่อกล้ามเนื้อสัตว์ทดลอง แต่มีรายงานว่าสารทั้งสองชนิดนี้ สามารถแสดงฤทธิ์คล้ายเอสโตรเจนซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศหญิงได้ (Ingham, Tahara, & Dziedzic, 1986) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ครั้งนี้ไม่พบสาร Genistein ในสารสกัด Ethanol ทั้งจากเปลือกและเนื้อ แต่มีรายงานว่า สาร Genistein นั้นพบได้ในกาวเครือแดงโดย ณัฐวรรณ ยศวิน และ สุรจิต ฮวดสาขา (2550) ที่พบว่าการสกัดสาร Genistein จากกาวเครือแดงสามารถสกัดได้ดีที่สุด โดยใช้ Methanol เป็นตัวทำละลาย ด้วยคลื่นอุลตราโซนิกที่อุณหภูมิที่ 60 °C ซึ่งต่างจากการสกัดสารในครั้งนี ที่ได้สกัดโดยการแช่ใน Ethanol ที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำสารละลายที่ได้ไประเหย แต่จากการที่พบสาร Genistin ทำให้เข้าใจว่าในหัวกาวเครือแดงมีสาร Genistein เนื่องจากสาร Genistin นั้นเป็น glycoside ของ Genistein ดังที่กล่าวมาแล้ว สาเหตุที่ตรวจวิเคราะห์ไม่พบ อาจเนื่องมาจากวิธีการสกัดที่ไม่เหมาะสม

การตรวจวิเคราะห์ครั้งนี้ได้พบว่า ในสารสกัด Ethanol จากเปลือกกาวเครือแดงนั้น มีสารที่ไม่ทราบชื่อ ในปริมาณค่อนข้างมาก ซึ่งคาดว่าสารดังกล่าวนี้ จะเป็นสารที่แสดงฤทธิ์ต่อกล้ามเนื้อสัตว์ทดลองดังผลการทดลองในหนูถีบจักรและกบนา ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี HPLC ในครั้งนี้ ไม่สามารถแยก Peak ที่ชัดเจนใน Chromatogram ของสารนี้ได้ และไม่มีสารมาตรฐานเปรียบเทียบ จึงไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนว่าเป็นสารชนิดใด แต่คาดว่าเป็นสารในกลุ่ม Isoflavone และ Isoflavone glycoside เนื่องจาก ธนาธิป รักศิลป์ (2538) ได้พบว่าในสารสกัด Methanol จากหัวกาวเครือแดง

มีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ 3,7,5'-trihydroxy-4'-methoxyflavone และ สารผสมฟลาโวนอยด์ ไกลโคไซด์ ได้แก่ 3,5'-dihydroxy-4'-methoxyflavone-7-O-β-D-glucopyranoside และนอกจากนี้ Ngamrojanavanich et al. (2007) สามารถแยกสารจากส่วนสกัด Methanol จากกวาวเครือแดง ได้แก่ สาร 3-hydroxy-9-methoxypterocarpan (Medicarpin) และ สารกลุ่ม Isoflavone 4 สาร ได้แก่ สาร 7-hydroxy-4'-methoxyisoflavone (Formononetin) สาร 7,4'-dimethoxyisoflavone สาร 5,4'-dihydroxy-7-methoxyisoflavone (Prunetin) และสาร 7-hydroxy-6,4'-dimethoxy isoflavone ดังนั้น จึงคาดว่า สารที่มีอยู่ในสารสกัด Ethanol ที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้นั้น อาจเป็นสารในกลุ่มเหล่านี้ เนื่องจากสารที่พบโดย ธนาธิป รักลิตปี (2538) และ Ngamrojanavanich et al. (2007) เป็นสารสกัด Methanol ซึ่ง Methanol นั้นเป็นสารที่มีความมีขั้ว (Polarity) ใกล้เคียงกับ Ethanol ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งความมีขั้วของตัวทำละลายที่ใกล้เคียงกัน จะส่งผลต่อ ความสามารถในการละลายของสาร ในกลุ่มที่ใกล้เคียงกัน (ชุดิมา ศรีวิบูลย์, 2546) ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า สารที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ จะเป็นสารในกลุ่มเดียวกับที่พบโดย ธนาธิป รักลิตปี (2538) และ Ngamrojanavanich et al. (2007) ซึ่งควรจะต้องศึกษาวิจัยต่อไป

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

#### 5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 การเลี้ยงกบนา ด้วยส่วนเปลือกของกวาวเครือแดง ส่วนของสารสกัด Ethanol จะให้ผลที่ดีกว่าผงป่นแห้ง ซึ่งนอกเหนือจากผลทางด้านน้ำหนักตัวและน้ำหนักกล้ามเนื้อแล้ว จากการสังเกตได้พบว่า ในกบนากลุ่มที่ได้รับสารสกัด มีแนวโน้มว่ามีสุขภาพที่ดีกว่าและความแข็งแรงมากกว่ากลุ่มที่ได้รับผงป่นแห้ง และจากการสังเกตยังพบว่า กบนากลุ่มที่ได้รับสารสกัด มีอัตราการกินอาหารที่ดีกว่า ที่อาจเนื่องมาจากกลิ่นของกวาวเครือแดงที่มีในผงป่นแห้ง ซึ่งจะไม่พบในสารสกัด Ethanol

5.3.1.2 จากการเลี้ยงกบนาในครั้งนี้ ได้พบว่า การใช้ผงป่นแห้งและสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือกของกวาวเครือแดงนั้น นอกจากจะสามารถชักนำให้กบนา มีขนาดและน้ำหนักของกล้ามเนื้อ Gastrocnemius มากขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตของกบนา ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุม กล่าวคือ โตเร็วกว่า ดังนั้น จึงอาจนำผงป่นแห้งและสารสกัด Ethanol จากส่วนเปลือกของกวาวเครือแดง มาใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของกบนาในระยะต่าง ๆ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต

5.3.1.3 การใช้กาวเครือแดงในการเลี้ยงกบนานั้น ควรคำนึงถึงแหล่งที่มาและฤดูกาลเก็บตัวอย่างของหัวกาวเครือแดง เนื่องจากกาวเครือแดงที่ได้มาจากต่างแหล่งหรือต่างฤดูกาลอาจมีสารที่สามารถชักนำให้เกิดผลต่อกบนาได้แตกต่างกันไป ซึ่งอาจจะต้องปรับขนาดในการใช้ผสมในอาหารกบนาที่แตกต่างกันไปตามแหล่งที่มาและฤดูกาล ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างกาวเครือแดงแต่ละครั้ง ควรเก็บตัวอย่างในปริมาณหนึ่ง ที่จะไม่ต้องปรับขนาดของสารจากกาวเครือแดงบ่อย ๆ

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยเพิ่มเติม

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาผลของสารสกัด Ethanol จากเปลือกกาวเครือแดง ในการเลี้ยงกบในระยะต่าง ๆ เช่น ระยะลูกอ๊อด หรืออาจทำการทดลองเลี้ยงกบนา ตลอดช่วงวงจรชีวิต หรือศึกษาผลกระทบของกาวเครือแดงในรุ่น (Generation) ต่อไป

5.3.2.2 ในการวิเคราะห์ สารสกัด Ethanol จากเปลือกกาวเครือแดง โดยใช้วิธี HPLC ครั้งนี้ พบว่ามีกลุ่มสารที่ไม่สามารถแยกเป็น Peak เดียวได้อย่างชัดเจน ซึ่งคาดว่าจะเป็สารที่มีผลต่อก้ามเนื้อสัตว์ทดลองในครั้งนี้ จึงควรทำการศึกษาวิจัยต่อไปเกี่ยวกับสารดังกล่าว

5.3.2.3 ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้กาวเครือแดง ในกบที่นิยมเลี้ยง เช่น กบจาน กบภูเขา กบบลูฟร็อก เป็นต้น หรือทดลองในสัตว์เศรษฐกิจอื่น ๆ รวมทั้ง การนำกาวเครือขาว กาวเครือแดง และกาวเครือดำ ไปประยุกต์ใช้ในการเลี้ยงกบเศรษฐกิจต่าง ๆ



## รายการอ้างอิง

## รายการอ้างอิง

- กานดา เกตุมณี, และ ณภัทร จันทวี. (2547). ผลของการเสริมสมุนไพรพะยอมในอาหารไก่กระตัง. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, เพชรบุรี.
- การใช้สารในกลุ่มของ “ฮอร์โมน” เพื่อการได้นักกีฬา. (2550, 20 กันยายน). เดลินิวส์. สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2550, จาก [http://www.dailynews.co.th/web/html/popup\\_news/popup\\_news\\_print.aspx?ColumnId=46013&newstype=2&Template=1](http://www.dailynews.co.th/web/html/popup_news/popup_news_print.aspx?ColumnId=46013&newstype=2&Template=1)
- เกษตรกรรม ทองคลองไทร, ยุทธนา สมิตะสิริ, จักรกฤษณ์ เขรัมย์, เกษม เชตะวัน, วิทยา กิ่งโก้, และนรสิงห์ เพ็ญประไพ. (2544). ผลของสมุนไพรกวาวเครือขาวต่อการแสดงลักษณะเพศในกบนา. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย.
- เกษร เมืองทิพย์. (2549). พฤกษศาสตร์ พันธุ์ การเจริญเติบโต และการพัฒนาการติดผลและเมล็ด และแอนโทไซยานินในกวาวเครือแดง. วิทยานิพนธ์ปริญญาคุฎบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- จรรยา แสงอรุณ, ยุทธนา สมิตะสิริ, สุพัตร์ พ่วงบางโพธิ์, และไมตรี สุทธจิตต์. (2545). การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกวาวเครือ. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย.
- จรัญ จันทลักษณ์. (2549). สถิติ : การวิเคราะห์และการวางแผนงานวิจัย. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จักรพงษ์ ไพบูลย์. (2542). อนุมูลอิสระและสารต่อต้านอนุมูลอิสระ. สืบค้นเมื่อ 21 สิงหาคม 2550, จาก <http://www.thaiclinic.com/antioxidant.html>.

- จิระศักดิ์ กิริตคุณากร, และไพฑูรย์ พิสุทธิสินธุ์. (2543). **คู่มือการตรวจสอบกาวเครือและทองเครือ**. กรุงเทพฯ: ฝ่ายพันธุ์พืช กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จิโรจน์ พี่ระเกียรติขจร, และ สมรักษ์ รอดเจริญ. (2546). **เปรียบเทียบการเจริญเติบโต อัตรารอดตายและอัตราการแลกเปลี่ยนของกิ่งกล้าดำที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมบอระเพ็ดและขมิ้นชัน**. รายงานการวิจัยสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง, ตรัง.
- จุฬาลักษณ์ ทวีบุตร. (2551). **การเพิ่มการสะสมแอนโทไซยานินในรากสะสมอาหารของกาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ด้วยเอทีฟอน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดกาวเครือแดง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- ชวลิต นิยมธรรม. (2538). **กาวเครือ**. ใน **อนุกรมวิธานพืช อักษร ก. ราชบัณฑิตยสถาน**. กรุงเทพฯ: เพื่อนพิมพ์.
- ชวลิต ศิริบูรณ์. (2549). **ผลของกาวเครือแดง (*Butea superba*) ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต ระดับคอเลสเตอรอลในเลือด และคุณภาพซากในไก่กระທ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการผลิตสัตว์. มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่.**
- ชุติมา ศรีวิบูลย์. (2546). **การวิเคราะห์โดยเครื่องมือโครมาโทกราฟี**. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ณัฐวรรณ ชยวัฒน์, และสุรจิต ฮวดสาขา. (2550). **การสกัดสารเจนิสทินจากกาวเครือแดงด้วยคลื่นอุลตราโซนิก**. ใน **การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 17** (หน้า 36-38). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ตรี วาทกิจ. (2552). **เอกสารประกอบการสอนวิชา 2501-2304 ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ (Fishery Product)**. นครพนม: คณะวิชาอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี นครพนม มหาวิทยาลัยนครพนม.
- เต็ม สมิตินันท์. (2523). **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย: ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง**. กรุงเทพฯ: กรมป่าไม้.

- ถนนอมศรี วงศ์รัตนาสถิต, และพรรณนิภา ชุมศรี. (2535). **เภสัชวินิจฉัยยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เล่ม 2**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- ทองย่น ทองคลองไทร. (2544). **การเลี้ยงกบ**. กภาพสินธุ์: แผนกกบ คณะวิชาประมง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์.
- ทองย่น ทองคลองไทร. (2546). **การเริ่มต้นเลี้ยงกบ (พิมพ์ครั้งที่ 2)**. กภาพสินธุ์: แผนกกบ คณะวิชาประมง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตกาฬสินธุ์.
- ธงชัย จำปาศรี, วิรัช จิวแหยม, ณัฏฐา วิศิษฎ์วิทยากร, และฉัตรชัย ปรีชา. (2548). การวิจัยและพัฒนาอาหารและการให้อาหารกบ. *วารสารวิจัย มข.*, 10(3), 208-223.
- ธนาธิป รักศิลป์. (2538). องค์ประกอบทางเคมีในหัวกวาวแดง *Butea superba* Roxb. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นทีทิพย์ กฤษณามระ. (2538). **ฮอร์โมนกลไกและการออกฤทธิ์ร่วม**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- นพอร์ ปาลวัฒน์วิไชย. (2550). **การเสริมไขมันชั้นผิวกินอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการย่อยและใช้ประโยชน์ได้ คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และคอเลสเตอรอลในไข่เนื้อ**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- นิธิยา รัตนานนท์. (2545). **เคมีอาหาร**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- นุกูล อินทกุล. (2549). **เคมีอาหาร Food Chemistry**. เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- บุญศรี เพ็ญมั่ง, ประทุม ยอดคำปิ่น, วสันต์ มะโนเรือง, และยุทธนา สมิตะศิริ. (2535). ผลของพืชสมุนไพรบางชนิดต่อลูกไก่เปรียบเทียบกับแอนโดรเจน. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วทท.) ครั้งที่ 18**. (หน้า 180-181). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปณิธิ มีพลั้ง, และ สัมฤทธิ์ นวมน์ม. (2546). ผลการใช้อาหารเสริมมะนาวผงในลูกสุกรหย่านม-  
รุ่น. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสัตวบาล. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี,  
เพชรบุรี.

ประจวบ สร้างย่านาง. (2547). ผลของการเสริมกล้วยดิบผงในอาหารต่อสมรรถนะการผลิต  
คุณภาพซาก และการควบคุมโรคในไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ปรีชา สุวรรณ, ประทีป ชาววงศ์, ชงยุทธ ทะปาน, หนึ่งฤทัย บั้งเงิน, และยุทธนา สมิตะสิริ.  
(2547). การศึกษาผลของกาวเครือขาวต่อการเลี้ยงกบโดยการมีส่วนร่วมของกลุ่ม  
เกษตรกรผู้เลี้ยงกบจังหวัดเชียงราย. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.  
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, เชียงราย.

ปิยพงศ์ บางใบ. (2550). การศึกษาผลการเลี้ยงกบด้วยอาหารผสมสมุนไพร. รายงานการวิจัยคณะ  
เทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์, เพชรบูรณ์.

สุสติ ปริยานนท์, กัมพล อิศรางกูร ณ อยุธยา, นงเยาว์ จันทร์ผ่อง, ชีรวรรณ นุดประพันธ์, และ  
วิโรจน์ ดาวฤกษ์. (2535). การเลี้ยงกบ. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พงศ์พันธ์ อินทราวัฒน์. (2548). การเลี้ยงกบ. กรุงเทพฯ: เกษตรสยามบุ๊คส์.

พชรนิภา สุวานิช. (2546). ผลของการใช้บัวบกในอาหารไก่กระตู่ต่อสมรรถภาพการผลิต ระดับ  
ภูมิคุ้มกัน และคุณภาพเนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์.  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พิษณุ ภัทรโรจน์พงษ์, และวาที คงบรรทัด. (2542). ผลของการป้อนกาวเครือขาว (*Pueraria  
mirifica*) ในไก่ลูกผสมสามสายพันธุ์เพศผู้. ใน รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ  
เกษตรภาคเหนือ ครั้งที่ 2 สาขาสัตวบาล/สัตวศาสตร์/สัตวแพทย์ (หน้า 73-78). เชียงใหม่:  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพลิน สิทธิวิเชียรวงศ์. (2542). การคัดกรองสารมีฤทธิ์ทางชีวภาพในพืชสมุนไพรโดยวิธียับยั้ง  
ไซคลิก-เอเอ็มพี ฟอสโฟไดเอสเทอร์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา  
วิทยาศาสตร์ (เทคโนโลยีทางชีวภาพ). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ภavana อัสวประภา. (2544). **คู่มือการปลูกพืชสมุนไพร**. กรุงเทพฯ: กรมส่งเสริมการเกษตร.

มณิสร์ เตือนธรรมรักษ์, กนกพร แสนเพชร, และสุลักษณ์ วุฒิชีรพล. (2552). การทดสอบฤทธิ์  
ของสมุนไพรในกวางเครือแดงจากจังหวัดลำปาง. ใน **การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์  
และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วทท.) ครั้งที่ 35** (หน้า 162-163). ชลบุรี: มหาวิทยาลัย  
บูรพา.

ไมตรี สุทธจิตต์, ปกฤษฎาภรณ์ แก้วสุริยะ, ศิริวรรณ สุทธจิตต์, และอุดมกัญช์ ขาลสุวรรณ.  
(2545). แอนติออกซิแดนซ์และสารสำคัญในพืชสมุนไพรไทย. **วารสารเภสัชศาสตร์และ  
วิทยาศาสตร์สุขภาพ, 3**(มกราคม-มิถุนายน), 254-260.

ยุทธนา สมิตะสิริ, จันทราภักย์ ไตรวานนท์, จินฉัตร มานะเสถียร, James F.Maxwell,  
สมบุญ อนันตลาโกชัย, นิรัชร์ เลิศประเสริฐสุข, สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล,  
สุลักษณ์ พุทธรักษ์, ศรินทร พิศุทธานนท์, กรกนก อิงคินันท์, รัตติมา จินาพงษา,  
ชัยณรงค์ ไตรจรัส, และมณฑล สงวนเสริมศรี. (2546). **โครงการวิจัยและพัฒนา  
กวางเครือแดง ระยะที่ 1**. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง. มหาวิทยาลัย  
แม่ฟ้าหลวง, เชียงราย.

ยุทธนา สมิตะสิริ, บุญศรี เขียวมั่ง, วรณัฏฐา ขนนไทย, และสนั่น สุภาลัย. (2535). **รายงานวิจัย  
โครงการวิจัยและพัฒนาสมุนไพรกระตุ้นกำหนด**. เชียงใหม่: หน่วยวิจัยพืชสมุนไพร  
ควบคุมการสืบพันธุ์ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่.

ยุทธนา สมิตะสิริ, และวัชร วงศ์วิริยะ. (2541). **รายงานการวิจัยผลของกวางเครือแดงและ  
กวางเครือดำต่อขนาดของอวัยวะเพศของหนูไม่ชี้ที่ตัดและไม่ตัดอวัยวะ**. นครราชสีมา:  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

รัชณี เมฆมณี. (2536). การใช้ยาพิศวัตตูประสงค์ในทางการกีฬา. ใน **นงลักษณ์ สุขวานิชย์ศิลป์,  
และอนิชา อุทัยพัฒน์ (บรรณาธิการ), ความก้าวหน้าของสมุนไพรบำบัด** (หน้า 182-187).  
กรุงเทพฯ: Text and journal corporation.

รุจน์ สุทธิศรี. (2542). **บทความกวางเครือขาว**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเภสัชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยมหิดล.

- รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์. (2551). ความรู้ในการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์กบนา ของเกษตรกร  
หมู่บ้านรอบศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. การค้นคว้า  
แบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,  
เชียงใหม่.
- รุจิเรข บุญกาพิมพ์. (2545). ผลของสารสกัดกวางเครือแดงต่อหลอดเลือดดำที่แยกจากสายสะดือ  
มนุษย์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์.  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- รุ่งกานต์ กล้าหาญ, อรพินท์ จินตสถาพร, ประทีกย์ ตามทิพย์วรรณ, ส่งศรี มหาสวัสดิ์, และ  
ศรีน้อย ชุ่มคำ. (2547). การใช้ใบ เถา และหัวกวางเครือขาวในอาหารปลานิล. ใน  
เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42: สาขาประมง  
สาขาอุตสาหกรรมเกษตร (หน้า 37-44). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วุฒิ ธรรมวุฒิเวช. (2540). สารานุกรมสมุนไพร รวมหลักเภสัชกรรมไทย. กรุงเทพฯ: โอเดียน  
สโตร์.
- วิชัย เชิดชูวิศาตร์. (2541). ผลการทดสอบการใช้ไฟโตแอนโดรเจนจากหัวกวางเครือแดงเป็น  
อาหารเสริมสุขภาพในกลุ่มบุรุษวัยเจริญพันธุ์. ใน การสัมมนาวิชาการกวางเครือ วันที่ 1  
ธันวาคม 2541 (หน้า 31). กรุงเทพฯ: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม. (2540). พจนานุกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กรุงเทพฯ: รวมสาส์น (1977).
- วิวัฒน์ วรามิตร. (2546). ผลของการเสริมข่าผงในอาหารต่อสมรรถนะการผลิต คุณภาพซาก และ  
การควบคุมโรคบิดในไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์.  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. (2537). พฤกษศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไร่เขียว.
- สมพร คำพร. (2551). แนวทางการพัฒนากระบวนการเลี้ยงกบตามแนวเศรษฐกิจพอเพียงใน  
โครงการเลี้ยงกบเพื่อความสมดุลตามธรรมชาติตำบลเกาะเกิด อำเภอบางปะอิน จังหวัด  
พระนครศรีอยุธยา. การค้นคว้าอิสระศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพุทธศาสตร์การพัฒนา.  
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา.

สมพร ภูติยานันท์. (2542). **ตรวจเอกลักษณ์พืชสมุนไพร: ภาคพิเศษ**. กรุงเทพฯ: องค์การส่งเสริมการค้าทางการศึกษา.

สมโภชน์ ทับเจริญ, ยุทธนา สมิตะศิริ, สุเจตน์ ชื่นชม, หลอด แปรงกระโทก, และเสาวลักษณ์ ผ่องลำเจียก. (2541). ผลของการใช้กาวเครือขาวต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรในระยะรุ่น-ขุน. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 40 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาสัตว สาขาสัตวแพทยศาสตร์ สาขาประมง** (หน้า 222-230). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมโภชน์ ทับเจริญ, วาณี ชัยวัฒนสิน, เกรียงศักดิ์ สะอาดรักษ์, และหนูจันทร์ มาตา. (2546). ระดับที่เหมาะสมของการใช้กาวเครือขาวในสูตรอาหารกระต่ายระยะรุ่น-ขุน. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41: สาขาสัตว สาขาสัตวแพทยศาสตร์** (หน้า 284-290). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมโภชน์ ทับเจริญ, ศรีสุวรรณ ชมชัย, เกรียงศักดิ์ สะอาดรักษ์, ชญา พิศาลพงศ์, วิมลมาศ ดิลกวิลาศ, และ เสาวลักษณ์ ผ่องลำเจียก. (2550). ผลของการเสริมกากขี้มันชั้นในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสุกรในระยะรุ่น-ขุน. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาสัตว และสัตวแพทยศาสตร์** (หน้า 266-273). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมโภชน์ ทับเจริญ, อรทัย ไตรวุฒานนท์, สุชาติ สงวนพันธุ์, อรประพันธ์ ส่งเสริม, เกรียงศักดิ์ สะอาดรักษ์, มณฑาทิพย์ ชื่นฉลาด, ประนอม เดชวิสิฐสกุล, ธีรุต ปั่นทอง, และ เสาวลักษณ์ ผ่องลำเจียก. (2549). ผลการใช้กาวเครือขาวในไก่ลูกผสมพื้นเมือง. ใน **เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 : สาขาสัตว และสัตวแพทยศาสตร์** (หน้า 79-88). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สว่าง กลวงษ์. (2551). ผลของระดับเมล็ดงาดำ (*Sesamum indicum* L.) และระดับไขมันในอาหารต่อสมรรถนะการผลิต และคุณภาพซากของไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

- สิทธิศักดิ์ ปิ่นมงคลกุล. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบผลของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่พบในพื้นที่ที่แตกต่างกันสองพื้นที่ ต่อ อวัยวะสืบพันธุ์ พฤติกรรมการสืบพันธุ์ และการแข็งตัวของอวัยวะเพศในหนูขาวเพศผู้ (*Rattus norvegicus*). วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.
- สุทธิดี ดีนุกคำ. (2548). ผลของการเสริมผงใบบัวบกในอาหารลูกปลาอุกบักก้อย. ปัญหาพิเศษ วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, เพชรบุรี.
- สุทธวัฒน์ เบญจกุล. (2544). องค์ประกอบทางเคมีของสัตว์น้ำ. ใน เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ (หน้า 27-86). สงขลา: ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุทิน สมมิตร และสุปราณี พลสอน. (2550). การศึกษาปริมาณไอโซฟลาโวนจากผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองโดยวิธีโครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. โครงการวิจัย วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- สุพรพิมพ์ เจียสกุล. (2545). ศรีวิทยา 1 (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: เรือนแก้วการพิมพ์.
- สุภาพร อารีกิจ. (2540). การศึกษาเนื้อเยื่อปกติของกบนา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การประมง. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- สุนิตย์ จันทรประเสริฐ. (2541). การใช้ยา androgens. ใน วิทยา ศรีมาดา (บรรณาธิการ), การใช้ยาอย่างสมเหตุผลในทางอายุรกรรม (หน้า 291-298). กรุงเทพฯ: ชูนิติ์พับลิเคชั่น.
- สุเมธ ดันตระเชียร. (2544). เอกสารประกอบการสอน วิชา 2314255 Elementary Food Technology. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวคนธ์ วัฒนจันทร์, และ ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. (2550). อิทธิพลของอายุและระบบการเลี้ยง ต่อองค์ประกอบทางเคมี คุณสมบัติ และโครงสร้างระดับจุลภาคของกล้ามเนื้อไก่พื้นเมือง. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

โสภณ เรืองสำราญ, อมร เพชรสม, นาดยา งามโรจนวนิชย์, ธนาธิป รักศิลป์, ไพลิน สิทธิวิเชียรวงศ์, ประภาส ขอฟุ้ง, วิชัย เชิดชูวิศาสตร์, และชัยโย ชัยชาญทิพยุทธ. (2543). ฟลาวอนอยด์ และฟลาวอนอยด์ไกลโคไซด์จากกวาวเครือแดง และฤทธิ์ต่อต้านไซคลิก เอเอ็มพีฟอสโฟไดเอสเทอร์. วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 25(1), 169-176.

ศศิรา คุปพิทยานันท์. (2549). ผลของการเสริมผงกระเทียม (*Allium sativum* Linn.) ในอาหารต่อ ลักษณะเพศผู้ในไก่เนื้อ. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

อชิพงษ์ มานะเสถียร. (2544). การศึกษาเปรียบเทียบผลของกวาวเครือแดง (*Butea superba* Roxb.) ที่พบในพื้นที่ที่แตกต่างกันสองแห่ง ต่อ หัวใจ ตับ ไต ต่อมหมวกไต และ องค์ประกอบของเลือดในหนูขาวเพศผู้ (*Rattus norvegicus*). วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

อนุวัติ อุปนันไชย, สุพัทธ์ ศรีพัฒน์, และพัชรี สิงห์สม. (2548). การเลี้ยงกบนาในบ่อซีเมนต์ด้วย อัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน. รายงานการวิจัยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดแพร่. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

อนุสารสุนทร, หลวง. (2474). ตำรายาหัวกวาวเครือ. เชียงใหม่: อุปะติพงศ์.

อมรรัตน์ ถนนแก้ว, ถาวร จันทโชติ, และสุทธิรักษ์ เพชรรัตน์. (2552). ผลของการหมักและการทำแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงของไขมันและโปรตีนในผลิตภัณฑ์ปลาตุ๋นที่ผลิตจาก ปลาตุ๋นเลี้ยงและปลาคูขรรค์. ใน การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย มหาวิทยาลัยทักษิณ ครั้งที่ 19 ประจำปี 2552 (หน้า 50-62). สงขลา: มหาวิทยาลัยทักษิณ.

อรดี สหวัชรินทร์. (2542). กวาวเครือ สมุนไพรครอบจักรวาล. วารสารเคหะการเกษตร, 23(4), 127-235.

อังศุมลีย์ แก้วศิริ. (2549). การใช้สารสกัดหยาบจากพริกในอาหารไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาโภชนศาสตร์และเทคโนโลยีอาหารสัตว์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุไร แสนคุณท้าว. (2545). กรรมวิธีการผลิตและผลการเสริมกระเทียมผงในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต การควบคุมโรค และคุณภาพซากของไก่เนื้อ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอกรัตน์ อยู่ยั่งยืน. (2545). ผลการเสริมสมุนไพรฟ้าทะลายโจรในอาหารไก่กระตัง. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสัตวบาล. สถาบันราชภัฏเพชรบุรี, เพชรบุรี.

Animalpak. (2003). A legitimate alternative to prohormones. **Natural Anabolics**. Retrieved October 7, 2008, from <http://www.bodybuilding.com/fun/animalpak34.htm>.

Animalpak. (2010). **Animal test**. Retrieved July 17, 2010, from <http://www.animalpak.com/html/sections.cfm?id=54>.

Anthony, M.S., Clarkson, T.B., & Hughes, C.L. (1996). Soybean isoflavones improve cardiovascular risk factors without affecting the reproductive system of peripubertal rhesus monkeys. **Journal of Nutrition**, 126(1), 43-50.

AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis** (17th ed.). Arlington: The Scientific Association Dedicated to Analytical Excellence.

Awad, A.B., Chan, K.C., Downie, A.C., & Fink, C.S. (2000). Peanuts as a source of  $\beta$ -sitosterol, a sterol with anticancer properties. **Nutrition and Cancer**, 36(2), 238-241.

Best, R., Lewis, D.A., & Nasser, N. (1984). The anti-ulcerogenic activity of the unripe plantain banana (*Musa Species*). **British Journal of Pharmacology**, 82(1), 107-116.

Bidner, T.D., Merkel, R.A., & Miller, E.R. (1972). Effect of a combination of diethylstilbestrol and methyltestosterone on performance, carcass traits, serum and muscle characteristics of pigs. **Journal of Animal Science**, 35(3), 525-533.

Budavari, S. (1998). **Merck Index**. Rahway N.J. (U.S.A.): Merck.

Campbell, N.A., Reece, J.B., Taylor, M.R., & Simon, E.J. (2006). **Biology concepts & connections**. San Francisco: Benjamin Cummings.

- Carandang, R. P., Jr. (2007). **Effect of *Butea superba* and 17- $\alpha$  - methyltestosterone(MT) on sex reversal and some growth parameters in three strains (red, ghana and chitlada) of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*,L.).** Master's thesis. Maejo University, Chiang Mai.
- Cherdshewasart, W., Cheewasopit, W., & Picha, P. (2004). The differential anti-proliferation effect of white (*Pueraria mirifica*), red (*Butea superba*), and black (*Mucuna collettii*) Kwao Krua plants on the growth of MCF-7 cells. **Journal of Ethnopharmacology**, **93**(2-3), 255-260.
- Cook, D.R., Stahly, T.S., & Murphy P.M. (1998). **The effect of dietary soybean isoflavones on carcass muscle content and body growth in pigs fed from 6 to 30 kg bw.** Retrieved July 15, 2010, from <http://www.nsrl.uiuc.edu/themes/soyswine/ss99Reports/Bioactive%20Compounds%20report.PDF>.
- Duan, X., Jaing, Y., Su, X., Zhang, Z., & Shi, J. (2007). Antioxidant properties of anthocyanins extracted from litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit pericarp tissues in relation to their role in the pericarp browning. **Food Chemistry**, **101**, 1365-1371.
- Enz, A., Amstutz, R., Boddeke, H., Gmelin, G., & Malonowski, J. (1993). Brain selective inhibition of acetylcholinesterase: a novel approach to therapy for Alzheimer's disease. **Progress in Brain Research**, **98**, 431-445.
- Frank, A.A., Custer, L. J., Cerna, C.M., & Narala, K.K. (1994). Quantitation of phytoestrogens in legumes by HPLC. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, **42**(9), 1905-1913.
- Greaves, K.A., Wilson, M.D., Rudel, L.L., Williams, J.K., & Wagner, J.D. (2000). Consumption of Soy Protein Reduces Cholesterol Absorption Compared to Casein Protein Alone or Supplemented with an Isoflavone Extract or Conjugated Equine Estrogen in Ovariectomized Cynomolgus Monkeys. **Journal of Nutrition**, **130**, 820-826.

- Greiner, L.L., Stahly, T.S., & Stabel, T.J. (2001). The effect of dietary soy genistein on pig growth and viral replication during a viral challenge. **Journal of Animal Science**, **79**(5), 1272-1279.
- Hashimoto, K., Watabe, S., Kono, M., & Skiro, K. (1979). Muscle protein composition of sardine and mackerel. **Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries**, **45**, 1435-1441.
- Harborne, J.B. (1994). Phytochemistry of the Legminosae. In F. A. Bisby, J. Buckingham & J.B. Harborne (Eds.), **Phytochemical dictionary of the leguminosae**. London: Chapman and Hall.
- Herrera, M.D., Zarzuelo, A., Jimenez, J., Marthuenda, E., & Duarte. (1996). Effect of flavonoid on rat aortic smooth muscle contractility : structure-activity relationships. **General Pharmacology**, **27**(2), 273-280.
- Ignarro, L.J. (1989). Biological actions and properties of endothelium-derived nitric oxide formed and released from artery and vein. **Circulation Research**, **65**(1), 1-21.
- Incedon, T., Gammeren, D.V., & Antonio, J. (2001). The effects of 5-methyl-7-methoxyisoflavone on body composition and performance in college-aged men. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, **33**(5), S338.
- Ingham, J.L., Tahara, S., & Dziedzic, S.Z., (1986). A chemical investigation of *Pueraria mirifica* root. **Z.Naturforsch**, **41**(105), 403-408.
- Ingkaninan, K., Temkitthawon, P., Chuenchom, K., Yuyaem, T., & Thongnoi, W. (2003). Screening for acetylcholinesterase inhibitory activity in plants used in Thai traditional rejuvenating and neurotonic remedies. **Journal of Ethnopharmacology**, **89**(3), 261-264.
- Johnson, M.H., & Everitt, B.J. (1984). **Essential reproduction** (2nd ed.). London: Blackwell Scientific Publication.

- Knight, D.C., & Eden, J.A. (1996). A review of the clinical effects of phytoestrogens. **Obstetrics & Gynecology**, **87**(5), 897-904.
- Leshner, A.I. (2000). **Anabolic steroid abuse. National institute on drug abuse research report series**. Retrieved July 11, 2008, from <http://www.nida.nih.gov/ResearchReports/Steroids/AnabolicSteroids.html>.
- Maitani, Y., Hazama, M., Tojo, H., Qi, X.R., & Nagai, T. (1995). Effects of orally administered liposomes with soybean-derived sterols and their glucosides on rat body weight. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, **18**(11), 1551-1555.
- Malini, T., & Vanithakumari, G. (1991). Antifertility effects of  $\beta$ -sitosterol in male albino rats. **Journal of Ethnopharmacology**, **35**(2), 149-153.
- Manosroi, A., Saenphet, K., Saowakon, S., Aritajat, S., & Manosroi, J. (2006). Effects of *Butea superba* on reproductive systems of rats. **Fitoterapia**, **77**, 435-438.
- Mazza, G., & Maniati, E. (1993). **Anthocyanin in fruits, vegetables and grains**. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Moheno, C. (2008). **How Bodybuilding Supplements With L-Arginine Can Enhance Your Muscle Growth**. Retrieved July 16, 2010, from <http://ezinearticles.com/?How-Bodybuilding-Supplements-With-L-Arginine-Can-Enhance-Your-Muscle-Growth&id=938140>.
- Nair, M. (2004). **Chemicals Found in Cherries May Help Fight Diabetes**. Retrieved May 20, 2009, from <http://www.sciencedaily.com/releases/2004/12/041220122203.htm>.
- Ngamrojanavanich, N., Loontaisong, A., Pengpreecha, S., Cherdshewasart, W., Pornpakakul, S., Pudhom, K., Roengsumran, S., & Petsom, A. (2007). Cytotoxic constituents from *Butea superba* Roxb. **Journal of Ethnopharmacology**, **109**(2), 354-358.

- Oi, Y., Imafuku, M., Shishido, C., Kominato, Y., Nishimura S., & Iwai, K. (2001). Garlic supplementation increases testicular testosterone and decreases plasma corticosterone in rats fed a high protein diet. **Journal of Nutrition**, **131**, 2150-2156.
- Payne, R.L., Bidner, T.D., Southern, L.L., & McMillin, K.W. (2001). Dietary effects of soy isoflavones on growth and carcass traits of commercial broilers. **Poultry science**, **80**(8), 1201-1207.
- Puwastein, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y., & Bhattacharjee, L. (1999). Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. **Journal of Food Composition Analysis**, **12**(1), 9-16.
- Rottmann, S.M., Aspillaga, A.A., Pérez, D.D., Vasquez, L., Martinez, A.L.F., & Leighton, F. (2002). Juice and phenolic fractions of the berry *Aristotelia chilensis* inhibit LDL oxidation *in Vitro* and protect human endothelial cells against oxidative stress. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, **50**(26), 7542-7547.
- Seeley, R.R., Stephens, T.D., & Tate, P. (2008). **Anatomy and physiology** (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- Shahidi, F., & Nacz, M. (2004). **Phenolic in food and nutraceuticals**. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Sikorski, Z.E. (1994). The myofibrillar proteins in seafoods. In **Seafood Proteins** (pp. 40-57). New York: Chapman & Hall.
- Stamler, J.S., & Meissner, G. (2001). Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. **Physiological Reviews**, **81**(1), 209-237.
- Tocharus, C., Smitasiri, Y., Ingkaninan, K., Pisutthanan, S., & Jeenapongsa, R. (2002). Effects of *Butea superba* on intracavernous pressure in rats. In **The 1 st graduate research symposium: The pharmaceutical development consortium** (p.8). Phitsanulok: Naresuan University.

- Tongtong, S., Lee, S., Murphy, P.A., & Hendrich, S. (2003). Soy protein with or without isoflavones, soy germ and soy germ extract, and daidzein lesson plasma cholesterol level in golden Syrian hamster. **Experimental Biology Medicine**, **228**(9), 1063-1068.
- Wilborn, C.D., Taylor, L.W., Campbell, B.I., Kerksick, C., Rasmussen, C.J., Greenwood, M., & Kreider, R.B. (2006). Effects of methoxyisoflavone, ecdysterone, and sulfopoly-saccharide supplementation on training adaptations in resistance-trained males. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, **3**(2), 19-27.
- Williams, C.A., & Harborne, J.B. (1989). Isoflavonoids. In J.B. Harborne (Ed.), **Method in plant biochemistry: vol. 1 Plant phenolics** (pp. 421-449). London: Academic Press.
- Wilt, T.J., MacDonald, R., & Ishani, A. (1999). Beta-sitosterol for the treatment of benign prostatic hyperplasia: A systematic review. **British Journal of Urology International**, **83**(9), 976-983.
- Wrolstad, R.E. (2001). **The Possible Health Benefits of Anthocyanin Pigments and Polyphenolics**. Retrieved July 20, 2009, from <http://lpi.oregonstate.edu/ss01/anthocyanin.html>.
- Xu, G., Salen, G., Shefer, S., Tint, G.S., Nguyen, L.B., Batta, A.K., & Pcolinsky, M. (2001). Plant stanol fatty acid esters inhibit cholesterol absorption and hepatic hydroxymethyl glutaryl coenzyme a reductase activity to reduce plasma levels in rabbits. **Metabolim**, **50**(9), 1106-1112.
- Yadava, R.N., & Reddy, K.I. (1998). A new bio-active flavonol glycoside from the stems of *Butea superba* Roxb. **Journal Asian Natural Products Research**, **1**(2), 139-145.
- Zarrow, M.X., Yochim, J.M., & McCarthy, J.L. (1964). **Experimental endocrinology a source book of basic techniques**. New York: Academic Press.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลดิบ

ตารางที่ ก1 ปริมาณสารสกัดจากเนื้อและเปลือกกวาวเครือแดงด้วย Ethanol และ Hexane

| ครั้งที่ | สารสกัด(ร้อยละ) |        |        |        |
|----------|-----------------|--------|--------|--------|
|          | Ethanol         |        | Hexane |        |
|          | เนื้อ           | เปลือก | เนื้อ  | เปลือก |
| 1        | 0.65            | 5.13   | 0.86   | 1.82   |
| 2        | 0.78            | 5.56   | 0.89   | 1.43   |
| 3        | 0.79            | 5.63   | 1.04   | 1.64   |
| เฉลี่ย   | 0.74            | 5.44   | 0.93   | 1.63   |
| S.D.     | 0.08            | 0.27   | 0.10   | 0.20   |

ตารางที่ ก2 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มควบคุม

| ตัวที่ | น้ำหนักตัว | อวัยวะ | เซมินัล | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|------------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        |            |        | เวสเคิล | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)       | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 36         | 574.72 | 711.39  | 5481.39 | 5.2   | 4955.00 | 5.1   | 10436.39 |
| 2      | 34         | 803.24 | 936.76  | 3165.88 | 4.5   | 4904.71 | 4.2   | 8070.59  |
| 3      | 36         | 794.17 | 810.56  | 5172.78 | 4.4   | 5310.56 | 4.5   | 10483.33 |
| 4      | 38         | 665.79 | 846.32  | 5875.53 | 5.2   | 5059.21 | 5.0   | 10934.74 |
| 5      | 37         | 869.73 | 1086.22 | 4832.43 | 4.4   | 4142.43 | 4.3   | 8974.86  |
| 6      | 40         | 841.50 | 935.50  | 4573.50 | 4.5   | 2548.25 | 4.6   | 7121.75  |
| 7      | 42         | 619.05 | 863.81  | 4780.95 | 5.0   | 4796.43 | 5.0   | 9577.38  |
| 8      | 42         | 679.76 | 747.14  | 5345.48 | 5.0   | 5586.43 | 5.0   | 10931.90 |
| เฉลี่ย | 38.13      | 731.00 | 867.21  | 4903.49 | 4.78  | 4662.88 | 4.71  | 9566.37  |
| S.D.   | 2.95       | 109.87 | 119.42  | 818.97  | 0.36  | 951.22  | 0.36  | 1409.07  |

ตารางที่ ก3 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเปลือก 0.25 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขารวม    |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 40      | 692.50 | 727.25  | 5271.50 | 4.3   | 5930.25 | 4.5   | 11201.75 |
| 2      | 36      | 919.72 | 790.83  | 5820.00 | 4.6   | 5725.28 | 4.7   | 11545.28 |
| 3      | 36      | 839.44 | 946.11  | 5139.44 | 4.6   | 5363.33 | 4.7   | 10502.78 |
| 4      | 34      | 915.88 | 1197.35 | 5684.41 | 4.6   | 5545.88 | 4.5   | 11230.29 |
| 5      | 36      | 580.83 | 1012.78 | 5231.94 | 4.4   | 6225.83 | 5.0   | 11457.78 |
| 6      | 36      | 776.67 | 995.28  | 5728.33 | 5.0   | 6463.89 | 5.1   | 12192.22 |
| 7      | 34      | 860.29 | 920.88  | 5634.41 | 4.5   | 6054.41 | 4.7   | 11688.82 |
| 8      | 36      | 809.72 | 902.78  | 5234.44 | 4.4   | 5784.17 | 4.7   | 11018.61 |
| เฉลี่ย | 36.00   | 799.38 | 936.66  | 5468.06 | 4.55  | 5886.63 | 4.74  | 11354.69 |
| S.D.   | 1.85    | 115.37 | 143.33  | 273.35  | 0.21  | 359.53  | 0.21  | 498.23   |

ตารางที่ ก4 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเปลือก 0.50 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |         | ไขมัน  | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขาซ้าย   |
|--------|---------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ  |        | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%)  | (mg.%) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 38      | 687.63  | 788.42 | 5296.84 | 4.6   | 4898.95 | 4.4   | 10195.79 |
| 2      | 36      | 917.22  | 819.72 | 4900.83 | 4.3   | 5103.61 | 4.4   | 10004.44 |
| 3      | 34      | 836.76  | 992.94 | 5615.59 | 4.5   | 5955.88 | 4.6   | 11571.47 |
| 4      | 38      | 1004.21 | 899.74 | 4955.00 | 4.6   | 4676.84 | 4.5   | 9631.84  |
| 5      | 38      | 724.74  | 990.00 | 4710.00 | 4.7   | 5258.68 | 4.8   | 9968.68  |
| 6      | 36      | 763.33  | 888.89 | 4445.56 | 4.5   | 5058.89 | 4.7   | 9504.44  |
| 7      | 36      | 693.06  | 707.22 | 5663.06 | 4.7   | 5311.67 | 4.7   | 10974.72 |
| 8      | 36      | 709.44  | 988.06 | 5698.33 | 4.7   | 5499.17 | 4.6   | 11197.50 |
| เฉลี่ย | 36.50   | 792.05  | 884.37 | 5160.65 | 4.58  | 5220.46 | 4.59  | 10381.11 |
| S.D.   | 1.41    | 116.84  | 106.05 | 476.79  | 0.14  | 390.41  | 0.15  | 766.45   |

ตารางที่ ก5 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเปลือก 2.50 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |         | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขาขวา    |
|--------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ  |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%)  |         | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) |          |
| 1      | 34      | 919.12  | 1112.65 | 5347.06 | 4.4   | 6016.47 | 4.5   | 11363.53 |
| 2      | 34      | 997.94  | 988.24  | 5425.00 | 4.4   | 5074.41 | 4.3   | 10499.41 |
| 3      | 34      | 603.24  | 892.65  | 5497.65 | 4.4   | 5025.29 | 4.3   | 10522.94 |
| 4      | 32      | 1019.69 | 1014.06 | 5341.25 | 4.3   | 4912.81 | 4.2   | 10254.06 |
| 5      | 38      | 745.53  | 1113.95 | 4751.84 | 4.5   | 4396.84 | 4.3   | 9148.68  |
| 6      | 34      | 918.53  | 592.94  | 5314.41 | 4.4   | 5935.29 | 4.5   | 11249.71 |
| 7      | 32      | 920.63  | 879.38  | 5231.25 | 4.5   | 5640.94 | 4.6   | 10872.19 |
| 8      | 38      | 692.89  | 810.53  | 5699.47 | 5.1   | 5029.21 | 4.6   | 10728.68 |
| เฉลี่ย | 34.50   | 852.20  | 925.55  | 5325.99 | 4.50  | 5253.91 | 4.41  | 10579.90 |
| S.D.   | 2.33    | 151.94  | 172.93  | 272.08  | 0.25  | 558.25  | 0.16  | 690.19   |

ตารางที่ ก6 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเนื้อ 0.25 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขาขวา    |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) |         | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) |          |
| 1      | 36      | 787.78 | 1033.33 | 4263.89 | 4.3   | 4619.72 | 4.4   | 8883.61  |
| 2      | 32      | 824.69 | 889.06  | 5131.25 | 4.4   | 5072.19 | 4.4   | 10203.44 |
| 3      | 36      | 825.83 | 941.39  | 4757.22 | 4.0   | 5886.11 | 4.9   | 10643.33 |
| 4      | 36      | 895.83 | 817.50  | 4851.94 | 4.0   | 5076.11 | 4.1   | 9928.06  |
| 5      | 36      | 800.56 | 1043.33 | 5411.11 | 5.2   | 5122.78 | 5.1   | 10533.89 |
| 6      | 36      | 787.50 | 903.06  | 6364.44 | 5.0   | 7292.78 | 5.3   | 13657.22 |
| 7      | 36      | 821.67 | 857.22  | 4652.78 | 4.4   | 4871.67 | 4.5   | 9524.44  |
| 8      | 32      | 833.75 | 914.06  | 4863.44 | 4.4   | 4826.56 | 4.4   | 9690.00  |
| เฉลี่ย | 35.00   | 822.20 | 924.87  | 5037.01 | 4.46  | 5345.99 | 4.64  | 10383.00 |
| S.D.   | 1.85    | 34.71  | 79.33   | 632.33  | 0.43  | 870.27  | 0.41  | 1440.03  |

ตารางที่ ก7 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเนื้อ 0.50 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขารวม    |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) |         | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) |          |
| 1      | 34      | 924.71 | 825.00  | 5310.29 | 4.6   | 5404.12 | 4.6   | 10714.41 |
| 2      | 32      | 784.69 | 739.38  | 6644.38 | 5.2   | 5737.50 | 5.0   | 12381.88 |
| 3      | 34      | 880.29 | 880.88  | 5300.59 | 4.6   | 5179.12 | 4.5   | 10479.71 |
| 4      | 32      | 902.50 | 913.44  | 5219.38 | 4.4   | 5347.81 | 4.3   | 10567.19 |
| 5      | 38      | 771.84 | 1088.68 | 5158.95 | 4.5   | 4802.63 | 4.4   | 9961.58  |
| 6      | 38      | 791.58 | 843.95  | 4978.68 | 4.6   | 5485.26 | 4.7   | 10463.95 |
| 7      | 34      | 796.47 | 622.94  | 5250.59 | 4.5   | 5852.35 | 4.6   | 11102.94 |
| 8      | 34      | 945.59 | 880.59  | 5009.41 | 4.5   | 4932.65 | 4.4   | 9942.06  |
| เฉลี่ย | 34.50   | 849.71 | 849.36  | 5359.03 | 4.61  | 5342.68 | 4.56  | 10701.72 |
| S.D.   | 2.33    | 70.76  | 134.87  | 534.00  | 0.25  | 363.77  | 0.22  | 777.62   |

ตารางที่ ก8 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเนื้อ 2.50 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 36      | 668.61 | 820.00  | 5159.72 | 5.1   | 5343.06 | 5.2   | 10502.78 |
| 2      | 34      | 816.18 | 840.59  | 4835.88 | 4.5   | 4972.06 | 4.5   | 9807.94  |
| 3      | 34      | 793.24 | 426.18  | 5135.00 | 4.6   | 4834.12 | 4.5   | 9969.12  |
| 4      | 34      | 759.41 | 710.59  | 5053.82 | 4.4   | 4982.94 | 4.3   | 10036.76 |
| 5      | 34      | 795.59 | 907.06  | 4378.24 | 3.8   | 5070.00 | 4.4   | 9448.24  |
| 6      | 36      | 721.67 | 1006.11 | 4547.50 | 4.4   | 5530.56 | 4.5   | 10078.06 |
| 7      | 34      | 869.71 | 906.47  | 4885.59 | 4.4   | 4365.88 | 4.0   | 9251.47  |
| 8      | 38      | 694.47 | 965.53  | 4787.89 | 4.6   | 4795.00 | 4.6   | 9582.89  |
| เฉลี่ย | 35.00   | 764.86 | 822.82  | 4847.96 | 4.48  | 4986.70 | 4.50  | 9834.66  |
| S.D.   | 1.51    | 67.07  | 184.51  | 277.24  | 0.36  | 353.63  | 0.34  | 399.66   |

ตารางที่ ก9 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเปลือกและเนื้อ  
0.25 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |         | ไขมัน  | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | รวม      |
|--------|---------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ  |        | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%)  | (mg.%) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 32      | 839.38  | 575.94 | 5143.44 | 4.4   | 5507.50 | 4.5   | 10650.94 |
| 2      | 36      | 858.06  | 957.78 | 5405.56 | 4.5   | 4701.94 | 4.4   | 10107.50 |
| 3      | 36      | 975.83  | 677.78 | 4874.17 | 4.4   | 5356.39 | 4.5   | 10230.56 |
| 4      | 38      | 826.05  | 979.21 | 5027.89 | 5.2   | 5451.32 | 5.3   | 10479.21 |
| 5      | 30      | 1040.33 | 476.00 | 5473.33 | 4.3   | 5452.00 | 4.3   | 10925.33 |
| 6      | 34      | 723.53  | 823.53 | 4496.18 | 4.3   | 5072.06 | 4.4   | 9568.24  |
| 7      | 36      | 808.06  | 821.39 | 5031.94 | 5.2   | 5155.56 | 5.3   | 10187.50 |
| 8      | 36      | 900.28  | 886.67 | 4676.39 | 4.3   | 5430.00 | 4.6   | 10106.39 |
| เฉลี่ย | 34.75   | 871.44  | 774.79 | 5016.11 | 4.58  | 5265.85 | 4.66  | 10281.96 |
| S.D.   | 2.60    | 99.58   | 181.49 | 334.49  | 0.39  | 275.24  | 0.40  | 409.04   |

ตารางที่ ก10 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเปลือกและเนื้อ  
0.50 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 34      | 871.47 | 885.29  | 5576.47 | 5.1   | 5153.82 | 5.1   | 10730.29 |
| 2      | 38      | 659.21 | 957.63  | 4860.53 | 4.4   | 4414.74 | 4.3   | 9275.26  |
| 3      | 36      | 788.33 | 1114.17 | 5088.33 | 4.8   | 4975.83 | 4.7   | 10064.17 |
| 4      | 34      | 856.47 | 945.88  | 5706.47 | 4.7   | 5107.35 | 4.6   | 10813.82 |
| 5      | 36      | 741.94 | 850.56  | 5510.00 | 4.7   | 5903.06 | 4.8   | 11413.06 |
| 6      | 34      | 793.53 | 1086.76 | 5190.88 | 4.5   | 5892.06 | 4.8   | 11082.94 |
| 7      | 32      | 879.38 | 1127.50 | 5122.81 | 5.0   | 5402.19 | 5.0   | 10525.00 |
| 8      | 38      | 893.68 | 927.11  | 4367.37 | 5.1   | 6064.47 | 5.4   | 10431.84 |
| เฉลี่ย | 35.25   | 810.50 | 986.86  | 5177.86 | 4.79  | 5364.19 | 4.84  | 10542.05 |
| S.D.   | 2.12    | 80.94  | 107.55  | 433.83  | 0.26  | 563.58  | 0.33  | 655.32   |

ตารางที่ ก11 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนผงป่นแห้งจากเปลือกและเนื้อ  
2.50 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |         | ไขมัน  | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | รวม      |
|--------|---------|---------|--------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ  |        | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%)  | (mg.%) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 36      | 722.78  | 906.94 | 5438.89 | 4.5   | 5155.00 | 4.4   | 10593.89 |
| 2      | 34      | 930.88  | 726.76 | 5691.47 | 4.7   | 5550.29 | 4.6   | 11241.76 |
| 3      | 34      | 1130.29 | 881.18 | 6119.12 | 5.0   | 5108.24 | 4.3   | 11227.35 |
| 4      | 36      | 715.56  | 877.50 | 5194.44 | 4.6   | 5328.06 | 4.7   | 10522.50 |
| 5      | 36      | 771.67  | 935.56 | 5479.44 | 4.6   | 5441.11 | 4.6   | 10920.56 |
| 6      | 36      | 880.00  | 965.28 | 4760.83 | 4.7   | 4606.11 | 4.7   | 9366.94  |
| 7      | 36      | 750.56  | 881.11 | 4553.61 | 4.3   | 4970.28 | 4.4   | 9523.89  |
| 8      | 36      | 895.56  | 945.00 | 5183.33 | 5.2   | 4895.00 | 5.2   | 10078.33 |
| เฉลี่ย | 35.50   | 849.66  | 889.92 | 5302.64 | 4.70  | 5131.76 | 4.61  | 10434.40 |
| S.D.   | 0.93    | 140.59  | 73.69  | 499.74  | 0.28  | 309.13  | 0.28  | 721.65   |

ตารางที่ ก12 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Ethanol จากเปลือก  
0.001 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 36      | 860.56 | 884.72  | 5344.44 | 4.9   | 5179.44 | 4.6   | 10523.89 |
| 2      | 34      | 755.29 | 869.12  | 5349.71 | 4.4   | 6373.82 | 5.1   | 11723.53 |
| 3      | 34      | 805.88 | 975.88  | 5395.88 | 4.5   | 5929.71 | 4.7   | 11325.59 |
| 4      | 32      | 888.13 | 1136.56 | 6744.06 | 5.3   | 6150.63 | 5.1   | 12894.69 |
| 5      | 32      | 781.25 | 899.69  | 6093.75 | 4.5   | 6434.38 | 4.8   | 12528.13 |
| 6      | 32      | 887.19 | 833.75  | 5551.25 | 5.0   | 6287.81 | 5.3   | 11839.06 |
| 7      | 36      | 754.44 | 837.78  | 5826.94 | 5.3   | 5505.83 | 5.2   | 11332.78 |
| 8      | 36      | 690.28 | 925.83  | 5340.28 | 4.6   | 6070.56 | 4.7   | 11410.83 |
| เฉลี่ย | 34.00   | 802.88 | 920.42  | 5705.79 | 4.81  | 5991.52 | 4.94  | 11697.31 |
| S.D.   | 1.85    | 71.18  | 98.92   | 500.58  | 0.36  | 440.91  | 0.27  | 744.01   |

ตารางที่ ก13 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Ethanol จากเปลือก  
0.01 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 36      | 695.56 | 921.39  | 5047.22 | 4.4   | 5005.00 | 4.4   | 10052.22 |
| 2      | 38      | 798.42 | 1025.53 | 5233.42 | 4.5   | 6085.79 | 5.2   | 11319.21 |
| 3      | 36      | 867.50 | 894.44  | 5606.94 | 5.0   | 4666.39 | 4.4   | 10273.33 |
| 4      | 34      | 800.00 | 957.94  | 4423.24 | 4.0   | 5392.06 | 4.3   | 9815.29  |
| 5      | 36      | 808.89 | 893.33  | 5389.44 | 4.8   | 4823.61 | 4.6   | 10213.06 |
| 6      | 34      | 830.29 | 970.59  | 5293.24 | 5.0   | 5341.76 | 5.1   | 10635.00 |
| 7      | 38      | 749.47 | 769.21  | 4878.16 | 4.2   | 5430.26 | 4.3   | 10308.42 |
| 8      | 32      | 805.94 | 1020.94 | 5925.94 | 5.2   | 5766.56 | 5.2   | 11692.50 |
| เฉลี่ย | 35.50   | 794.51 | 931.67  | 5224.70 | 4.64  | 5313.93 | 4.69  | 10538.63 |
| S.D.   | 2.07    | 51.84  | 83.10   | 457.27  | 0.43  | 474.52  | 0.41  | 647.99   |

ตารางที่ ก14 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Ethanol จากเปลือก  
0.05 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 34      | 840.59 | 953.53  | 5377.06 | 4.4   | 5355.59 | 4.4   | 10732.65 |
| 2      | 36      | 704.72 | 1021.11 | 5014.44 | 4.4   | 6011.11 | 5.1   | 11025.56 |
| 3      | 36      | 842.50 | 1054.72 | 5216.94 | 4.4   | 5007.22 | 4.4   | 10224.17 |
| 4      | 36      | 650.83 | 964.44  | 5450.56 | 4.5   | 4978.06 | 4.4   | 10428.61 |
| 5      | 34      | 920.88 | 921.47  | 5352.94 | 4.6   | 4693.82 | 4.5   | 10046.76 |
| 6      | 38      | 720.26 | 1191.84 | 5772.11 | 4.7   | 5820.00 | 4.7   | 11592.11 |
| 7      | 40      | 734.75 | 849.75  | 4834.50 | 4.3   | 4917.00 | 4.4   | 9751.50  |
| 8      | 34      | 925.00 | 1217.94 | 6387.65 | 4.8   | 5257.94 | 4.5   | 11645.59 |
| เฉลี่ย | 36.00   | 792.44 | 1021.85 | 5425.78 | 4.51  | 5255.09 | 4.55  | 10680.87 |
| S.D.   | 2.14    | 103.63 | 128.78  | 480.45  | 0.17  | 457.99  | 0.24  | 699.04   |

ตารางที่ ก15 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Ethanol จากเนื้อ  
0.001 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | รวม      |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 38      | 554.21 | 886.58  | 4730.00 | 4.2   | 4703.95 | 4.2   | 9433.95  |
| 2      | 38      | 810.79 | 863.42  | 5619.21 | 5.0   | 4809.21 | 4.4   | 10428.42 |
| 3      | 34      | 730.00 | 935.00  | 4802.06 | 4.1   | 4846.76 | 4.1   | 9648.82  |
| 4      | 38      | 390.00 | 961.84  | 6148.95 | 5.4   | 5036.58 | 5.2   | 11185.53 |
| 5      | 36      | 824.17 | 966.67  | 5383.89 | 4.6   | 5263.33 | 4.5   | 10647.22 |
| 6      | 40      | 552.75 | 918.00  | 4629.25 | 4.1   | 5140.25 | 4.3   | 9769.50  |
| 7      | 36      | 688.89 | 1033.06 | 5356.11 | 5.0   | 5356.94 | 5.0   | 10713.06 |
| 8      | 34      | 782.06 | 765.29  | 5200.59 | 4.5   | 5000.88 | 4.5   | 10201.47 |
| เฉลี่ย | 36.75   | 666.61 | 916.23  | 5233.76 | 4.61  | 5019.74 | 4.53  | 10253.50 |
| S.D.   | 2.12    | 153.79 | 80.25   | 511.35  | 0.48  | 227.46  | 0.38  | 602.35   |

ตารางที่ ก16 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Ethanol จากเนื้อ  
0.01 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 34      | 705.29 | 1040.29 | 5128.82 | 4.2   | 5463.24 | 4.3   | 10592.06 |
| 2      | 36      | 782.22 | 995.56  | 5123.89 | 4.4   | 4553.61 | 4.2   | 9677.50  |
| 3      | 36      | 828.06 | 1094.44 | 5994.72 | 4.8   | 4525.00 | 4.5   | 10519.72 |
| 4      | 36      | 966.94 | 595.28  | 4834.44 | 4.6   | 4493.06 | 4.5   | 9327.50  |
| 5      | 36      | 890.56 | 961.11  | 4141.11 | 4.5   | 4712.50 | 4.6   | 8853.61  |
| 6      | 40      | 768.25 | 711.25  | 4369.75 | 5.2   | 4936.75 | 5.3   | 9306.50  |
| 7      | 34      | 764.71 | 677.94  | 4988.82 | 4.5   | 5453.53 | 4.7   | 10442.35 |
| 8      | 38      | 696.58 | 789.47  | 5582.89 | 5.3   | 4571.05 | 5.1   | 10153.95 |
| เฉลี่ย | 36.25   | 800.33 | 858.17  | 5020.56 | 4.69  | 4838.59 | 4.65  | 9859.15  |
| S.D.   | 1.98    | 91.88  | 187.60  | 600.03  | 0.39  | 407.85  | 0.38  | 658.21   |

ตารางที่ ก17 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Ethanol จากเนื้อ  
0.05 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |         | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ  |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%)  | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 30      | 1034.00 | 1161.33 | 5375.67 | 4.4   | 5259.00 | 4.3   | 10634.67 |
| 2      | 34      | 851.47  | 697.94  | 5555.00 | 4.7   | 5837.65 | 4.8   | 11392.65 |
| 3      | 40      | 765.00  | 654.00  | 4580.75 | 4.5   | 4558.00 | 4.5   | 9138.75  |
| 4      | 38      | 845.53  | 796.32  | 5248.42 | 4.7   | 5042.11 | 4.5   | 10290.53 |
| 5      | 34      | 778.53  | 1092.06 | 5943.24 | 5.3   | 5464.41 | 5.1   | 11407.65 |
| 6      | 32      | 868.44  | 894.06  | 5649.38 | 4.6   | 5246.88 | 4.5   | 10896.25 |
| 7      | 34      | 830.29  | 845.88  | 5394.12 | 5.2   | 5572.06 | 5.2   | 10966.18 |
| 8      | 36      | 835.00  | 1058.06 | 5862.22 | 5.3   | 5306.94 | 5.2   | 11169.17 |
| เฉลี่ย | 34.75   | 851.03  | 899.96  | 5451.10 | 4.84  | 5285.88 | 4.76  | 10736.98 |
| S.D.   | 3.20    | 82.08   | 187.17  | 425.75  | 0.37  | 379.88  | 0.36  | 747.23   |

ตารางที่ ก18 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Hexane จากเปลือก  
0.001 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 32      | 812.50 | 885.63  | 5277.81 | 4.3   | 6435.00 | 4.8   | 11712.81 |
| 2      | 34      | 844.41 | 1116.47 | 4726.76 | 4.3   | 5519.71 | 4.4   | 10246.47 |
| 3      | 34      | 547.94 | 1049.71 | 51.18   | 4.4   | 4825.88 | 4.3   | 4877.06  |
| 4      | 34      | 831.47 | 1059.71 | 5307.06 | 5.1   | 5970.59 | 5.3   | 11277.65 |
| 5      | 32      | 717.19 | 678.13  | 5511.88 | 4.5   | 5931.56 | 4.6   | 11443.44 |
| 6      | 32      | 968.44 | 782.19  | 5691.25 | 4.6   | 4814.06 | 4.5   | 10505.31 |
| 7      | 34      | 833.82 | 987.35  | 5162.06 | 4.6   | 4365.00 | 4.4   | 9527.06  |
| 8      | 34      | 835.88 | 930.88  | 4681.76 | 4.5   | 4892.35 | 4.6   | 9574.12  |
| เฉลี่ย | 33.25   | 798.96 | 936.26  | 4551.22 | 4.54  | 5344.27 | 4.61  | 9895.49  |
| S.D.   | 1.04    | 122.07 | 149.36  | 1851.37 | 0.26  | 724.15  | 0.32  | 2188.54  |

ตารางที่ ก19 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Hexane จากเปลือก  
0.01 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | รวม      |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 36      | 993.89 | 1038.33 | 5120.00 | 4.4   | 5056.11 | 4.4   | 10176.11 |
| 2      | 34      | 838.53 | 1149.12 | 4131.47 | 4.2   | 5586.18 | 4.5   | 9717.65  |
| 3      | 34      | 821.18 | 1063.82 | 5789.12 | 4.7   | 5330.88 | 4.7   | 11120.00 |
| 4      | 34      | 799.71 | 842.94  | 5619.41 | 4.7   | 5872.06 | 4.8   | 11491.47 |
| 5      | 36      | 909.17 | 932.78  | 4775.83 | 4.6   | 5150.00 | 4.7   | 9925.83  |
| 6      | 38      | 760.00 | 1024.47 | 4593.68 | 4.6   | 5119.47 | 4.8   | 9713.16  |
| 7      | 34      | 819.12 | 809.41  | 4851.76 | 5.0   | 4672.94 | 5.0   | 9524.71  |
| 8      | 34      | 816.47 | 777.94  | 5715.00 | 5.3   | 4816.76 | 4.4   | 10531.76 |
| เฉลี่ย | 35.00   | 844.76 | 954.85  | 5074.53 | 4.69  | 5200.55 | 4.66  | 10275.09 |
| S.D.   | 1.51    | 73.34  | 134.64  | 595.13  | 0.34  | 391.39  | 0.21  | 715.21   |

ตารางที่ ก20 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Hexane จากเปลือก  
0.05 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | รวม      |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 38      | 809.74 | 843.95  | 4929.21 | 4.5   | 5184.21 | 4.6   | 10113.42 |
| 2      | 38      | 587.37 | 1289.21 | 5483.42 | 4.5   | 4988.16 | 4.4   | 10471.58 |
| 3      | 42      | 521.67 | 1046.19 | 4991.19 | 5.3   | 4465.71 | 5.1   | 9456.90  |
| 4      | 38      | 800.00 | 860.79  | 6243.42 | 5.4   | 4980.26 | 5.2   | 11223.68 |
| 5      | 34      | 976.18 | 724.41  | 4689.41 | 4.5   | 5726.47 | 5.2   | 10415.88 |
| 6      | 40      | 712.75 | 942.00  | 4463.50 | 4.6   | 4465.50 | 4.6   | 8929.00  |
| 7      | 36      | 767.50 | 803.33  | 5438.33 | 4.8   | 4628.06 | 4.6   | 10066.39 |
| 8      | 34      | 880.29 | 1069.71 | 5322.65 | 4.7   | 5050.59 | 4.6   | 10373.24 |
| เฉลี่ย | 37.50   | 756.94 | 947.45  | 5195.14 | 4.79  | 4936.12 | 4.79  | 10131.26 |
| S.D.   | 2.78    | 148.37 | 181.37  | 555.59  | 0.36  | 421.16  | 0.32  | 692.15   |

ตารางที่ ก21 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Hexane จากเนื้อ  
0.001 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน   | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | ขา รวม   |
|--------|---------|--------|---------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |         | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%)  | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 38      | 713.16 | 421.05  | 4780.53 | 4.5   | 4656.84 | 4.3   | 9437.37  |
| 2      | 35      | 827.43 | 905.14  | 5038.00 | 4.4   | 5400.29 | 4.5   | 10438.29 |
| 3      | 36      | 962.78 | 864.72  | 5756.94 | 5.2   | 5033.61 | 5.0   | 10790.56 |
| 4      | 38      | 759.47 | 953.95  | 5093.68 | 4.6   | 4311.58 | 4.3   | 9405.26  |
| 5      | 42      | 621.43 | 886.90  | 5190.48 | 5.7   | 4592.62 | 5.6   | 9783.10  |
| 6      | 38      | 716.84 | 586.32  | 5386.84 | 5.2   | 4717.63 | 4.6   | 10104.47 |
| 7      | 32      | 926.25 | 1103.75 | 5888.75 | 4.7   | 4788.75 | 4.5   | 10677.50 |
| 8      | 36      | 800.56 | 867.78  | 5146.94 | 4.6   | 5820.56 | 4.8   | 10967.50 |
| เฉลี่ย | 36.88   | 790.99 | 823.70  | 5285.27 | 4.86  | 4915.24 | 4.70  | 10200.51 |
| S.D.   | 2.90    | 113.72 | 216.51  | 373.73  | 0.45  | 486.86  | 0.43  | 611.64   |

ตารางที่ ก22 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Hexane จากเนื้อ  
0.01 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน  | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | รวม      |
|--------|---------|--------|--------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |        | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 34      | 706.18 | 785.00 | 4620.88 | 4.3   | 5850.29 | 4.4   | 10471.18 |
| 2      | 36      | 861.11 | 556.11 | 4990.56 | 4.3   | 4850.83 | 4.3   | 9841.39  |
| 3      | 36      | 769.17 | 920.83 | 5417.78 | 4.5   | 5058.06 | 4.5   | 10475.83 |
| 4      | 36      | 532.22 | 550.83 | 5762.78 | 5.3   | 4741.39 | 5.0   | 10504.17 |
| 5      | 34      | 846.18 | 757.35 | 4443.82 | 4.3   | 4181.18 | 4.2   | 8625.00  |
| 6      | 34      | 644.41 | 749.12 | 4603.24 | 4.7   | 4357.35 | 4.6   | 8960.59  |
| 7      | 44      | 585.45 | 771.14 | 4112.05 | 4.8   | 4010.91 | 4.7   | 8122.95  |
| 8      | 36      | 715.56 | 829.72 | 4881.39 | 5.0   | 5511.11 | 5.2   | 10392.50 |
| เฉลี่ย | 36.25   | 707.54 | 740.01 | 4854.06 | 4.65  | 4820.14 | 4.61  | 9674.20  |
| S.D.   | 3.28    | 117.29 | 127.46 | 534.40  | 0.37  | 641.39  | 0.34  | 965.62   |

ตารางที่ ก23 น้ำหนักตัวและอวัยวะต่าง ๆ ของหนูถีบจักรกลุ่มป้อนสารสกัด Hexane จากเนื้อ  
0.05 มก.

| ตัวที่ | น้ำหนัก |        | ไขมัน  | ขาขวา   |       | ขาซ้าย  |       | รวม      |
|--------|---------|--------|--------|---------|-------|---------|-------|----------|
|        | ตัว     | อวัยวะ |        | น้ำหนัก | รอบ   | น้ำหนัก | รอบ   |          |
|        | (g.)    | (mg.%) | (mg.%) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)  | (cm.) | (mg.%)   |
| 1      | 38      | 774.74 | 721.32 | 5707.63 | 4.5   | 4614.21 | 4.3   | 10321.84 |
| 2      | 40      | 628.00 | 703.00 | 4342.00 | 4.4   | 5395.50 | 4.6   | 9737.50  |
| 3      | 38      | 727.89 | 937.37 | 5214.21 | 4.5   | 5125.00 | 4.5   | 10339.21 |
| 4      | 36      | 584.44 | 931.11 | 5016.11 | 4.6   | 5056.11 | 4.6   | 10072.22 |
| 5      | 38      | 823.42 | 854.47 | 4808.95 | 5.2   | 5778.68 | 5.3   | 10587.63 |
| 6      | 38      | 718.16 | 927.11 | 5444.47 | 5.4   | 4938.95 | 5.2   | 10383.42 |
| 7      | 40      | 923.25 | 914.50 | 5831.50 | 4.9   | 4696.50 | 4.7   | 10528.00 |
| 8      | 38      | 723.68 | 755.53 | 5571.32 | 5.2   | 4720.00 | 5.0   | 10291.32 |
| เฉลี่ย | 38.25   | 737.95 | 843.05 | 5242.02 | 4.84  | 5040.62 | 4.78  | 10282.64 |
| S.D.   | 1.28    | 106.47 | 100.74 | 501.87  | 0.39  | 394.86  | 0.35  | 269.83   |

ตารางที่ ก24 น้ำหนักตัวแต่ละสัปดาห์ของหนูถีบจักรที่ป้อนสารที่คัดเลือกจากกวางเครือแดง

| กลุ่มควบคุม |                           |       |       |       |       | กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.125 มก. |                           |       |       |       |       |
|-------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ตัวที่      | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       | ตัวที่                      | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       |
|             | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |                             | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 1           | 19                        | 26    | 28    | 30    | 33    | 1                           | 22                        | 27    | 29    | 34    | 37    |
| 2           | 21                        | 30    | 32    | 35    | 38    | 2                           | 18                        | 28    | 29    | 30    | 30    |
| 3           | 20                        | 29    | 33    | 35    | 39    | 3                           | 21                        | 29    | 30    | 33    | 36    |
| 4           | 23                        | 31    | 32    | 36    | 40    | 4                           | 20                        | 28    | 30    | 32    | 35    |
| 5           | 20                        | 28    | 30    | 33    | 36    | 5                           | 22                        | 30    | 33    | 35    | 38    |
| 6           | 22                        | 32    | 34    | 36    | 40    | 6                           | 21                        | 33    | 34    | 36    | 37    |
| 7           | 21                        | 27    | 30    | 34    | 38    | 7                           | 22                        | 29    | 31    | 33    | 35    |
| 8           | 20                        | 27    | 29    | 31    | 35    | 8                           | 20                        | 27    | 29    | 30    | 32    |
| เฉลี่ย      | 20.75                     | 28.75 | 31.00 | 33.75 | 37.38 | เฉลี่ย                      | 20.75                     | 28.88 | 30.63 | 32.88 | 35.00 |
| S.D.        | 1.28                      | 2.12  | 2.07  | 2.25  | 2.50  | S.D.                        | 1.39                      | 1.96  | 1.92  | 2.17  | 2.73  |

| กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.25 มก. |                           |       |       |       |       | กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.50 มก. |                           |       |       |       |       |
|----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ตัวที่                     | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       | ตัวที่                     | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       |
|                            | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |                            | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 1                          | 20                        | 26    | 28    | 30    | 32    | 1                          | 22                        | 28    | 30    | 34    | 37    |
| 2                          | 20                        | 27    | 31    | 32    | 35    | 2                          | 21                        | 27    | 29    | 30    | 34    |
| 3                          | 21                        | 29    | 31    | 33    | 37    | 3                          | 21                        | 28    | 29    | 29    | 32    |
| 4                          | 21                        | 27    | 34    | 35    | 37    | 4                          | 22                        | 29    | 31    | 34    | 38    |
| 5                          | 21                        | 30    | 30    | 31    | 35    | 5                          | 21                        | 30    | 30    | 30    | 32    |
| 6                          | 21                        | 28    | 29    | 30    | 33    | 6                          | 19                        | 27    | 29    | 30    | 33    |
| 7                          | 22                        | 29    | 30    | 32    | 36    | 7                          | 20                        | 29    | 32    | 35    | 36    |
| 8                          | 21                        | 26    | 30    | 33    | 36    | 8                          | 21                        | 30    | 31    | 34    | 40    |
| เฉลี่ย                     | 20.88                     | 27.75 | 30.38 | 32.00 | 35.13 | เฉลี่ย                     | 20.88                     | 28.50 | 30.13 | 32.00 | 35.25 |
| S.D.                       | 0.64                      | 1.49  | 1.77  | 1.69  | 1.81  | S.D.                       | 0.99                      | 1.20  | 1.13  | 2.45  | 2.96  |

ตารางที่ ก24 (ต่อ)

| กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.0005 มก. |                           |       |       |       |       | กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.001 มก. |                           |       |       |       |       |
|-------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ตัวที่                        | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       | ตัวที่                       | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       |
|                               | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |                              | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 1                             | 21                        | 29    | 32    | 35    | 38    | 1                            | 20                        | 27    | 29    | 34    | 36    |
| 2                             | 21                        | 25    | 26    | 29    | 34    | 2                            | 21                        | 27    | 29    | 32    | 35    |
| 3                             | 22                        | 31    | 33    | 35    | 41    | 3                            | 22                        | 27    | 30    | 32    | 35    |
| 4                             | 20                        | 26    | 28    | 30    | 33    | 4                            | 20                        | 29    | 29    | 30    | 34    |
| 5                             | 21                        | 30    | 34    | 36    | 40    | 5                            | 20                        | 28    | 29    | 29    | 34    |
| 6                             | 22                        | 30    | 32    | 35    | 40    | 6                            | 20                        | 27    | 32    | 34    | 35    |
| 7                             | 20                        | 29    | 30    | 32    | 34    | 7                            | 22                        | 30    | 33    | 36    | 42    |
| 8                             | 21                        | 26    | 31    | 33    | 36    | 8                            | 21                        | 28    | 29    | 33    | 37    |
| เฉลี่ย                        | 21.00                     | 28.25 | 30.75 | 33.13 | 37.00 | เฉลี่ย                       | 20.75                     | 27.88 | 30.00 | 32.50 | 36.00 |
| S.D.                          | 0.76                      | 2.25  | 2.66  | 2.59  | 3.16  | S.D.                         | 0.89                      | 1.13  | 1.60  | 2.27  | 2.62  |

| กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.005 มก. |                           |       |       |       |       | กลุ่มป้อนMtx 0.20 มก. |                           |       |       |       |       |
|------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ตัวที่                       | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       | ตัวที่                | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       |
|                              | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |                       | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 1                            | 20                        | 28    | 31    | 35    | 37    | 1                     | 22                        | 30    | 33    | 36    | 40    |
| 2                            | 21                        | 27    | 29    | 33    | 36    | 2                     | 21                        | 27    | 30    | 32    | 38    |
| 3                            | 21                        | 26    | 28    | 33    | 36    | 3                     | 21                        | 29    | 30    | 33    | 40    |
| 4                            | 20                        | 28    | 30    | 35    | 39    | 4                     | 20                        | 27    | 29    | 31    | 36    |
| 5                            | 19                        | 25    | 26    | 28    | 33    | 5                     | 19                        | 26    | 28    | 33    | 38    |
| 6                            | 21                        | 27    | 31    | 34    | 36    | 6                     | 22                        | 30    | 32    | 35    | 42    |
| 7                            | 22                        | 29    | 32    | 37    | 42    | 7                     | 22                        | 28    | 29    | 30    | 37    |
| 8                            | 21                        | 30    | 31    | 36    | 40    | 8                     | 21                        | 28    | 30    | 32    | 37    |
| เฉลี่ย                       | 20.63                     | 27.50 | 29.75 | 33.88 | 37.38 | เฉลี่ย                | 21.00                     | 28.13 | 30.13 | 32.75 | 38.54 |
| S.D.                         | 0.92                      | 1.60  | 1.98  | 2.75  | 2.83  | S.D.                  | 1.07                      | 1.46  | 1.64  | 1.98  | 2.14  |

ตารางที่ ก24 (ต่อ)

| กลุ่มป้อนMtx 2.00 มก. |                           |       |       |       |       | กลุ่มป้อนMtx 4.00 มก. |                           |       |       |       |       |
|-----------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ตัวที่                | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       | ตัวที่                | น้ำหนักตัวสัปดาห์ที่ (g.) |       |       |       |       |
|                       | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |                       | 0                         | 1     | 2     | 3     | 4     |
| 1                     | 21                        | 28    | 30    | 34    | 37    | 1                     | 22                        | 30    | 33    | 35    | 39    |
| 2                     | 21                        | 29    | 31    | 35    | 39    | 2                     | 21                        | 29    | 32    | 36    | 40    |
| 3                     | 20                        | 27    | 30    | 32    | 35    | 3                     | 20                        | 28    | 32    | 34    | 38    |
| 4                     | 21                        | 27    | 31    | 34    | 39    | 4                     | 21                        | 29    | 29    | 33    | 39    |
| 5                     | 20                        | 27    | 31    | 34    | 37    | 5                     | 21                        | 30    | 33    | 35    | 40    |
| 6                     | 21                        | 28    | 30    | 33    | 38    | 6                     | 21                        | 29    | 30    | 32    | 38    |
| 7                     | 22                        | 25    | 32    | 34    | 38    | 7                     | 20                        | 26    | 29    | 34    | 37    |
| 8                     | 21                        | 26    | 30    | 35    | 37    | 8                     | 22                        | 29    | 31    | 36    | 40    |
| เฉลี่ย                | 20.88                     | 27.13 | 30.63 | 33.88 | 37.35 | เฉลี่ย                | 21.00                     | 28.75 | 31.13 | 34.38 | 38.95 |
| S.D.                  | 0.64                      | 1.25  | 0.74  | 0.99  | 1.36  | S.D.                  | 0.76                      | 1.28  | 1.64  | 1.41  | 1.15  |

ตารางที่ ก25 น้ำหนักกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

| กลุ่มควบคุม |               |                |               | กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.125 มก. |               |                |               |
|-------------|---------------|----------------|---------------|-----------------------------|---------------|----------------|---------------|
| ตัว<br>ที่  | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) | ตัว<br>ที่                  | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) |
| 1           | 503.6         | 473.9          | 977.58        | 1                           | 522.2         | 538.9          | 1061.08       |
| 2           | 494.2         | 498.9          | 993.16        | 2                           | 543.0         | 551.7          | 1094.67       |
| 3           | 507.2         | 518.7          | 1025.90       | 3                           | 508.9         | 480.0          | 988.89        |
| 4           | 501.8         | 472.8          | 974.50        | 4                           | 572.6         | 544.6          | 1117.14       |
| 5           | 451.1         | 444.7          | 895.83        | 5                           | 536.1         | 548.7          | 1084.74       |
| 6           | 465.8         | 405.3          | 871.00        | 6                           | 486.5         | 469.5          | 955.95        |
| 7           | 481.1         | 535.0          | 1016.05       | 7                           | 542.6         | 540.9          | 1083.43       |
| 8           | 520.9         | 537.7          | 1058.57       | 8                           | 520.6         | 506.3          | 1026.88       |
| เฉลี่ย      | 490.69        | 485.88         | 976.57        | เฉลี่ย                      | 529.04        | 522.55         | 1051.60       |
| S.D.        | 23.19         | 46.07          | 63.99         | S.D.                        | 25.79         | 32.76          | 56.12         |

| กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.25 มก. |               |                |               | กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.50 มก. |               |                |               |
|----------------------------|---------------|----------------|---------------|----------------------------|---------------|----------------|---------------|
| ตัว<br>ที่                 | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) | ตัว<br>ที่                 | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) |
| 1                          | 582.8         | 397.2          | 980.00        | 1                          | 516.2         | 493.5          | 1009.73       |
| 2                          | 532.9         | 576.0          | 1108.86       | 2                          | 557.1         | 562.6          | 1119.71       |
| 3                          | 542.2         | 525.4          | 1067.57       | 3                          | 524.7         | 542.5          | 1067.19       |
| 4                          | 493.8         | 515.7          | 1009.46       | 4                          | 512.4         | 512.1          | 1024.47       |
| 5                          | 535.7         | 532.9          | 1068.57       | 5                          | 587.5         | 549.4          | 1136.88       |
| 6                          | 477.6         | 540.3          | 1017.88       | 6                          | 532.1         | 524.8          | 1056.97       |
| 7                          | 515.8         | 524.4          | 1040.28       | 7                          | 523.1         | 518.6          | 1041.67       |
| 8                          | 533.9         | 512.2          | 1046.11       | 8                          | 504.0         | 493.8          | 997.75        |
| เฉลี่ย                     | 526.83        | 515.51         | 1042.34       | เฉลี่ย                     | 532.13        | 524.67         | 1056.79       |
| S.D.                       | 32.01         | 51.77          | 40.24         | S.D.                       | 27.41         | 25.33          | 49.93         |

ตารางที่ ก25 (ต่อ)

| กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.0005 มก. |               |                |               | กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.001 มก. |               |                |               |
|-------------------------------|---------------|----------------|---------------|------------------------------|---------------|----------------|---------------|
| ตัว<br>ที่                    | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) | ตัว<br>ที่                   | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) |
| 1                             | 495.5         | 466.8          | 962.37        | 1                            | 526.9         | 544.7          | 1071.67       |
| 2                             | 530.0         | 568.8          | 1098.82       | 2                            | 588.0         | 580.9          | 1168.86       |
| 3                             | 513.4         | 524.4          | 1037.80       | 3                            | 598.0         | 541.4          | 1139.43       |
| 4                             | 545.8         | 520.6          | 1066.36       | 4                            | 523.8         | 502.4          | 1026.18       |
| 5                             | 542.5         | 546.5          | 1089.00       | 5                            | 493.8         | 562.6          | 1056.47       |
| 6                             | 497.3         | 458.8          | 956.00        | 6                            | 532.0         | 524.3          | 1056.29       |
| 7                             | 514.4         | 531.5          | 1045.88       | 7                            | 544.8         | 538.1          | 1082.86       |
| 8                             | 470.6         | 500.0          | 970.56        | 8                            | 551.6         | 531.9          | 1083.51       |
| เฉลี่ย                        | 513.68        | 514.67         | 1028.35       | เฉลี่ย                       | 544.87        | 540.79         | 1085.66       |
| S.D.                          | 25.60         | 37.77          | 57.84         | S.D.                         | 34.36         | 23.71          | 46.71         |

| กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.005 มก. |               |                |               | กลุ่มป้อน Mtx 0.20 มก. |               |                |               |
|------------------------------|---------------|----------------|---------------|------------------------|---------------|----------------|---------------|
| ตัว<br>ที่                   | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) | ตัว<br>ที่             | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) |
| 1                            | 582.4         | 568.1          | 1150.54       | 1                      | 502.7         | 507.7          | 1010.45       |
| 2                            | 517.5         | 559.4          | 1076.94       | 2                      | 564.8         | 493.1          | 1057.94       |
| 3                            | 543.1         | 508.3          | 1051.39       | 3                      | 554.5         | 515.8          | 1070.25       |
| 4                            | 572.3         | 539.7          | 1112.05       | 4                      | 548.2         | 515.8          | 1063.94       |
| 5                            | 531.2         | 459.1          | 990.30        | 5                      | 531.6         | 501.8          | 1033.42       |
| 6                            | 518.1         | 520.8          | 1038.89       | 6                      | 529.4         | 533.4          | 1062.80       |
| 7                            | 538.6         | 510.0          | 1048.57       | 7                      | 556.1         | 584.8          | 1140.92       |
| 8                            | 534.0         | 516.8          | 1050.75       | 8                      | 547.1         | 518.7          | 1065.78       |
| เฉลี่ย                       | 542.14        | 522.79         | 1064.93       | เฉลี่ย                 | 541.79        | 521.39         | 1063.19       |
| S.D.                         | 23.66         | 34.13          | 48.69         | S.D.                   | 19.81         | 28.30          | 37.41         |

ตารางที่ ก25 (ต่อ)

| กลุ่มป้อนMtx 2.00 มก. |               |                |               | กลุ่มป้อนMtx 4.00 มก. |               |                |               |
|-----------------------|---------------|----------------|---------------|-----------------------|---------------|----------------|---------------|
| ตัว<br>ที่            | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) | ตัว<br>ที่            | ขวา<br>(mg.%) | ซ้าย<br>(mg.%) | รวม<br>(mg.%) |
| 1                     | 563.1         | 523.7          | 1086.79       | 1                     | 517.8         | 492.6          | 1010.41       |
| 2                     | 546.6         | 595.6          | 1142.27       | 2                     | 496.5         | 490.6          | 987.13        |
| 3                     | 576.7         | 553.0          | 1129.68       | 3                     | 516.2         | 547.6          | 1063.87       |
| 4                     | 564.3         | 556.6          | 1120.82       | 4                     | 564.9         | 521.6          | 1086.51       |
| 5                     | 550.1         | 500.3          | 1050.40       | 5                     | 490.2         | 509.8          | 1000.00       |
| 6                     | 591.0         | 539.9          | 1130.95       | 6                     | 558.4         | 527.1          | 1085.41       |
| 7                     | 558.0         | 522.2          | 1080.21       | 7                     | 533.4         | 545.8          | 1079.25       |
| 8                     | 565.8         | 582.2          | 1147.95       | 8                     | 585.2         | 569.8          | 1155.03       |
| เฉลี่ย                | 564.45        | 546.69         | 1111.13       | เฉลี่ย                | 532.82        | 525.63         | 1058.45       |
| S.D.                  | 14.25         | 31.90          | 34.62         | S.D.                  | 33.93         | 27.86          | 56.21         |

ตารางที่ ก26 ขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของหนูถีบจักรที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง

| กลุ่มควบคุม |       |      |       |      | กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.125 มก. |       |      |       |      |
|-------------|-------|------|-------|------|-----------------------------|-------|------|-------|------|
| ตัว         | ขวา   |      | ซ้าย  |      | ตัว                         | ขวา   |      | ซ้าย  |      |
| ที่         | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  | ที่                         | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  |
| 1           | 0.46  | 1.13 | 0.43  | 1.06 | 1                           | 0.54  | 1.33 | 0.56  | 1.38 |
| 2           | 0.53  | 1.29 | 0.53  | 1.30 | 2                           | 0.45  | 1.11 | 0.46  | 1.12 |
| 3           | 0.56  | 1.36 | 0.57  | 1.40 | 3                           | 0.51  | 1.26 | 0.48  | 1.18 |
| 4           | 0.57  | 1.39 | 0.53  | 1.30 | 4                           | 0.56  | 1.38 | 0.53  | 1.31 |
| 5           | 0.45  | 1.10 | 0.44  | 1.08 | 5                           | 0.58  | 1.41 | 0.59  | 1.44 |
| 6           | 0.52  | 1.28 | 0.45  | 1.10 | 6                           | 0.50  | 1.23 | 0.48  | 1.19 |
| 7           | 0.51  | 1.25 | 0.57  | 1.40 | 7                           | 0.53  | 1.31 | 0.53  | 1.30 |
| 8           | 0.51  | 1.25 | 0.53  | 1.29 | 8                           | 0.46  | 1.13 | 0.45  | 1.10 |
| เฉลี่ย      | 0.51  | 1.26 | 0.51  | 1.24 | เฉลี่ย                      | 0.52  | 1.27 | 0.51  | 1.25 |
| S.D.        | 0.04  | 0.10 | 0.06  | 0.14 | S.D.                        | 0.05  | 0.11 | 0.05  | 0.12 |

| กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.25 มก. |       |      |       |      | กลุ่มป้อนผงเปลือก 0.50 มก. |       |      |       |      |
|----------------------------|-------|------|-------|------|----------------------------|-------|------|-------|------|
| ตัว                        | ขวา   |      | ซ้าย  |      | ตัว                        | ขวา   |      | ซ้าย  |      |
| ที่                        | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  | ที่                        | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  |
| 1                          | 0.52  | 1.28 | 0.34  | 0.84 | 1                          | 0.54  | 1.31 | 0.51  | 1.25 |
| 2                          | 0.52  | 1.28 | 0.57  | 1.39 | 2                          | 0.53  | 1.30 | 0.54  | 1.32 |
| 3                          | 0.57  | 1.38 | 0.55  | 1.34 | 3                          | 0.47  | 1.14 | 0.48  | 1.18 |
| 4                          | 0.51  | 1.25 | 0.54  | 1.31 | 4                          | 0.55  | 1.34 | 0.55  | 1.34 |
| 5                          | 0.53  | 1.29 | 0.52  | 1.28 | 5                          | 0.53  | 1.29 | 0.49  | 1.20 |
| 6                          | 0.43  | 1.07 | 0.50  | 1.22 | 6                          | 0.49  | 1.20 | 0.48  | 1.18 |
| 7                          | 0.52  | 1.27 | 0.53  | 1.30 | 7                          | 0.53  | 1.29 | 0.52  | 1.28 |
| 8                          | 0.54  | 1.32 | 0.52  | 1.26 | 8                          | 0.57  | 1.39 | 0.56  | 1.36 |
| เฉลี่ย                     | 0.52  | 1.27 | 0.51  | 1.24 | เฉลี่ย                     | 0.52  | 1.28 | 0.52  | 1.26 |
| S.D.                       | 0.04  | 0.09 | 0.07  | 0.17 | S.D.                       | 0.03  | 0.08 | 0.03  | 0.07 |

ตารางที่ ก26 (ต่อ)

| กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.0005 มก. |       |      |       |      | กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.001 มก. |       |      |       |      |
|-------------------------------|-------|------|-------|------|------------------------------|-------|------|-------|------|
| ตัว                           | ขวา   |      | ซ้าย  |      | ตัว                          | ขวา   |      | ซ้าย  |      |
| ที่                           | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  | ที่                          | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  |
| 1                             | 0.53  | 1.29 | 0.49  | 1.21 | 1                            | 0.53  | 1.30 | 0.55  | 1.35 |
| 2                             | 0.50  | 1.23 | 0.54  | 1.33 | 2                            | 0.58  | 1.42 | 0.57  | 1.40 |
| 3                             | 0.60  | 1.46 | 0.61  | 1.49 | 3                            | 0.59  | 1.45 | 0.53  | 1.30 |
| 4                             | 0.50  | 1.23 | 0.48  | 1.17 | 4                            | 0.50  | 1.22 | 0.47  | 1.16 |
| 5                             | 0.62  | 1.51 | 0.62  | 1.52 | 5                            | 0.47  | 1.14 | 0.54  | 1.32 |
| 6                             | 0.56  | 1.37 | 0.51  | 1.26 | 6                            | 0.52  | 1.28 | 0.51  | 1.26 |
| 7                             | 0.49  | 1.19 | 0.50  | 1.24 | 7                            | 0.65  | 1.59 | 0.64  | 1.57 |
| 8                             | 0.47  | 1.15 | 0.50  | 1.23 | 8                            | 0.58  | 1.41 | 0.55  | 1.36 |
| เฉลี่ย                        | 0.53  | 1.31 | 0.53  | 1.31 | เฉลี่ย                       | 0.55  | 1.35 | 0.55  | 1.34 |
| S.D.                          | 0.05  | 0.13 | 0.05  | 0.13 | S.D.                         | 0.06  | 0.14 | 0.05  | 0.12 |
| กลุ่มป้อนสารสกัด E 0.005 มก.  |       |      |       |      | กลุ่มป้อน Mtx 0.20 มก.       |       |      |       |      |
| ตัว                           | ขวา   |      | ซ้าย  |      | ตัว                          | ขวา   |      | ซ้าย  |      |
| ที่                           | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  | ที่                          | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  |
| 1                             | 0.61  | 1.49 | 0.60  | 1.46 | 1                            | 0.57  | 1.40 | 0.58  | 1.41 |
| 2                             | 0.52  | 1.28 | 0.57  | 1.39 | 2                            | 0.61  | 1.48 | 0.52  | 1.28 |
| 3                             | 0.55  | 1.35 | 0.51  | 1.25 | 3                            | 0.63  | 1.54 | 0.58  | 1.43 |
| 4                             | 0.63  | 1.55 | 0.60  | 1.46 | 4                            | 0.55  | 1.34 | 0.51  | 1.26 |
| 5                             | 0.49  | 1.20 | 0.41  | 1.02 | 5                            | 0.57  | 1.41 | 0.54  | 1.32 |
| 6                             | 0.52  | 1.28 | 0.53  | 1.29 | 6                            | 0.64  | 1.55 | 0.64  | 1.57 |
| 7                             | 0.64  | 1.57 | 0.61  | 1.49 | 7                            | 0.58  | 1.42 | 0.61  | 1.50 |
| 8                             | 0.61  | 1.48 | 0.58  | 1.43 | 8                            | 0.58  | 1.41 | 0.55  | 1.34 |
| เฉลี่ย                        | 0.57  | 1.40 | 0.55  | 1.35 | เฉลี่ย                       | 0.59  | 1.44 | 0.57  | 1.39 |
| S.D.                          | 0.06  | 0.14 | 0.06  | 0.16 | S.D.                         | 0.03  | 0.07 | 0.04  | 0.11 |

ตารางที่ ก26 (ต่อ)

| กลุ่มป้อนMtx 2.00 มก. |       |      |       |      | กลุ่มป้อนMtx 4.00 มก. |       |      |       |      |
|-----------------------|-------|------|-------|------|-----------------------|-------|------|-------|------|
| ตัว                   | ขวา   |      | ซ้าย  |      | ตัว                   | ขวา   |      | ซ้าย  |      |
| ที่                   | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  | ที่                   | กว้าง | ยาว  | กว้าง | ยาว  |
| 1                     | 0.59  | 1.45 | 0.55  | 1.34 | 1                     | 0.58  | 1.41 | 0.55  | 1.34 |
| 2                     | 0.60  | 1.47 | 0.66  | 1.61 | 2                     | 0.57  | 1.38 | 0.56  | 1.37 |
| 3                     | 0.56  | 1.38 | 0.54  | 1.32 | 3                     | 0.56  | 1.36 | 0.59  | 1.45 |
| 4                     | 0.62  | 1.52 | 0.61  | 1.50 | 4                     | 0.63  | 1.54 | 0.58  | 1.42 |
| 5                     | 0.58  | 1.41 | 0.52  | 1.27 | 5                     | 0.55  | 1.34 | 0.57  | 1.40 |
| 6                     | 0.64  | 1.55 | 0.58  | 1.41 | 6                     | 0.60  | 1.46 | 0.56  | 1.37 |
| 7                     | 0.60  | 1.47 | 0.56  | 1.36 | 7                     | 0.56  | 1.36 | 0.57  | 1.40 |
| 8                     | 0.58  | 1.43 | 0.60  | 1.47 | 8                     | 0.66  | 1.62 | 0.65  | 1.58 |
| เฉลี่ย                | 0.60  | 1.46 | 0.58  | 1.41 | เฉลี่ย                | 0.59  | 1.44 | 0.58  | 1.41 |
| S.D.                  | 0.02  | 0.06 | 0.05  | 0.11 | S.D.                  | 0.04  | 0.10 | 0.03  | 0.07 |

ตารางที่ ก27 น้ำหนักตัวและส่วนขา และขนาดรอบขาและน่อง ของกบนาเพศผู้กลุ่มคววม

| กลุ่ม  | เพศ | ตัวที่ | น้ำหนัก<br>ตัว(g.) | ส่วนขา<br>(g.%) | รอบขาขวา<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ขวา(cm.) | รอบขาซ้าย<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ซ้าย(cm.) |
|--------|-----|--------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| ควบคุม | ผู้ | 1      | 129                | 41.69           | 7.98              | 4.53                | 8.15               | 4.59                 |
|        |     | 2      | 132                | 46.92           | 7.92              | 4.43                | 8.25               | 4.79                 |
|        |     | 3      | 151                | 40.01           | 9.27              | 5.88                | 9.33               | 5.81                 |
|        |     | 4      | 131                | 39.56           | 8.01              | 4.46                | 7.97               | 4.56                 |
|        |     | 5      | 152                | 43.64           | 8.96              | 5.81                | 9.39               | 5.93                 |
|        |     | 6      | 131                | 39.71           | 8.43              | 5.19                | 8.30               | 4.84                 |
|        |     | 7      | 152                | 46.67           | 9.68              | 6.19                | 9.55               | 6.07                 |
|        |     | 8      | 125                | 42.16           | 7.92              | 4.47                | 7.97               | 4.51                 |
|        |     | 9      | 134                | 46.93           | 8.43              | 5.09                | 8.22               | 4.77                 |
|        |     | 10     | 142                | 41.51           | 8.91              | 5.47                | 8.99               | 5.53                 |
|        |     | 11     | 154                | 45.31           | 8.39              | 4.81                | 8.25               | 4.80                 |
|        |     | 12     | 128                | 42.23           | 7.95              | 4.46                | 7.90               | 4.44                 |
|        |     | 13     | 153                | 47.23           | 9.36              | 5.91                | 9.57               | 6.03                 |
|        |     | 14     | 129                | 42.31           | 7.72              | 4.24                | 8.29               | 4.83                 |
|        |     | 15     | 154                | 46.16           | 9.55              | 6.13                | 9.70               | 6.24                 |
|        |     | 16     | 129                | 41.30           | 7.82              | 4.43                | 7.67               | 4.21                 |
|        |     | 17     | 153                | 46.51           | 8.01              | 4.55                | 8.30               | 4.84                 |
|        |     | 18     | 124                | 41.52           | 7.51              | 4.18                | 7.69               | 4.23                 |
|        |     | 19     | 136                | 46.19           | 7.64              | 3.99                | 7.70               | 4.15                 |
|        |     | 20     | 144                | 41.51           | 8.71              | 5.19                | 8.62               | 5.03                 |
|        |     | เฉลี่ย | 139.15             | 43.45           | 8.41              | 4.97                | 8.49               | 5.01                 |
|        |     | S.D.   | 11.26              | 2.72            | 0.67              | 0.71                | 0.68               | 0.67                 |

ตารางที่ ก28 น้ำหนักตัวและส่วนขา และขนาดรอบขาและน่อง ของกบนาเทศเมื่อกลุ่มคววม

| กลุ่ม | เพศ | ตัวที่ | น้ำหนัก<br>ตัว(g.) | ส่วนขา<br>(g.%) | รอบขาขวา<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ขวา(cm.) | รอบขาซ้าย<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ซ้าย(cm.) |
|-------|-----|--------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| คววม  | ผู้ | 1      | 136                | 40.82           | 8.59              | 5.14                | 8.85               | 5.39                 |
|       |     | 2      | 134                | 47.82           | 8.46              | 5.01                | 8.79               | 5.33                 |
|       |     | 3      | 138                | 41.20           | 8.34              | 4.84                | 8.35               | 4.89                 |
|       |     | 4      | 164                | 41.94           | 10.55             | 7.04                | 10.32              | 6.63                 |
|       |     | 5      | 168                | 39.86           | 10.32             | 6.86                | 10.27              | 6.81                 |
|       |     | 6      | 178                | 30.15           | 10.79             | 7.26                | 10.73              | 7.28                 |
|       |     | 7      | 124                | 42.16           | 7.58              | 4.12                | 7.62               | 4.17                 |
|       |     | 8      | 150                | 46.93           | 9.14              | 5.68                | 9.30               | 5.84                 |
|       |     | 9      | 148                | 42.07           | 9.31              | 5.85                | 9.25               | 5.79                 |
|       |     | 10     | 168                | 40.10           | 10.04             | 6.29                | 10.03              | 6.35                 |
|       |     | 11     | 138                | 40.99           | 8.70              | 5.24                | 8.86               | 5.40                 |
|       |     | 12     | 132                | 46.09           | 8.14              | 4.68                | 8.20               | 4.74                 |
|       |     | 13     | 140                | 41.79           | 7.69              | 4.24                | 7.74               | 4.28                 |
|       |     | 14     | 162                | 43.60           | 10.42             | 6.96                | 10.24              | 6.66                 |
|       |     | 15     | 165                | 42.24           | 10.09             | 6.63                | 9.92               | 6.46                 |
|       |     | 16     | 168                | 40.10           | 9.38              | 5.59                | 9.62               | 6.17                 |
|       |     | 17     | 126                | 41.13           | 7.43              | 3.83                | 7.60               | 4.09                 |
|       |     | 18     | 148                | 47.00           | 8.35              | 4.90                | 8.62               | 5.16                 |
|       |     | 19     | 147                | 42.14           | 8.72              | 5.06                | 8.53               | 5.08                 |
|       |     | 20     | 166                | 43.75           | 9.91              | 6.22                | 9.71               | 6.25                 |
|       |     | เฉลี่ย | 150.00             | 42.09           | 9.10              | 5.57                | 9.13               | 5.64                 |
|       |     | S.D.   | 16.24              | 3.71            | 1.05              | 1.03                | 0.96               | 0.93                 |

ตารางที่ ก29 น้ำหนักตัวและส่วนขา และขนาดรอบขาและน่อง ของกบนาเพศผู้กลุ่มที่ได้รับ  
ผงเปลือกกวางเครือแดง

| กลุ่ม    | เพศ | ตัวที่ | น้ำหนัก<br>ตัว(g.) | ส่วนขา<br>(g.%) | รอบขาขวา<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ขวา(cm.) | รอบขาซ้าย<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ซ้าย(cm.) |
|----------|-----|--------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| ผงเปลือก | ผู้ | 1      | 147                | 46.76           | 10.22             | 6.85                | 10.01              | 6.65                 |
|          |     | 2      | 128                | 46.38           | 7.84              | 4.47                | 7.97               | 4.61                 |
|          |     | 3      | 148                | 44.43           | 9.64              | 6.27                | 9.49               | 6.13                 |
|          |     | 4      | 162                | 45.21           | 11.39             | 8.03                | 11.84              | 8.48                 |
|          |     | 5      | 141                | 44.62           | 10.16             | 6.80                | 10.02              | 6.65                 |
|          |     | 6      | 148                | 47.34           | 10.30             | 6.94                | 10.07              | 6.70                 |
|          |     | 7      | 152                | 46.21           | 9.94              | 6.57                | 9.94               | 6.58                 |
|          |     | 8      | 129                | 55.49           | 8.40              | 5.04                | 8.08               | 4.72                 |
|          |     | 9      | 137                | 42.95           | 8.98              | 5.62                | 8.57               | 5.21                 |
|          |     | 10     | 156                | 46.87           | 10.44             | 7.07                | 10.81              | 7.45                 |
|          |     | 11     | 158                | 42.13           | 10.50             | 7.13                | 10.18              | 6.94                 |
|          |     | 12     | 148                | 47.34           | 9.47              | 6.11                | 9.72               | 6.36                 |
|          |     | 13     | 155                | 44.84           | 10.31             | 6.95                | 10.65              | 7.29                 |
|          |     | 14     | 146                | 46.79           | 8.91              | 5.54                | 9.33               | 5.97                 |
|          |     | 15     | 158                | 43.58           | 10.92             | 7.56                | 11.24              | 7.88                 |
|          |     | 16     | 137                | 48.79           | 8.01              | 4.34                | 8.45               | 5.09                 |
|          |     | 17     | 168                | 40.69           | 11.84             | 8.48                | 11.06              | 7.75                 |
|          |     | 18     | 147                | 46.97           | 9.64              | 6.28                | 9.73               | 6.37                 |
|          |     | 19     | 153                | 41.80           | 10.68             | 7.23                | 10.83              | 7.46                 |
|          |     | 20     | 146                | 47.27           | 9.23              | 5.86                | 9.30               | 5.94                 |
|          |     | เฉลี่ย | 148.20             | 45.82           | 9.84              | 6.46                | 9.87               | 6.51                 |
|          |     | S.D.   | 10.29              | 3.14            | 1.06              | 1.09                | 1.05               | 1.06                 |

ตารางที่ ก30 น้ำหนักตัวและส่วนขา และขนาดรอบขาและน่อง ของกบนาเทศเมียกลุ่มที่ได้รับ  
ผงเปลือกกาวเครือแดง

| กลุ่ม    | เพศ  | ตัวที่ | น้ำหนัก<br>ตัว(g.) | ส่วนขา<br>(g.%) | รอบขาขวา<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ขวา(cm.) | รอบขาซ้าย<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ซ้าย(cm.) |
|----------|------|--------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| ผงเปลือก | เมีย | 1      | 182                | 49.80           | 12.57             | 9.20                | 11.87              | 8.51                 |
|          |      | 2      | 190                | 52.16           | 12.54             | 9.18                | 12.42              | 9.05                 |
|          |      | 3      | 204                | 65.53           | 12.32             | 8.96                | 13.16              | 9.80                 |
|          |      | 4      | 170                | 55.82           | 9.98              | 6.61                | 10.04              | 6.67                 |
|          |      | 5      | 203                | 53.87           | 12.44             | 9.08                | 12.77              | 9.40                 |
|          |      | 6      | 188                | 59.71           | 10.04             | 6.67                | 10.05              | 6.69                 |
|          |      | 7      | 176                | 51.77           | 12.31             | 8.95                | 12.15              | 8.79                 |
|          |      | 8      | 129                | 57.50           | 7.50              | 4.05                | 7.52               | 4.16                 |
|          |      | 9      | 164                | 52.79           | 9.81              | 6.65                | 10.01              | 6.64                 |
|          |      | 10     | 148                | 57.88           | 8.96              | 5.25                | 8.83               | 5.47                 |
|          |      | 11     | 180                | 52.11           | 10.65             | 7.29                | 10.61              | 7.25                 |
|          |      | 12     | 224                | 61.64           | 12.55             | 9.19                | 13.08              | 9.72                 |
|          |      | 13     | 185                | 56.00           | 11.33             | 7.97                | 11.03              | 7.63                 |
|          |      | 14     | 168                | 55.99           | 9.58              | 6.22                | 9.59               | 6.28                 |
|          |      | 15     | 211                | 52.85           | 12.57             | 9.49                | 12.93              | 9.57                 |
|          |      | 16     | 183                | 57.85           | 12.38             | 9.01                | 12.54              | 9.18                 |
|          |      | 17     | 175                | 58.97           | 11.21             | 7.84                | 10.85              | 7.49                 |
|          |      | 18     | 168                | 53.55           | 9.75              | 6.39                | 9.96               | 6.94                 |
|          |      | 19     | 165                | 55.76           | 10.95             | 7.59                | 10.75              | 7.68                 |
|          |      | 20     | 196                | 55.37           | 11.69             | 8.33                | 11.62              | 8.26                 |
|          |      | เฉลี่ย | 180.45             | 55.85           | 11.06             | 7.70                | 11.09              | 7.76                 |
|          |      | S.D.   | 21.75              | 3.78            | 1.47              | 1.52                | 1.55               | 1.53                 |

ตารางที่ ก31 น้ำหนักตัวและส่วนขา และขนาดรอบขาและน่อง ของกบนาเพศผู้กลุ่มที่ได้รับ  
สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง

| กลุ่ม              | เพศ | ตัวที่ | น้ำหนัก<br>ตัว(g.) | ส่วนขา<br>(g.%) | รอบขาขวา<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ขวา(cm.) | รอบขาซ้าย<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ซ้าย(cm.) |
|--------------------|-----|--------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| สารสกัด<br>Ethanol | ผู้ | 1      | 154                | 43.75           | 10.06             | 6.44                | 9.95               | 6.33                 |
|                    |     | 2      | 145                | 46.83           | 10.63             | 7.02                | 10.21              | 6.59                 |
|                    |     | 3      | 163                | 51.02           | 9.53              | 6.32                | 9.50               | 5.89                 |
|                    |     | 4      | 138                | 42.43           | 7.87              | 4.37                | 7.95               | 4.34                 |
|                    |     | 5      | 175                | 46.23           | 10.63             | 7.01                | 10.46              | 6.84                 |
|                    |     | 6      | 160                | 50.94           | 9.36              | 6.07                | 10.15              | 6.66                 |
|                    |     | 7      | 180                | 43.00           | 11.78             | 8.33                | 11.40              | 7.78                 |
|                    |     | 8      | 191                | 45.04           | 12.00             | 8.42                | 11.71              | 8.30                 |
|                    |     | 9      | 137                | 49.01           | 9.11              | 5.63                | 8.90               | 5.29                 |
|                    |     | 10     | 140                | 44.71           | 9.03              | 5.42                | 9.12               | 5.59                 |
|                    |     | 11     | 155                | 45.55           | 10.16             | 6.55                | 10.05              | 6.44                 |
|                    |     | 12     | 147                | 49.35           | 10.05             | 6.60                | 10.26              | 6.64                 |
|                    |     | 13     | 164                | 44.50           | 9.08              | 5.47                | 9.04               | 5.43                 |
|                    |     | 14     | 140                | 46.79           | 8.54              | 5.06                | 9.11               | 5.56                 |
|                    |     | 15     | 175                | 49.83           | 10.99             | 7.38                | 11.20              | 7.89                 |
|                    |     | 16     | 161                | 42.37           | 9.39              | 5.78                | 10.26              | 6.65                 |
|                    |     | 17     | 182                | 46.18           | 11.19             | 7.58                | 11.62              | 8.01                 |
|                    |     | 18     | 194                | 50.40           | 11.37             | 7.75                | 11.31              | 7.69                 |
|                    |     | 19     | 142                | 46.08           | 8.83              | 5.28                | 9.11               | 5.59                 |
|                    |     | 20     | 142                | 49.89           | 9.11              | 5.50                | 9.13               | 5.56                 |
|                    |     | เฉลี่ย | 159.25             | 46.69           | 9.94              | 6.40                | 10.02              | 6.45                 |
|                    |     | S.D.   | 18.33              | 2.86            | 1.14              | 1.12                | 1.04               | 1.07                 |

ตารางที่ ก32 น้ำหนักตัวและส่วนขา และขนาดรอบขาและน่อง ของกบนาเทศเมียกลุ่มที่ได้รับ  
สารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง

| กลุ่ม              | เพศ  | ตัวที่ | น้ำหนัก<br>ตัว(g.) | ส่วนขา<br>(g.%) | รอบขาขวา<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ขวา(cm.) | รอบขาซ้าย<br>(cm.) | รอบน่อง<br>ซ้าย(cm.) |
|--------------------|------|--------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| สารสกัด<br>Ethanol | เมีย | 1      | 214                | 42.65           | 12.15             | 8.49                | 11.92              | 8.31                 |
|                    |      | 2      | 238                | 46.71           | 14.45             | 10.69               | 13.83              | 10.22                |
|                    |      | 3      | 190                | 51.16           | 10.90             | 7.29                | 11.65              | 7.53                 |
|                    |      | 4      | 190                | 43.16           | 10.47             | 6.86                | 11.70              | 8.08                 |
|                    |      | 5      | 217                | 46.61           | 12.15             | 8.54                | 12.21              | 8.59                 |
|                    |      | 6      | 190                | 50.84           | 12.23             | 8.62                | 12.01              | 8.30                 |
|                    |      | 7      | 230                | 43.43           | 12.81             | 9.18                | 13.06              | 9.44                 |
|                    |      | 8      | 178                | 46.21           | 9.75              | 6.13                | 9.54               | 5.92                 |
|                    |      | 9      | 228                | 50.77           | 12.93             | 9.31                | 12.54              | 9.59                 |
|                    |      | 10     | 192                | 42.94           | 10.64             | 7.02                | 11.34              | 6.73                 |
|                    |      | 11     | 208                | 46.09           | 11.84             | 8.23                | 12.40              | 8.02                 |
|                    |      | 12     | 225                | 50.53           | 13.10             | 9.43                | 12.78              | 9.67                 |
|                    |      | 13     | 192                | 42.83           | 11.39             | 7.78                | 11.10              | 7.48                 |
|                    |      | 14     | 188                | 46.26           | 10.56             | 6.94                | 10.61              | 7.00                 |
|                    |      | 15     | 204                | 50.73           | 11.65             | 7.98                | 12.35              | 8.73                 |
|                    |      | 16     | 193                | 42.88           | 12.35             | 8.73                | 11.84              | 8.45                 |
|                    |      | 17     | 220                | 46.55           | 12.28             | 8.64                | 12.40              | 8.79                 |
|                    |      | 18     | 179                | 51.27           | 10.66             | 7.05                | 10.48              | 6.86                 |
|                    |      | 19     | 222                | 46.28           | 13.25             | 9.43                | 12.56              | 9.57                 |
|                    |      | 20     | 196                | 51.23           | 10.76             | 7.04                | 10.67              | 7.06                 |
|                    |      | เฉลี่ย | 204.70             | 46.96           | 11.82             | 8.17                | 11.85              | 8.22                 |
|                    |      | S.D.   | 18.24              | 3.32            | 1.18              | 1.15                | 1.01               | 1.16                 |

ตารางที่ ก33 น้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาเพศผู้กลุ่มควบคุม

| กลุ่ม  | เพศ    | ตัวที่  | ข้างขวา |       |         | ข้างซ้าย |       |         | สองข้าง |
|--------|--------|---------|---------|-------|---------|----------|-------|---------|---------|
|        |        |         | หนัก    | กว้าง | ยาว     | หนัก     | กว้าง | ยาว     | หนัก    |
|        |        |         | (mg.%)  | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)   | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)  |
| ควบคุม | ผู้    | 1       | 1662.2  | 1.02  | 2.01    | 1693.4   | 1.19  | 2.09    | 3355.66 |
|        |        | 2       | 1608.3  | 1.18  | 2.09    | 1678.2   | 1.22  | 2.14    | 3286.52 |
|        |        | 3       | 1698.2  | 1.48  | 2.35    | 1693.4   | 1.51  | 2.35    | 3391.66 |
|        |        | 4       | 1632.1  | 1.19  | 2.11    | 1623.5   | 1.17  | 2.09    | 3255.57 |
|        |        | 5       | 1647.7  | 1.44  | 2.31    | 1696.0   | 1.43  | 2.60    | 3343.68 |
|        |        | 6       | 1733.4  | 1.32  | 2.22    | 1702.1   | 1.20  | 2.27    | 3435.50 |
|        |        | 7       | 1737.0  | 1.58  | 2.34    | 1730.3   | 1.21  | 2.33    | 3467.37 |
|        |        | 8       | 1689.1  | 1.16  | 2.07    | 1700.4   | 1.36  | 2.09    | 3389.52 |
|        |        | 9       | 1696.2  | 1.21  | 2.24    | 1647.0   | 1.21  | 2.13    | 3343.21 |
|        |        | 10      | 1706.9  | 1.47  | 2.26    | 1724.9   | 1.34  | 2.24    | 3431.76 |
|        |        | 11      | 1461.1  | 1.30  | 2.30    | 1439.2   | 1.22  | 2.15    | 2900.32 |
|        |        | 12      | 1658.1  | 1.17  | 2.09    | 1642.7   | 1.20  | 2.05    | 3300.78 |
|        |        | 13      | 1678.9  | 1.40  | 2.54    | 1721.6   | 1.52  | 2.44    | 3400.52 |
|        |        | 14      | 1585.7  | 1.09  | 1.84    | 1726.0   | 1.28  | 2.16    | 3311.63 |
|        |        | 15      | 1691.8  | 1.43  | 2.35    | 1737.3   | 1.50  | 2.38    | 3429.03 |
|        |        | 16      | 1611.3  | 1.12  | 2.01    | 1574.2   | 1.13  | 1.93    | 3185.50 |
|        |        | 17      | 1398.2  | 1.24  | 2.04    | 1457.2   | 1.28  | 2.17    | 2855.42 |
|        |        | 18      | 1621.2  | 1.06  | 1.86    | 1642.6   | 1.14  | 1.94    | 3263.79 |
|        |        | 19      | 1473.9  | 1.04  | 1.75    | 1500.7   | 1.14  | 1.95    | 2974.63 |
|        |        | 20      | 1625.1  | 1.24  | 2.05    | 1620.5   | 1.29  | 2.25    | 3245.56 |
|        | เฉลี่ย | 1630.83 | 1.25    | 2.14  | 1647.56 | 1.28     | 2.19  | 3278.38 |         |
|        | S.D.   | 91.32   | 0.16    | 0.20  | 89.94   | 0.13     | 0.17  | 175.82  |         |

ตารางที่ ก34 น้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาเทศเมียกลุ่มควบคุม

| กลุ่ม  | เพศ    | ตัวที่  | ข้างขวา |       |         | ข้างซ้าย |       |         | สองข้าง |
|--------|--------|---------|---------|-------|---------|----------|-------|---------|---------|
|        |        |         | หนัก    | กว้าง | ยาว     | หนัก     | กว้าง | ยาว     | หนัก    |
|        |        |         | (mg.%)  | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)   | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)  |
| ควบคุม | เมีย   | 1       | 1708.8  | 1.17  | 2.00    | 1768.4   | 1.22  | 2.14    | 3477.21 |
|        |        | 2       | 1703.7  | 1.13  | 1.93    | 1781.2   | 1.22  | 2.11    | 3484.85 |
|        |        | 3       | 1624.8  | 1.09  | 1.86    | 1628.0   | 1.10  | 1.87    | 3252.83 |
|        |        | 4       | 1796.1  | 1.80  | 3.06    | 1751.3   | 1.68  | 2.94    | 3547.44 |
|        |        | 5       | 1710.0  | 1.72  | 2.94    | 1700.2   | 1.71  | 2.91    | 3410.18 |
|        |        | 6       | 1699.2  | 1.87  | 3.20    | 1688.5   | 1.86  | 3.17    | 3387.70 |
|        |        | 7       | 1614.1  | 0.85  | 1.45    | 1625.6   | 0.87  | 1.48    | 3239.68 |
|        |        | 8       | 1664.5  | 1.35  | 2.30    | 1698.5   | 1.40  | 2.38    | 3363.00 |
|        |        | 9       | 1724.5  | 1.40  | 2.39    | 1711.1   | 1.38  | 2.36    | 3435.54 |
|        |        | 10      | 1657.0  | 1.63  | 2.79    | 1655.1   | 1.63  | 2.78    | 3312.08 |
|        |        | 11      | 1708.3  | 1.21  | 2.06    | 1744.8   | 1.26  | 2.15    | 3453.04 |
|        |        | 12      | 1650.7  | 1.03  | 1.76    | 1666.2   | 1.05  | 1.79    | 3316.89 |
|        |        | 13      | 1455.4  | 0.89  | 1.51    | 1466.5   | 0.90  | 1.54    | 2921.86 |
|        |        | 14      | 1793.1  | 1.75  | 2.99    | 1757.2   | 1.70  | 2.89    | 3550.31 |
|        |        | 15      | 1697.2  | 1.65  | 2.82    | 1663.8   | 1.60  | 2.72    | 3361.03 |
|        |        | 16      | 1533.1  | 1.43  | 2.43    | 1578.5   | 1.50  | 2.56    | 3111.55 |
|        |        | 17      | 1550.2  | 0.80  | 1.37    | 1593.1   | 0.86  | 1.46    | 3143.25 |
|        |        | 18      | 1518.9  | 1.10  | 1.87    | 1575.9   | 1.18  | 2.02    | 3094.86 |
|        |        | 19      | 1608.0  | 1.21  | 2.07    | 1567.9   | 1.15  | 1.97    | 3175.85 |
|        |        | 20      | 1652.0  | 1.59  | 2.72    | 1613.8   | 1.53  | 2.61    | 3265.78 |
|        | เฉลี่ย | 1653.47 | 1.33    | 2.28  | 1661.78 | 1.34     | 2.29  | 3315.25 |         |
|        | S.D.   | 88.19   | 0.33    | 0.57  | 81.57   | 0.30     | 0.52  | 165.78  |         |

ตารางที่ ก35 น้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาเพศผู้กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก

| กลุ่ม    | เพศ    | ตัวที่  | ข้างขวา |       |         | ข้างซ้าย |       |         | สองข้าง |
|----------|--------|---------|---------|-------|---------|----------|-------|---------|---------|
|          |        |         | หนัก    | กว้าง | ยาว     | หนัก     | กว้าง | ยาว     | หนัก    |
|          |        |         | (mg.%)  | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)   | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)  |
| ผงเปลือก | ผู้    | 1       | 1810.1  | 1.42  | 2.54    | 1765.2   | 1.37  | 2.42    | 3575.24 |
|          |        | 2       | 1487.1  | 1.23  | 1.97    | 1520.2   | 1.13  | 2.01    | 3007.27 |
|          |        | 3       | 1672.8  | 1.29  | 2.21    | 1631.8   | 1.19  | 2.10    | 3304.53 |
|          |        | 4       | 1873.3  | 1.79  | 3.21    | 1961.9   | 1.97  | 3.47    | 3835.19 |
|          |        | 5       | 1874.8  | 1.45  | 2.51    | 1841.6   | 1.43  | 2.43    | 3716.38 |
|          |        | 6       | 1816.6  | 1.50  | 2.59    | 1765.5   | 1.44  | 2.46    | 3582.09 |
|          |        | 7       | 1691.8  | 1.38  | 2.38    | 1692.6   | 1.40  | 2.38    | 3384.41 |
|          |        | 8       | 1614.7  | 1.19  | 2.24    | 1536.3   | 1.13  | 2.00    | 3150.93 |
|          |        | 9       | 1655.8  | 1.08  | 2.05    | 1559.9   | 1.22  | 2.16    | 3215.69 |
|          |        | 10      | 1750.3  | 1.54  | 2.67    | 1770.8   | 1.65  | 2.72    | 3521.09 |
|          |        | 11      | 1740.5  | 1.56  | 2.70    | 1701.8   | 1.52  | 2.59    | 3442.28 |
|          |        | 12      | 1637.0  | 1.23  | 2.12    | 1691.7   | 1.33  | 2.26    | 3328.72 |
|          |        | 13      | 1736.0  | 1.50  | 2.60    | 1806.5   | 1.58  | 2.79    | 3542.45 |
|          |        | 14      | 1536.6  | 1.24  | 1.79    | 1629.2   | 1.20  | 2.04    | 3165.82 |
|          |        | 15      | 1825.6  | 1.64  | 2.94    | 1890.7   | 1.77  | 3.13    | 3716.33 |
|          |        | 16      | 1429.4  | 1.07  | 1.82    | 1523.6   | 1.29  | 2.00    | 2952.99 |
|          |        | 17      | 1891.7  | 1.94  | 3.47    | 1753.0   | 1.73  | 3.05    | 3644.70 |
|          |        | 18      | 1686.1  | 1.25  | 2.22    | 1705.3   | 1.34  | 2.37    | 3391.43 |
|          |        | 19      | 1834.4  | 1.57  | 2.80    | 1865.9   | 1.64  | 2.89    | 3700.33 |
|          |        | 20      | 1606.7  | 1.27  | 1.98    | 1612.9   | 1.23  | 1.99    | 3219.59 |
|          | เฉลี่ย | 1708.56 | 1.41    | 2.44  | 1711.31 | 1.43     | 2.46  | 3419.87 |         |
|          | S.D.   | 131.60  | 0.23    | 0.45  | 126.69  | 0.23     | 0.43  | 249.66  |         |

ตารางที่ ก36 น้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาเทศเมียกลุ่มที่ได้รับผงเปลือก

| กลุ่ม    | เพศ    | ตัวที่  | ข้างขวา |       |         | ข้างซ้าย |       |         | สองข้าง |
|----------|--------|---------|---------|-------|---------|----------|-------|---------|---------|
|          |        |         | หนัก    | กว้าง | ยาว     | หนัก     | กว้าง | ยาว     | หนัก    |
|          |        |         | (mg.%)  | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)   | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)  |
| ผงเปลือก | เมีย   | 1       | 1982.8  | 1.81  | 3.24    | 1861.5   | 1.81  | 3.12    | 3844.29 |
|          |        | 2       | 1895.5  | 1.80  | 3.22    | 1874.2   | 1.89  | 3.15    | 3769.74 |
|          |        | 3       | 1730.6  | 1.73  | 3.10    | 1861.7   | 2.08  | 3.57    | 3592.30 |
|          |        | 4       | 1637.6  | 1.52  | 2.72    | 1649.2   | 1.26  | 2.21    | 3286.82 |
|          |        | 5       | 1757.7  | 1.77  | 3.16    | 1808.7   | 2.00  | 3.35    | 3566.35 |
|          |        | 6       | 1491.4  | 1.47  | 2.63    | 1493.8   | 1.32  | 2.15    | 2985.21 |
|          |        | 7       | 2004.4  | 1.73  | 3.09    | 1975.1   | 1.70  | 3.00    | 3979.55 |
|          |        | 8       | 1548.7  | 1.02  | 1.82    | 1553.0   | 1.26  | 2.23    | 3101.71 |
|          |        | 9       | 1705.5  | 1.32  | 2.36    | 1703.5   | 1.25  | 2.08    | 3409.02 |
|          |        | 10      | 1643.0  | 1.22  | 2.18    | 1634.6   | 1.30  | 2.17    | 3277.57 |
|          |        | 11      | 1665.9  | 1.32  | 2.36    | 1659.7   | 1.23  | 2.22    | 3325.56 |
|          |        | 12      | 1608.3  | 1.80  | 3.22    | 1683.8   | 2.05  | 3.53    | 3292.01 |
|          |        | 13      | 1737.6  | 1.61  | 2.88    | 1680.4   | 1.37  | 2.34    | 3417.95 |
|          |        | 14      | 1582.1  | 1.45  | 2.59    | 1593.3   | 1.24  | 2.18    | 3175.42 |
|          |        | 15      | 1742.1  | 1.88  | 3.36    | 1765.0   | 2.00  | 3.44    | 3507.11 |
|          |        | 16      | 1938.6  | 1.75  | 3.13    | 1967.6   | 1.83  | 3.22    | 3906.17 |
|          |        | 17      | 1814.5  | 1.48  | 2.65    | 1749.9   | 1.36  | 2.26    | 3564.46 |
|          |        | 18      | 1615.3  | 1.03  | 1.84    | 1718.3   | 1.24  | 2.04    | 3333.63 |
|          |        | 19      | 1875.9  | 1.38  | 2.47    | 1893.7   | 1.34  | 2.37    | 3769.64 |
|          |        | 20      | 1699.4  | 1.53  | 2.74    | 1687.3   | 1.53  | 2.70    | 3386.68 |
|          | เฉลี่ย | 1733.85 | 1.53    | 2.74  | 1740.71 | 1.55     | 2.67  | 3474.56 |         |
|          | S.D.   | 145.21  | 0.26    | 0.46  | 133.36  | 0.33     | 0.56  | 273.02  |         |

ตารางที่ ก37 น้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาเพศผู้กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก

| กลุ่ม   | เพศ | ตัวที่ | ข้างขวา |       |       | ข้างซ้าย |       |       | สองข้าง |
|---------|-----|--------|---------|-------|-------|----------|-------|-------|---------|
|         |     |        | หนัก    | กว้าง | ยาว   | หนัก     | กว้าง | ยาว   |         |
|         |     |        | (mg.%)  | (cm.) | (cm.) | (mg.%)   | (cm.) | (cm.) |         |
| สารสกัด | ผู้ | 1      | 1811.7  | 1.49  | 2.54  | 1788.6   | 1.45  | 2.48  | 3600.32 |
| Ethanol |     | 2      | 2049.7  | 1.67  | 2.85  | 1957.2   | 1.54  | 2.62  | 4006.97 |
|         |     | 3      | 1609.4  | 1.32  | 2.26  | 1603.1   | 1.31  | 2.24  | 3212.52 |
|         |     | 4      | 1516.7  | 0.79  | 1.35  | 1535.9   | 0.82  | 1.40  | 3052.61 |
|         |     | 5      | 1698.1  | 1.67  | 2.85  | 1667.1   | 1.62  | 2.76  | 3365.20 |
|         |     | 6      | 1604.6  | 1.27  | 2.16  | 1762.1   | 1.52  | 2.59  | 3366.69 |
|         |     | 7      | 1853.9  | 2.04  | 3.48  | 1786.8   | 1.92  | 3.27  | 3640.72 |
|         |     | 8      | 1784.2  | 2.11  | 3.60  | 1736.4   | 2.02  | 3.44  | 3520.68 |
|         |     | 9      | 1816.6  | 1.19  | 2.03  | 1768.6   | 1.12  | 1.92  | 3585.18 |
|         |     | 10     | 1759.4  | 1.16  | 1.98  | 1779.0   | 1.19  | 2.03  | 3538.36 |
|         |     | 11     | 1822.1  | 1.52  | 2.60  | 1799.4   | 1.49  | 2.54  | 3621.55 |
|         |     | 12     | 1896.9  | 1.49  | 2.54  | 1941.6   | 1.55  | 2.65  | 3838.50 |
|         |     | 13     | 1511.9  | 1.18  | 2.01  | 1504.6   | 1.17  | 1.99  | 3016.52 |
|         |     | 14     | 1647.0  | 1.01  | 1.72  | 1777.6   | 1.19  | 2.03  | 3424.64 |
|         |     | 15     | 1764.6  | 1.79  | 3.05  | 1801.6   | 1.85  | 3.16  | 3566.17 |
|         |     | 16     | 1601.3  | 1.28  | 2.18  | 1773.7   | 1.56  | 2.65  | 3374.97 |
|         |     | 17     | 1731.1  | 1.85  | 3.16  | 1806.5   | 1.99  | 3.39  | 3537.58 |
|         |     | 18     | 1652.8  | 1.91  | 3.25  | 1643.2   | 1.89  | 3.22  | 3296.03 |
|         |     | 19     | 1690.8  | 1.10  | 1.88  | 1753.3   | 1.19  | 2.03  | 3444.15 |
|         |     | 20     | 1752.7  | 1.19  | 2.03  | 1757.7   | 1.20  | 2.04  | 3510.35 |
|         |     | เฉลี่ย | 1728.77 | 1.45  | 2.48  | 1747.21  | 1.48  | 2.52  | 3475.99 |
|         |     | S.D.   | 131.57  | 0.36  | 0.62  | 112.26   | 0.33  | 0.57  | 233.77  |

ตารางที่ ก38 น้ำหนักและขนาดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius ของกบนาเทศเมียวกลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก

| กลุ่ม              | เพศ    | ตัวที่  | ข้างขวา |       |         | ข้างซ้าย |       |         | สองข้าง |
|--------------------|--------|---------|---------|-------|---------|----------|-------|---------|---------|
|                    |        |         | หนัก    | กว้าง | ยาว     | หนัก     | กว้าง | ยาว     | หนัก    |
|                    |        |         | (mg.%)  | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)   | (cm.) | (cm.)   | (mg.%)  |
| สารสกัด<br>Ethanol | เมีย   | 1       | 1731.9  | 1.71  | 2.91    | 1697.9   | 1.63  | 2.79    | 3429.81 |
|                    |        | 2       | 1863.9  | 2.44  | 4.16    | 1781.8   | 2.24  | 3.82    | 3645.71 |
|                    |        | 3       | 1741.3  | 1.31  | 2.23    | 1782.2   | 1.39  | 2.36    | 3523.47 |
|                    |        | 4       | 1669.9  | 1.17  | 2.00    | 1874.7   | 1.56  | 2.66    | 3544.68 |
|                    |        | 5       | 1708.3  | 1.71  | 2.91    | 1716.3   | 1.72  | 2.94    | 3424.65 |
|                    |        | 6       | 1964.0  | 1.73  | 2.95    | 1910.9   | 1.63  | 2.78    | 3874.95 |
|                    |        | 7       | 1702.3  | 1.92  | 3.27    | 1737.0   | 2.00  | 3.40    | 3439.35 |
|                    |        | 8       | 1652.6  | 0.94  | 1.61    | 1614.8   | 0.97  | 1.65    | 3267.42 |
|                    |        | 9       | 1733.8  | 1.95  | 3.33    | 1771.8   | 2.04  | 3.48    | 3505.61 |
|                    |        | 10      | 1679.1  | 1.22  | 2.09    | 1630.5   | 1.14  | 1.94    | 3309.58 |
|                    |        | 11      | 1734.8  | 1.61  | 2.74    | 1702.9   | 1.54  | 2.63    | 3437.74 |
|                    |        | 12      | 1780.8  | 2.01  | 3.42    | 1807.9   | 2.07  | 3.53    | 3588.62 |
|                    |        | 13      | 1804.3  | 1.46  | 2.50    | 1755.6   | 1.37  | 2.34    | 3559.95 |
|                    |        | 14      | 1701.4  | 1.20  | 2.04    | 1710.5   | 1.22  | 2.07    | 3411.97 |
|                    |        | 15      | 1738.1  | 1.55  | 2.64    | 1847.3   | 1.78  | 3.04    | 3585.39 |
|                    |        | 16      | 1952.5  | 1.77  | 3.02    | 1906.6   | 1.68  | 2.87    | 3859.17 |
|                    |        | 17      | 1704.0  | 1.75  | 2.98    | 1721.0   | 1.79  | 3.05    | 3424.95 |
|                    |        | 18      | 1805.9  | 1.23  | 2.10    | 1772.8   | 1.17  | 2.00    | 3578.72 |
|                    |        | 19      | 1827.3  | 2.06  | 3.51    | 1818.2   | 2.04  | 3.47    | 3645.54 |
|                    |        | 20      | 1665.9  | 1.27  | 2.16    | 1650.4   | 1.23  | 2.11    | 3316.33 |
|                    | เฉลี่ย | 1758.11 | 1.60    | 2.73  | 1760.57 | 1.61     | 2.75  | 3518.68 |         |
|                    | S.D.   | 88.56   | 0.37    | 0.64  | 84.42   | 0.36     | 0.61  | 160.29  |         |

ตารางที่ ก39 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกบนากลุ่มควบคุม

| ตัวที่ | Muscle fiber ( $\mu$ ) | Myofibril ( $\mu$ ) | ตัวที่ | Muscle fiber ( $\mu$ ) | Myofibril ( $\mu$ ) |
|--------|------------------------|---------------------|--------|------------------------|---------------------|
| 1      | 103.98                 | 1.57                | 16     | 86.36                  | 1.06                |
| 2      | 96.59                  | 1.43                | 17     | 86.36                  | 1.08                |
| 3      | 84.09                  | 1.41                | 18     | 103.41                 | 1.36                |
| 4      | 69.89                  | 1.11                | 19     | 109.66                 | 1.64                |
| 5      | 79.55                  | 1.23                | 20     | 76.70                  | 1.78                |
| 6      | 93.75                  | 1.34                | 21     | 92.61                  | 1.48                |
| 7      | 87.50                  | 1.47                | 22     | 80.68                  | 1.62                |
| 8      | 113.64                 | 0.90                | 23     | 58.52                  | 0.93                |
| 9      | 104.55                 | 1.03                | 24     | 46.59                  | 1.89                |
| 10     | 110.80                 | 1.37                | 25     | 53.41                  | 1.49                |
| 11     | 86.36                  | 1.49                | 26     | 82.39                  | 1.45                |
| 12     | 75.57                  | 1.56                | 27     | 94.89                  | 1.68                |
| 13     | 88.64                  | 1.43                | 28     | 77.84                  | 1.81                |
| 14     | 92.05                  | 1.41                | 29     | 44.32                  | 1.71                |
| 15     | 98.30                  | 1.52                | 30     | 59.09                  | 1.43                |
| เฉลี่ย |                        |                     |        | 84.60                  | 1.42                |
| S.D.   |                        |                     |        | 18.37                  | 0.25                |

ตารางที่ ก40 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกบนากลุ่มที่ได้รับผงเปลือกกาวเครือแดง

| ตัวที่ | Muscle fiber ( $\mu$ ) | Myofibril ( $\mu$ ) | ตัวที่ | Muscle fiber ( $\mu$ ) | Myofibril ( $\mu$ ) |
|--------|------------------------|---------------------|--------|------------------------|---------------------|
| 1      | 93.75                  | 1.51                | 16     | 90.91                  | 0.91                |
| 2      | 109.09                 | 1.54                | 17     | 83.52                  | 1.12                |
| 3      | 76.14                  | 1.20                | 18     | 103.41                 | 1.47                |
| 4      | 55.68                  | 1.34                | 19     | 107.39                 | 1.66                |
| 5      | 70.45                  | 1.57                | 20     | 82.39                  | 1.76                |
| 6      | 88.64                  | 1.44                | 21     | 94.89                  | 1.54                |
| 7      | 81.82                  | 1.42                | 22     | 88.64                  | 1.69                |
| 8      | 106.25                 | 0.97                | 23     | 60.80                  | 1.12                |
| 9      | 99.43                  | 0.82                | 24     | 59.66                  | 1.82                |
| 10     | 109.09                 | 1.41                | 25     | 60.23                  | 1.51                |
| 11     | 94.89                  | 1.46                | 26     | 81.82                  | 1.66                |
| 12     | 50.00                  | 1.75                | 27     | 89.20                  | 1.75                |
| 13     | 100.00                 | 1.84                | 28     | 100.57                 | 1.81                |
| 14     | 75.00                  | 1.54                | 29     | 45.45                  | 1.62                |
| 15     | 102.84                 | 1.42                | 30     | 57.95                  | 1.41                |
| เฉลี่ย |                        |                     |        | 84.00                  | 1.47                |
| S.D.   |                        |                     |        | 18.94                  | 0.27                |

**ตารางที่ ก41** ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Muscle fiber) และเส้นใยย่อย (Myofibril) Gastrocnemius ของกบนากลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือก กวาวเครือแดง

| ตัวที่ | Muscle fiber ( $\mu$ ) | Myofibril ( $\mu$ ) | ตัวที่ | Muscle fiber ( $\mu$ ) | Myofibril ( $\mu$ ) |
|--------|------------------------|---------------------|--------|------------------------|---------------------|
| 1      | 59.09                  | 1.12                | 16     | 96.02                  | 1.41                |
| 2      | 86.36                  | 1.48                | 17     | 99.43                  | 1.38                |
| 3      | 94.32                  | 1.77                | 18     | 99.43                  | 1.08                |
| 4      | 98.86                  | 1.68                | 19     | 112.50                 | 1.20                |
| 5      | 106.25                 | 1.59                | 20     | 81.82                  | 1.35                |
| 6      | 88.07                  | 1.43                | 21     | 90.91                  | 1.51                |
| 7      | 69.32                  | 0.84                | 22     | 85.23                  | 0.94                |
| 8      | 104.55                 | 1.66                | 23     | 68.75                  | 1.06                |
| 9      | 92.05                  | 1.60                | 24     | 54.55                  | 1.34                |
| 10     | 77.84                  | 1.44                | 25     | 43.75                  | 1.47                |
| 11     | 67.05                  | 1.61                | 26     | 85.23                  | 1.54                |
| 12     | 101.70                 | 1.81                | 27     | 92.61                  | 1.43                |
| 13     | 102.27                 | 1.60                | 28     | 81.82                  | 1.42                |
| 14     | 101.14                 | 1.37                | 29     | 48.86                  | 1.51                |
| 15     | 97.73                  | 1.58                | 30     | 59.09                  | 0.97                |
| เฉลี่ย |                        |                     |        | <b>84.89</b>           | <b>1.41</b>         |
| S.D.   |                        |                     |        | <b>18.33</b>           | <b>0.25</b>         |

ตารางที่ ก42 ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อกบนาที่ได้รับสารจากกาวเครือแดง  
กลุ่มควบคุม

| ตัวที่        | ถ้ำ         | ความชื้น     | ใยอาหาร     | ไขมัน       | โปรตีน       |
|---------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| 1             | 1.2061      | 77.2241      | 0.0658      | 0.0379      | 78.5340      |
| 2             | 1.2967      | 77.5554      | 0.0840      | 0.0120      | 78.9481      |
| 3             | 1.2015      | 77.3321      | 0.0803      | 0.0462      | 78.6600      |
| 4             | 1.2064      | 75.8812      | 0.1692      | 0.0240      | 77.2807      |
| 5             | 1.3236      | 76.6664      | 0.0906      | 0.0503      | 78.1309      |
| 6             | 1.1977      | 78.4687      | 0.1605      | 0.0533      | 79.8802      |
| 7             | 1.2808      | 78.7843      | 0.1394      | 0.0352      | 80.2398      |
| 8             | 1.2507      | 78.6086      | 0.1530      | 0.0259      | 80.0381      |
| 9             | 1.8844      | 77.1444      | 0.1629      | 0.0057      | 79.1974      |
| 10            | 1.2267      | 77.9527      | 0.1348      | 0.0170      | 79.3312      |
| <b>เฉลี่ย</b> | <b>1.31</b> | <b>77.56</b> | <b>0.12</b> | <b>0.03</b> | <b>79.02</b> |
| <b>S.D.</b>   | <b>0.21</b> | <b>0.91</b>  | <b>0.04</b> | <b>0.02</b> | <b>0.92</b>  |

ตารางที่ ก43 ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง  
กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก

| ตัวที่        | เถ้า        | ความชื้น     | ใยอาหาร     | ไขมัน       | โปรตีน       |
|---------------|-------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| 1             | 1.3706      | 76.7894      | 0.0794      | 0.0281      | 78.2675      |
| 2             | 1.3118      | 78.8954      | 0.1460      | 0.0383      | 80.3916      |
| 3             | 1.4616      | 76.8171      | 0.1315      | 0.0518      | 78.4620      |
| 4             | 1.3645      | 77.5508      | 0.1584      | 0.0087      | 79.0824      |
| 5             | 1.2047      | 78.5119      | 0.2189      | 0.0324      | 79.9679      |
| 6             | 1.3786      | 78.0554      | 0.0798      | 0.0297      | 79.5437      |
| 7             | 1.3238      | 80.0472      | 0.1468      | 0.0064      | 81.5242      |
| 8             | 1.4630      | 78.0779      | 0.1322      | 0.0204      | 79.6935      |
| 9             | 1.3737      | 78.7302      | 0.1597      | 0.0379      | 80.3014      |
| 10            | 1.2232      | 79.7123      | 0.2226      | 0.0120      | 81.1702      |
| <b>เฉลี่ย</b> | <b>1.35</b> | <b>78.32</b> | <b>0.15</b> | <b>0.03</b> | <b>79.84</b> |
| <b>S.D.</b>   | <b>0.09</b> | <b>1.09</b>  | <b>0.05</b> | <b>0.01</b> | <b>1.06</b>  |

ตารางที่ ก44 ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีของกล้ามเนื้อบนาที่ได้รับสารจากกวาวเครือแดง  
กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง

| ตัวที่ | ถ้ำ    | ความชื้น | ใยอาหาร | ไขมัน  | โปรตีน  |
|--------|--------|----------|---------|--------|---------|
| 1      | 1.5290 | 76.4461  | 0.1707  | 0.0563 | 78.2021 |
| 2      | 1.5402 | 76.2439  | 0.1504  | 0.0497 | 77.9843 |
| 3      | 1.2638 | 76.4900  | 0.1656  | 0.0277 | 77.9471 |
| 4      | 1.9349 | 76.6677  | 0.1738  | 0.0060 | 78.7824 |
| 5      | 1.2372 | 77.3099  | 0.1436  | 0.0185 | 78.7093 |
| 6      | 1.5281 | 77.7244  | 0.0613  | 0.0352 | 79.3490 |
| 7      | 1.5381 | 77.5777  | 0.0785  | 0.0114 | 79.2057 |
| 8      | 1.1351 | 77.7644  | 0.0743  | 0.0433 | 79.0172 |
| 9      | 1.1048 | 77.9490  | 0.1546  | 0.0226 | 79.2311 |
| 10     | 1.2538 | 78.5582  | 0.0850  | 0.0476 | 79.9446 |
| เฉลี่ย | 1.41   | 77.27    | 0.13    | 0.03   | 78.84   |
| S.D.   | 0.25   | 0.77     | 0.05    | 0.02   | 0.65    |

ตารางที่ ก45 ร้อยละของโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในกล้ามเนื้ออกบน  
กลุ่มควบคุม

| ตัวที่ | Non-protein<br>nitrogenous<br>compounds | Sarcoplasmic<br>protein | Myofibrillar<br>protein | Alkali-<br>soluble<br>protein | Stroma      |
|--------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------|
| 1      | 1.4782                                  | 3.4164                  | 10.5492                 | 2.1056                        | 0.3449      |
| 2      | 1.4478                                  | 3.1770                  | 9.0635                  | 1.1611                        | 0.4321      |
| 3      | 1.5357                                  | 3.3783                  | 9.7352                  | 1.0223                        | 0.4039      |
| 4      | 1.3469                                  | 3.3436                  | 8.1436                  | 2.5917                        | 0.5802      |
| 5      | 1.4917                                  | 3.6263                  | 9.8730                  | 1.3432                        | 0.5608      |
| 6      | 1.6994                                  | 3.5284                  | 9.5631                  | 1.7835                        | 0.3392      |
| 7      | 1.3660                                  | 3.3413                  | 8.4201                  | 0.8939                        | 0.3692      |
| 8      | 1.4506                                  | 3.5783                  | 9.0041                  | 1.3852                        | 0.3473      |
| 9      | 1.2976                                  | 3.7021                  | 7.5693                  | 1.3137                        | 0.4874      |
| 10     | 1.7081                                  | 3.8601                  | 9.5045                  | 0.9905                        | 0.6152      |
| เฉลี่ย | <b>1.48</b>                             | <b>3.50</b>             | <b>9.14</b>             | <b>1.46</b>                   | <b>0.45</b> |
| S.D.   | <b>0.14</b>                             | <b>0.20</b>             | <b>0.89</b>             | <b>0.54</b>                   | <b>0.11</b> |

ตารางที่ ก46 ร้อยละของโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในกล้ามเนื้ออกบน  
กลุ่มที่ได้รับผงเปลือก

| ตัวที่ | Non-protein<br>nitrogenous<br>compounds | Sarcoplasmic<br>protein | Myofibrillar<br>protein | Alkali-<br>soluble<br>protein | Stroma      |
|--------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------|
| 1      | 1.5019                                  | 6.3427                  | 9.2187                  | 1.6585                        | 0.3808      |
| 2      | 1.5830                                  | 6.0363                  | 10.2200                 | 0.9254                        | 0.4573      |
| 3      | 1.5018                                  | 6.6931                  | 9.2219                  | 1.4489                        | 0.4407      |
| 4      | 1.3604                                  | 6.0559                  | 9.3348                  | 1.3785                        | 0.2485      |
| 5      | 1.2964                                  | 5.8287                  | 9.9245                  | 1.0340                        | 0.4795      |
| 6      | 1.6714                                  | 3.1996                  | 10.3038                 | 1.9134                        | 0.4593      |
| 7      | 1.5102                                  | 2.9522                  | 8.6442                  | 1.0994                        | 0.5249      |
| 8      | 1.5789                                  | 3.1582                  | 9.2845                  | 0.9719                        | 0.5090      |
| 9      | 1.5459                                  | 3.1835                  | 7.7692                  | 2.4283                        | 0.2894      |
| 10     | 1.4358                                  | 3.4554                  | 9.4409                  | 1.2766                        | 0.9789      |
| เฉลี่ย | <b>1.50</b>                             | <b>4.69</b>             | <b>9.34</b>             | <b>1.41</b>                   | <b>0.48</b> |
| S.D.   | <b>0.11</b>                             | <b>1.60</b>             | <b>0.75</b>             | <b>0.48</b>                   | <b>0.20</b> |

ตารางที่ ก47 ร้อยละของโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนในกล้ามเนื้ออกบน  
กลุ่มที่ได้รับสารสกัด Ethanol จากเปลือกกวาวเครือแดง

| ตัวที่ | Non-protein<br>nitrogenous<br>compounds | Sarcoplasmic<br>protein | Myofibrillar<br>protein | Alkali-<br>soluble<br>protein | Stroma      |
|--------|-----------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------|
| 1      | 1.7758                                  | 6.5890                  | 10.1218                 | 1.3855                        | 0.5859      |
| 2      | 1.6033                                  | 6.7906                  | 9.2224                  | 2.3147                        | 0.5911      |
| 3      | 1.6704                                  | 6.9891                  | 10.4026                 | 1.2555                        | 0.5698      |
| 4      | 1.6373                                  | 6.2049                  | 9.1376                  | 0.8789                        | 0.7609      |
| 5      | 1.5240                                  | 6.0650                  | 10.0360                 | 0.7043                        | 0.6992      |
| 6      | 1.4052                                  | 3.1377                  | 9.9022                  | 2.4547                        | 0.3845      |
| 7      | 1.3888                                  | 2.8894                  | 8.5454                  | 1.2766                        | 0.4602      |
| 8      | 1.4648                                  | 3.0962                  | 9.1783                  | 1.6746                        | 0.4437      |
| 9      | 1.2850                                  | 3.1377                  | 7.6810                  | 0.8946                        | 0.2533      |
| 10     | 1.4211                                  | 3.4052                  | 9.3386                  | 1.3285                        | 0.4829      |
| เฉลี่ย | <b>1.52</b>                             | <b>4.83</b>             | <b>9.36</b>             | <b>1.42</b>                   | <b>0.52</b> |
| S.D.   | <b>0.15</b>                             | <b>1.81</b>             | <b>0.82</b>             | <b>0.58</b>                   | <b>0.15</b> |

## ภาคผนวก ข

### การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

#### ข.1 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash) ตามวิธีของ AOAC. (2000)

##### อุปกรณ์

1. เตาเผา (Muffle furnace)
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

##### วิธีการ

1. เเผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วปิดสวิทช์เตาเผา แล้วรอประมาณ 30-45 นาที เพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาเผาลดลงก่อน แล้วจึงนำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้น ปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วชั่งน้ำหนัก
2. เเผาซ้ำอีก ครั้งละประมาณ 30 นาที และ กระทำเช่นเดียวกับข้อ 1. จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้ง ติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน ประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควัน แล้วนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส และกระทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ 1-2

##### การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

## ข.2 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture) ตามวิธีของ AOAC. (2000)

### อุปกรณ์

1. ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)
2. ภาชนะหาคความชื้น (จานอลูมิเนียม พร้อมฝา)
3. โถดูดความชื้น (Desiccator)
4. เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง

### วิธีการ

1. อบภาชนะหาคความชื้นในตู้อบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 105 °ซ เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง แล้วนำออกจากตู้อบใส่ไว้ในโถดูดความชื้น แล้วจึงชั่งน้ำหนัก
2. กระทำเช่นเดียวกับข้อที่ 1. จนกระทั่ง ได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.
3. ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนอย่างละเอียดประมาณ 1-2 กรัม แล้วใส่ลงในภาชนะหาคความชื้นซึ่งทราบน้ำหนักแล้ว
4. นำไปอบในตู้ไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 °ซ เป็นเวลา 5-6 ชั่วโมง
5. นำออกจากตู้อบใส่ในโถดูดความชื้น แล้วจึงชั่งน้ำหนัก
6. นำไปอบซ้ำอีกครั้ง ครั้งละประมาณ 30 นาที และกระทำเช่นเดิม จนกระทั่งได้ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

### การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{ผลต่างของน้ำหนักตัวอย่างก่อนอบและหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

### ข.3 การวิเคราะห์ปริมาณใยอาหาร (Crude Fiber) ตามวิธีของ AOAC. (2000)

#### อุปกรณ์

1. เครื่องสกัดใยอาหาร (Crude fiber analyzer)
2. โถดูดความชื้น (Desiccator)
3. เตาเผา (Muffle furnace)
4. เตาให้ความร้อน (Hot plate)
5. เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
6. ภาชนะครุชชีเบิ้ลแก้ว (Glass filter crucible)
7. เครื่องปั่นตัวอย่าง (Blender)

#### สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริก ( $H_2SO_4$ ) เข้มข้นร้อยละ 1.25
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้นร้อยละ 1.25
3. ออกทานอล (Octanol)

#### วิธีการ

1. อบตัวอย่างที่ 60 °ซ จนมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 แล้วบดให้ละเอียด
2. ชั่งตัวอย่าง 0.3-0.4 กรัม ใส่ลงในครุชชีเบิ้ลแก้ว
3. นำ สารละลายกรดซัลฟูริก เข้มข้นร้อยละ 1.25 และ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 1.25 ที่อุณหภูมิ 60 °ซ บนเตาให้ความร้อน ใช้แท่งแก้วคนตลอดเวลา
4. นำครุชชีเบิ้ลแก้วใส่ในเครื่องสกัด แล้วเลื่อนคันโยกไปที่ตำแหน่ง Close
5. เติมกรดซัลฟูริก เข้มข้นร้อยละ 1.25 ที่ร้อน ปริมาตร 150 มล.
6. เติมออกทานอล ประมาณ 2-3 หยด เพื่อป้องกันการเกิดฟอง ให้ความร้อนจนเดือด โดย หมุนปุ่มควบคุมความร้อนจนสุด แล้วจึงลดความร้อนลง และต้มให้เดือดอ่อน ๆ เป็นเวลา 30 นาที แล้วกรองโดยเลื่อนคันโยกไปที่ Vacuum
7. ล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน ครั้งละ 30 มล. จำนวน 3 ครั้ง กรองจนแห้ง แล้วเลื่อนคันโยกไปที่ ตำแหน่ง Close
8. เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 1.25 ที่ร้อน ปริมาตร 150 มล. เติม ออกทานอล ประมาณ 2-3 หยด ต้มให้เดือดอ่อน ๆ เป็นเวลา 30 นาที กรอง และล้างด้วยน้ำกลั่นร้อน ครั้งละ 30 มล. จำนวน 3 ครั้ง

9. นำครุฑีเบิ้ลออกจากเครื่อง และอบที่อุณหภูมิ 100 °ซ เป็นเวลาข้ามคืน วางให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก (W1)

10. นำไปเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 550 ± 25 °ซ (โดยค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิ) เป็นเวลา 3 ชั่วโมง วางให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก นำไปเผาซ้ำครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักที่แน่นอน (W2) แล้วคำนวณปริมาณไขมันอาหารจากสูตร

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมันอาหาร (ร้อยละ)} = \frac{W1 - W2}{W3} \times 100$$

โดยที่ W1 = น้ำหนักแห้งของกาก (กรัม)  
 W2 = น้ำหนักถ้ำ (กรัม)  
 W3 = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

#### ข.4 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Lipid) ตามวิธีของ AOAC. (2000)

##### อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วย ขวดกลม Soxhlet เครื่องควบแน่น (Condenser) และเตาให้ความร้อน (Heating mantle)
2. หลอดใส่ตัวอย่าง (Extraction thimble)
3. ตู้อบไฟฟ้า (Hot air oven)
4. เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
5. โถดูดความชื้น (Desiccator)

##### วิธีการ

1. อบขวดกลมสำหรับหาปริมาณไขมัน ที่มีขนาดความจุ 250 มล. ในตู้อบไฟฟ้า แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น และชั่งน้ำหนักที่แน่นอน
2. ชั่งตัวอย่างบนกระดามกรงที่ทราบน้ำหนัก ประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด แล้วใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่าง คลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารทำละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ
3. นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในหลอดสกัด Soxhlet แล้วเติมสารตัวทำละลาย Petroleum Ether ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 150 มล. แล้ววางบนเตา
4. ประกอบอุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน แล้วเปิดน้ำหล่ออุปกรณ์ควบแน่น และเปิดสวิทซ์เตาให้ความร้อน ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 14 ชั่วโมง โดยปรับความร้อน ให้หยดของสารทำละลายในชุดกลั่น กลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่น ด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที
5. เมื่อครบ 14 ชั่วโมง นำหลอดใส่ตัวอย่างออกจาก Soxhlet แล้วทิ้งให้ตัวทำละลายไหลจาก Soxhlet ลงในขวดกลมจนหมด
6. ระบายตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบสูญญากาศ
7. นำขวดหาไขมันอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 80-90 °C จนแห้งใช้เวลาประมาณ 30 นาที แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
8. ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำ ครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มก.

##### การคำนวณ

|                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### ข.5 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (Protein) ตามวิธีของ AOAC. (2000)

#### อุปกรณ์

1. ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มล.
2. ชุดกลั่นโปรตีน (Semi-microdistillation apparatus)
3. ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มล.
4. ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 50 มล.
5. Pipett ขนาด 5 และ 10 มล.
6. Buret ขนาด 25 มล.
7. ลูกแก้ว
8. กระจกทรง

#### สารเคมี

1. กรดซัลฟูริกเข้มข้น ( $\text{H}_2\text{SO}_4$  conc.)
2. สารเร่งปฏิกิริยา ใช้คอปเปอร์ซัลเฟต ( $\text{Cu}_2\text{SO}_4$ ) ต่อ โพแตสเซียมซัลเฟต ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) 1: 9
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ( $\text{NaOH}$ ) 40 % (ซึ่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปริมาตรเป็น 100 มล.)
4. สารละลายกรดบอริก ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ) 4 % (ละลายกรดบอริก 40 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1000 มล.)
5. สารละลายกรดเกลือ ( $\text{HCl}$ ) เข้มข้น 0.02 Normal
6. อินดิเคเตอร์ เป็นสารผสมระหว่าง เมทิลเรด (Methyl red) เมทิลีนบลู (Methylene blue) และโบรโมครีซอลกรีน (Bromocresol green)

#### วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่างบนกระจกทรงให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ห่อหุ้มติด แล้วใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา 5 กรัม และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มล.
3. ใส่ลูกแก้ว 2 เม็ด นำไปย่อยบนเตาไฟในตู้คว้น จนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยให้เย็น
4. เติมน้ำกลั่นร้อนลงไปล้างบริเวณคอขวดให้ทั่ว แล้วให้ความร้อนต่อไปจนเกิดควันของกรดซัลฟูริก แล้วจึงปล่อยให้เย็น

5. นำมาถ่ายลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 100 มล. ใช้น้ำกลั่นล้างขวดย่อยโปรตีนให้หมด สารละลายตัวอย่าง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 มล.

6. จัดอุปกรณ์กลั่น

7. นำขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มล. เติมกรดบอริกเข้มข้นร้อยละ 4 ลงไป 5 มล. ผสมน้ำกลั่น 5 มล. และเติมอินดิเคเตอร์เรียวร้อยแล้วไปรองรับของเหลวที่จะกลั่น โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดนี้

8. คูณสารละลายตัวอย่างด้วยปิเปตขนาด 10 มล. ใส่ลงในช่องใส่ตัวอย่าง เติมสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 20 มล.

9. กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ แล้ว ไตรเทรทสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.02 Normal จะได้จุดยุติสีม่วง

10. ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 2-10

#### การคำนวณ

|                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------|
| ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ) = $\frac{(A-B) \times N \times 1.4007 \times 6.25}{W}$ |
|------------------------------------------------------------------------------|

โดยที่ A = ปริมาตรกรดที่ใช้ไตรเทรทกับตัวอย่าง (มล.)

B = ปริมาตรกรดที่ใช้ไตรเทรทกับ blank (มล.)

N = ความเข้มข้นของกรด (นอร์มอล)

W = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

14.007 = น้ำหนักสมมูลของไนโตรเจน

6.25 = แฟกเตอร์

## ข.6 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน

ตามวิธีของ Hashimoto et al. (1979)

### อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งสารชนิดละเอียด 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องหมุนเหวี่ยงแบบควบคุมอุณหภูมิ (Centrifuge)
3. กระบอกตวง
4. เครื่องโฮโมจีไนส์ (Homogenizer)
5. เครื่องกวนชนิดแม่เหล็กไฟฟ้าและแท่งกวนแม่เหล็ก (Magnetic stirrer)

### สารเคมี

1. สารละลาย Phosphate buffer เข้มข้น 0.05 M pH 7.5
2. สารละลาย Sodium chloride เข้มข้น 0.5 M pH 7.5
3. สารละลาย Trichloro acetic acid เข้มข้นร้อยละ 5
4. สารละลาย Sodium hydroxide เข้มข้น 0.1 Normal

### วิธีการ

1. นำตัวอย่างบดด้วยเครื่องโฮโมจีไนส์ (Homogenizer) ด้วย สารละลาย Phosphate buffer เข้มข้น 0.05 M pH 7.5 ปริมาตร 10 เท่าของน้ำหนักตัวอย่าง แล้วจึงนำไปเข้า เครื่องหมุนเหวี่ยง ที่ 5000 x g อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้วแยกส่วนใสและตะกอน เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

2. นำส่วนใส มาเติมสารละลาย Trichloro acetic acid เข้มข้นร้อยละ 5 แล้วจึงกรองด้วย กระดาษกรองแยกส่วนใสและกาก ส่วนใส จะเป็น สารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน (Non-protein Nitrogenous Compounds) นำมาวัดปริมาตร แล้วคำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวอย่าง เริ่มต้น และ ส่วนตะกอน จะเป็นส่วนของ โปรตีนซาร์โคพลาสมิก (Sarcoplasmic Protein) นำมา ชั่งน้ำหนัก แล้วคำนวณเป็นค่าร้อยละ ของน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

3. นำส่วนตะกอนจากข้อ 1. เข้าเครื่องโฮโมจีไนส์ (Homogenizer) ด้วยสารละลาย Sodium chloride เข้มข้น 0.5 M pH 7.5 ปริมาตร 10 เท่าของน้ำหนักตัวอย่าง นำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยง ที่ 5000 x g อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้วแยกส่วนใสและตะกอนเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

4. นำส่วนใส ซึ่งจะเป็น โปรตีนไมโอไฟบิล (Myofibrillar Protein) นำมาวัดปริมาตร แล้ว คำนวณเป็นร้อยละของน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

5. นำส่วนตะกอน จากข้อ 3. มาเติมสารละลาย Sodium hydroxide เข้มข้น 0.1 Normal เข้าไว้เป็นเวลา 1 คืน แล้วนำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ 5000 x g อุณหภูมิ 4 °C เป็นเวลา 15 นาที แล้วแยกส่วนใสและตะกอนเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

6. ส่วนใส จะเป็นส่วนของ โปรตีนชนิดละลายได้ในด่าง (Alkali-soluble Protein) นำมาวัด ปริมาตร แล้วคำนวณเป็นค่าร้อยละ ของน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น

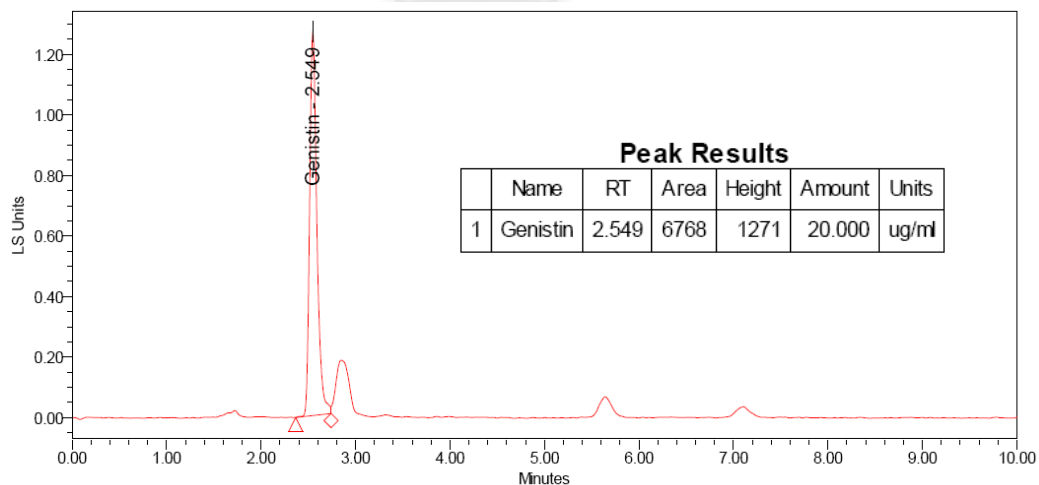
7. ส่วนตะกอนจากข้อ 5. จะเป็นส่วนของโปรตีนสโตรมา (Stroma) นำมาชั่งน้ำหนัก แล้ว คำนวณเป็นค่าร้อยละ ของน้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น



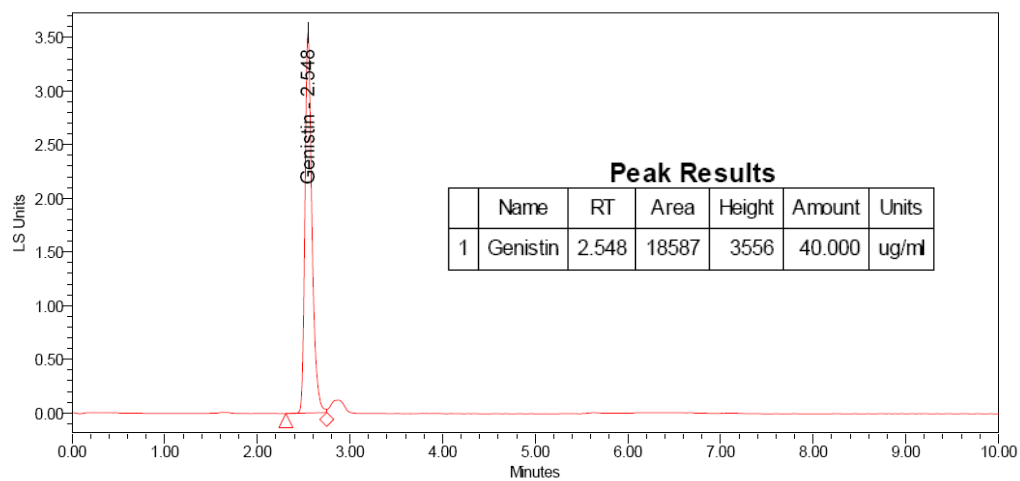
## ภาคผนวก ก

### ผลการวิเคราะห์สารมาตรฐาน Genistin ด้วยวิธี HPLC

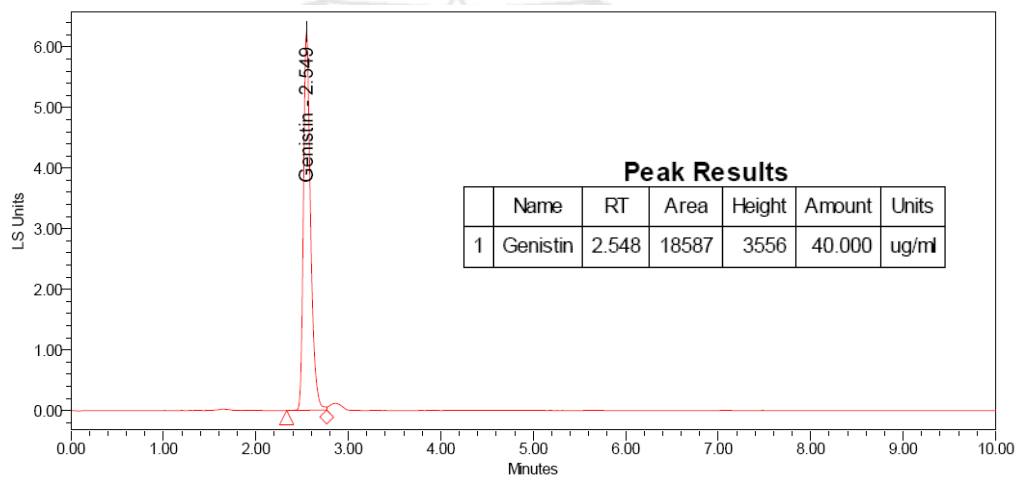
จากที่ได้พบว่าในสารสกัด Ethanol จากเปลือกและเนื้อกวาวเครือแดง มีสาร Genistin จึงได้นำสารละลายมาตรฐาน Genistin ที่เตรียมในความเข้มข้น 5 ระดับ มาฉีดเข้าเครื่อง HPLC เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน โดยใช้โปรแกรมของเครื่อง HPLC (Empower 2 Software) ซึ่งได้สร้างเป็นกราฟมาตรฐานของ Genistin แสดงดังภาพที่ ก1-ก6



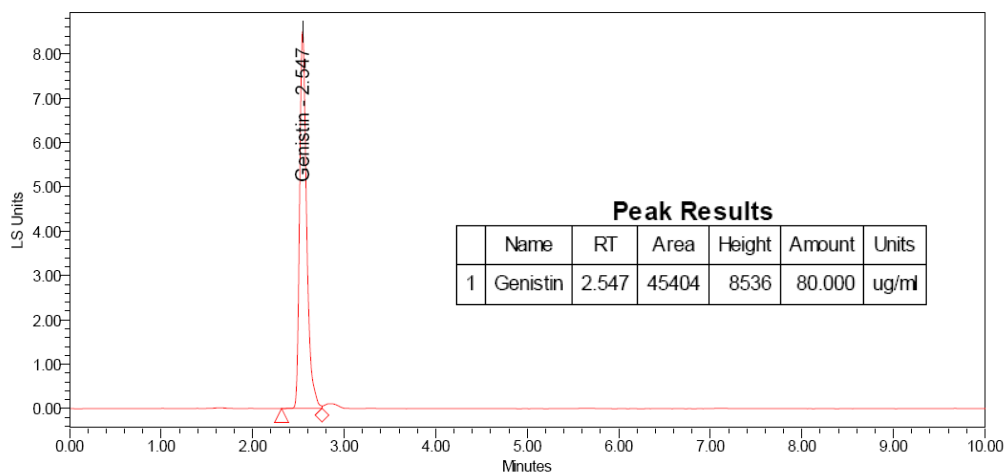
ภาพที่ ก1 Chromatogram ของสารมาตรฐาน Genistein 20 ppm.



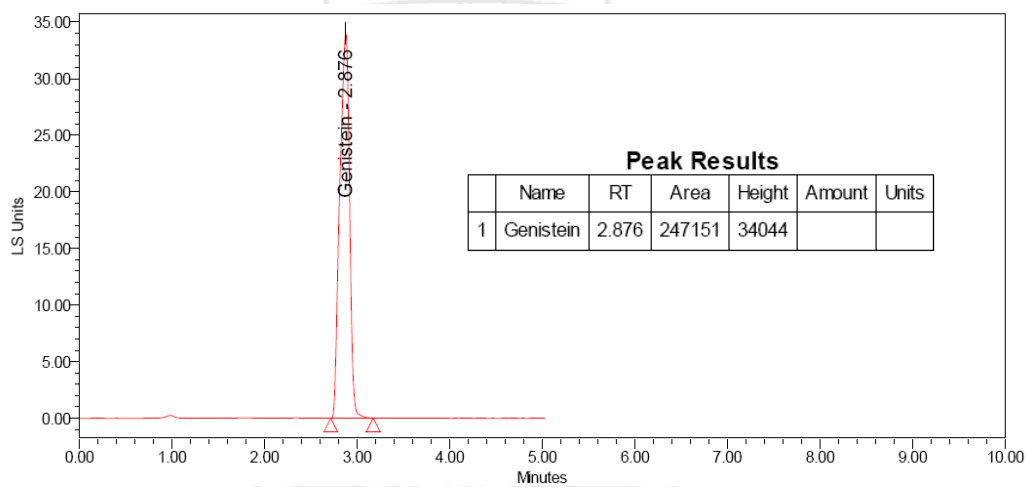
ภาพที่ ค2 Chromatogram ของสารมาตรฐาน Genistein 40 ppm.



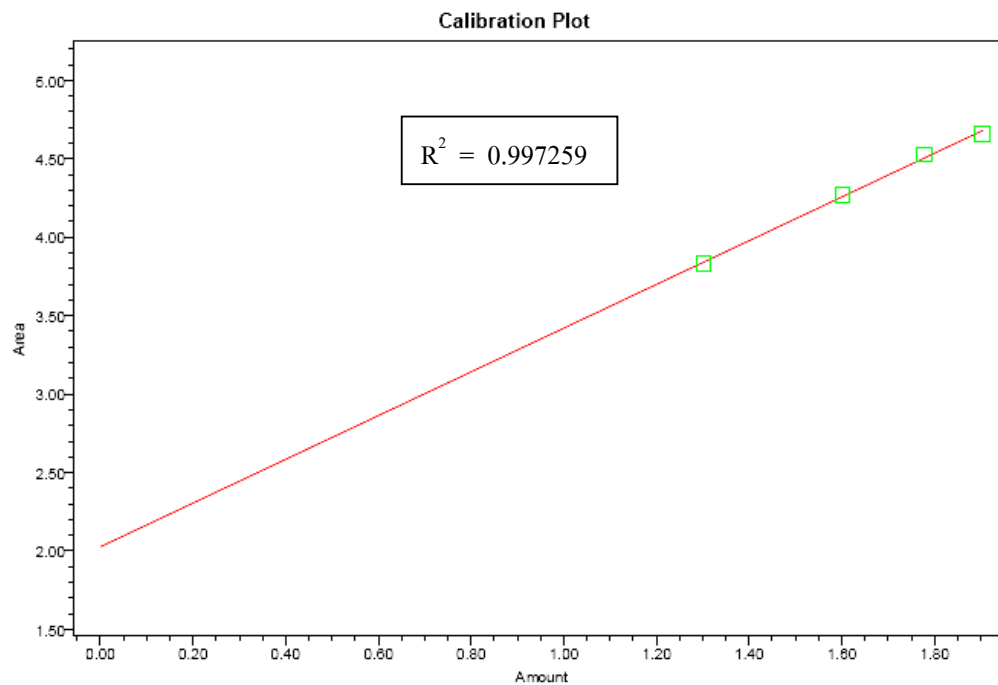
ภาพที่ ค3 Chromatogram ของสารมาตรฐาน Genistein 60 ppm.



ภาพที่ ค4 Chromatogram ของสารมาตรฐาน Genistein 80 ppm.



ภาพที่ ค5 Chromatogram ของสารมาตรฐาน Genistein 100 ppm.



ภาพที่ ค6 กราฟมาตรฐานของ Genistin





ประวัตินักเรียน

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นาย วสันต์ มะโนเรือง

วัน เดือน ปีเกิด 20 พฤษภาคม 2512

สถานที่อยู่ปัจจุบัน เลขที่ 66 หมู่ 4 ต.บ้านคู้ อ.เมือง จ.เชียงราย

ประวัติการศึกษา

2535 ปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต  
ชีววิทยา วิทยาลัยครูเชียงใหม่ สหวิทยาลัยล้านนา

2539 ปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต  
ชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

### ประวัติการทำงาน

2539-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำตามสัญญา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย จังหวัดเชียงราย

### ผลงานทางวิชาการ

บุญศรี เขียวมั่ง, ประทุม ยอดคำปิ่น, วสันต์ มะโนเรือง, และยุทธนา สมิตะสิริ. (2535). ผลของพืชสมุนไพรบางชนิดต่อลูกไก่เปรียบเทียบกับแอนโดรเจน. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วทท.) ครั้งที่ 18 (หน้า 180-181). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วสันต์ มะโนเรือง, และยุทธนา สมิตะสิริ. (2535). การตรวจสอบฤทธิ์เอสโตรเจนและฤทธิ์คุมกำเนิดของกาวเครือขาวที่เก็บไว้เป็นเวลา 5 ปีในหนูขาว. ใน การประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 10 เรื่อง เทคนิคของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ (หน้า 62, 121). นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

Aritajat, S., Kawewat, K., & Manoruang, W. (2001). Toxicological study of some antifertility plants extracts by micronucleus test. **Journal of science faculty of Chiang Mai University**, 28(2), 113-118.

Manoruang, W., & Smitasiri, Y. (2007). Estrogenic and antifertility effects of *Pueraria mirifica* collected for 20 years in mice. In **The 3rd Global Summit on Medicinal and Aromatic Plants**. (pp.224). Chiang Mai: Chiang Mai University, International Academic Services Center Chiang Mai, & Century Foundation Bangalore India.

