โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์

ชื่อโครงการ ลำดับการเข้ากินซากของแมลงและสัตว์ขาข้อชนิดอื่นบนซากหมู บริเวณป่าใกล้ชายหาดปิดบนเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

Insects and other arthropods succession on pig carcasses at beach forest of Samae-san Island, Sattahip District, Chonburi Province

ชื่อนิสิต นางสาวสุดารัตน์ เฟื่องมีคุณ **เลขประจำตัว** 5832071023

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2561

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงงานทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงงานทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)

are the senior project authors' files submitted through the faculty.

ลำดับการเข้ากินซากของแมลงและสัตว์ขาข้อชนิดอื่นบนซากหมู บริเวณป่าใกล้ชายหาดปิด บนเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

Insects and other arthropods succession on pig carcasses at beach forest of Samae-san Island, Sattahip District, Chonburi Province

นางสาวสุดารัตน์ เฟื่องมีคุณ

อาจารย์ที่ปรึกษา
รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

ชื่อโครงงานวิจัย ลำดับการเข้ากินซากของแมลงและสัตว์ขาข้อชนิดอื่นบนซากหมู บริเวณป่าใกล้ ชายหาดปิดบนเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

นิสิตผู้ดำเนินโครงการ นางสาวสุดารัตน์ เฟื่องมีคุณ

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์

ภาควิชา ชีววิทยา

บทคัดย่อ

หลักฐานทางด้านนิติกีฏวิทยา (forensic entomology) เป็นหลักฐานสำคัญอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการสืบสวนคดีอาชญากรรม โดยอาศัยความรู้ทางการเจริญเติบโตสัณฐานวิทยา และการกระจายตัวของแมลงและสัตว์ขาข้อที่พบบนศพและบริเวณรอบศพ เพื่อมาคาดการณ์หาระยะเวลาหลังการตาย (Postmortem Interval, PMI) และบางกรณีอาจช่วยในการคาดการณ์สถานที่เกิดเหตุได้ ในประเทศไทยการศึกษาทางด้านนิติกีฏวิทยายังมีไม่มากนัก โดยเฉพาะในพื้นที่บริเวณใกล้ชายหาดซึ่งยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน นำมาสู่วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้คือศึกษาลำดับการเข้ากินซาก และความหลากชนิดของแมลงและสัตว์ขาข้อบนซากหมูบริเวณป่าใกล้ชายหาดปิดบนเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นในพื้นที่ป่าดิบแล้งฝั่งทะเล บริเวณหาดเตย เกาะแสมสาร (พิกัด N 12°37.82', E 100°57.12') โดยใช้หมูที่มีน้ำหนัก 30-35 กิโลกรัม เปรียบเทียบในช่วงฤดูฝน (23 กรกฎาคม – 20 ตุลาคม 2561) และฤดูแล้ง (24 ธันวาคม 2561 – 23 มีนาคม 2562) พบว่าทั้ง 2 ฤดูมีแมลงที่เข้ามากินซากชนิดหลักจัดอยู่ในอันดับ Diptera, Coleoptera และ Hymenoptera ตามลำดับ ในช่วงฤดูฝนพบแมลงวันหัวเขียวชนิด *Chrysomya megacephala* และ *C. rufifacies* เป็นจำนวนมากที่สุด โดยพบ *C. megacephala* เป็นแมลงวันชนิดแรกที่เข้ามากินซาก และต่อมาพบด้วงชนิด *Saprinus splendens* เป็นชนิดหลัก ในฤดูแล้งพบแมลงวันหัวเขียวชนิด *C. rufifacies*, *C. megacephala* และ *C. nigripes* เป็นจำนวนมากที่สุด โดยพบตัวอ่อนของแมลงวันหลังลาย *Sarcophaga dux* เป็นตัวอ่อนแมลงชนิดแรกที่เข้ามากินซาก และภายหลังพบด้วงชนิด *Necrobia rufocollis* และ *N. rufipes* เป็นจำนวนมากที่สุดที่เข้ามากินซาก เนื่องจากการศึกษานี้ถูกรบกวนจากสัตว์ชนิดอื่นในช่วงฤดูฝน ทำให้ซากที่ใช้ทำการศึกษาเกิดความเสียหาย จึงไม่สามารถสรุปได้ถึงความหลากชนิดของแมลงและสัตว์ขาข้อที่เข้ามากินซาก และอัตราการย่อยสลายของซากในช่วงฤดูฝนได้

คำสำคัญ: เกาะแสมสาร นิติกีฏวิทยา แมลงกินซาก ระยะเวลาหลังการตาย ลำดับการเข้ากินซาก

Research title Insects and other arthropods succession on pig carcasses at beach forest of Samae-san Island, Sattahip District, Chonburi Province

Student name Miss Sudarat Fueangmeekun

Advisor Associate Professor Buntika Areekul Butcher, Ph.D.

Department Biology

Abstract

Forensic entomological evidence is one of the forensically important evidences. It can be applied for forensic investigation, using knowledge of development, morphology, and distribution of insects and other arthropods found on or around the body to estimate the postmortem interval (PMI) and in some cases, possibility of where the crime was committed. In Thailand, there was a limited studies of forensic entomology, especially at the beachside area, no record of forensic entomology in this habitat. This research aimed to study the succession and species diversity of insects and other arthropods on the pig carcasses at the beach forest of Samae-san Island, Sattahip District, Chonburi Province. The study site located in dry evergreen forest near Toey beach on Samae-san Island (N 12°37.82', E 100°57.12'). Pig carcasses weight 30-35 kg were compared between monsoon wet season (23rd July – 20th October 2018) and dry season (24th December 2018 – 23rd March 2019). Results of this study revealed that the dominant insect species found on the pig carcass were in the order Diptera, Coleoptera, and Hymenoptera, respectively. In monsoon wet season, *Chrysomya megacephala* and *C. ruffifacies* were the most common flies while *C. megacephala* was the first fly to arrive at the carcass, *Saprinus splendens* was the dominant beetle species during the later stage of decomposition. In dry season, *C. ruffifacies, C. megacephala, and C. nigripes* were the most commonly found blowflies while *Sarcophaga dux* maggots were the first fly larvae arrived and consumed the carcass, *Necrobia rufocollis* and *N. rufipes* were the dominant beetle species during the later stage of decomposition. Due to the disturbance of other animals in the monsoon wet season, the carcass was damaged, therefore, the results of insect and other arthropod species diversity that colonized the carcasses and the decomposition stage cannot be concluded.

Keywords: forensic entomology, insect succession, necrophagous insect, postmortem interval (PMI), Samae-san Island

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิกา อารีย์กุล บุทเชอร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำปรึกษา ความรู้ และข้อคิดเห็นที่สำคัญ เป็นประโยชน์ในการทำโครงการครั้งนี้ รวมถึงช่วยแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดทำโครงการ ทำให้โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ยังให้ความดูแลเอาใจใส่ด้วยความเมตตามาโดยตลอด นิสิตผู้ทำโครงการรู้สึกซาบซึ้งและถือเป็นพระคุณอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ นางมัทนวีร์ สังข์ขาว ที่ช่วยฝึกสอนวิธีการต่าง ๆ ทั้งในภาคสนาม ขั้นตอนทางอนุกรมวิธานในห้องปฏิบัติการ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการจัดทำโครงการ นิสิตผู้ทำโครงการรู้สึกขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ เรือตรีจักรกล เฟื่องมีคุณ บิดาของนิสิตผู้จัดทำโครงการที่ให้ความช่วยเหลือความสนับสนุน และเป็นผู้ช่วยในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม รวมถึงช่วยจัดหาอุปกรณ์ในการดำเนินโครงการ ตลอดจนเป็นกำลังใจในการเรียนและการจัดทำโครงการนี้มาโดยตลอด นิสิตผู้ดำเนินโครงการรู้สึกขอบคุณและซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ผุสตี ปริยานนท์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานขอเข้าพื้นที่เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

ขอขอบพระคุณ นาวาเอกอนันท์ สุราวรรณ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ทหาร และอำนวยความสะดวกระหว่างปฏิบัติงานภาคสนาม

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ทหารจากหน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม

ขอขอบคุณ จ่าโทขัตติยะ วุฒิวัย ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม

ขอขอบคุณสมาชิกทุกท่านในห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาเชิงผสมผสาน (Integrative Ecology Laboratory: IE Lab) ที่ให้ความช่วยเหลือทั้งการปฏิบัติงานในภาคสนามและห้องปฏิบัติการ เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ ในการจัดทำโครงการครั้งนี้มาโดยตลอด

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญภาพ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 3
2.1 ระยะการย่อยสลายของซาก (Stage of decomposition) 5
2.2 แมลงที่มีความสำคัญในงานด้านนิติกีฏวิทยา 8
บทที่ 3 วิธีการศึกษา 11
3.1 ภาคสนาม 11
3.2 ห้องปฏิบัติการ 18
3.3 แผนการดำเนินงาน 20
บทที่ 4 ผลการศึกษา 21
4.1 ระยะเวลาการย่อยสลายของซาก (stage of decomposition) 21
4.2 ความหลากชนิดของแมลงและสัตว์ขาข้อชนิดอื่น 23
4.3 ลำดับการเข้ากินซากหมูของแมลง 28
4.4 ปัจจัยทางกายภาพ 30
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา 31

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

บทที่ 6 สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ 34

เอกสารอ้างอิง.....36

สารบัญภาพ

เรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 2.1 ภาพถ่ายแสดงบทที่ 5 ของตำรานิติเวชศาสตร์ Hsi yüan chi lu ที่บันทึกการใช้แมลงในการสืบสวนคดี 3

ภาพที่ 2.2 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ fresh stage 6

ภาพที่ 2.3 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ bloated stage 6

ภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ active decay stage 7

ภาพที่ 2.5 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ Post decay stage (putrefaction) 7

ภาพที่ 2.6 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ skeletal/ remains stage 8

ภาพที่ 2.7 ภาพถ่ายแสดงแมลงในอันดับ Diptera แมลงวันหัวเขียว (ก) และแมลงวันหลังลาย (ข) 9

ภาพที่ 2.8 ภาพถ่ายแสดงแมลงในอันดับ Coleoptera วงศ์ Dermestidae ตัวเต็มวัย (ก) และตัวอ่อน (ข) 9

ภาพที่ 2.9 ภาพถ่ายแสดงแมลงในวงศ์ Histeridae (ก) และ Staphylinidae (ข) 9

ภาพที่ 3.1 แผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณหาดเตย เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี 11

ภาพที่ 3.2 ภาพถ่ายแสดงเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี 11

ภาพที่ 3.3 ภาพถ่ายแสดงเรือยางที่ใช้เข้าถึงพื้นที่ 12

ภาพที่ 3.4 ภาพถ่ายแสดงบริเวณหาดเตย เกาะแสมสาร อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี 12

ภาพที่ 3.5 ภาพถ่ายแสดงพื้นที่ศึกษา บริเวณใกล้หาดเตย เกาะแสมสาร อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี 13

ภาพที่ 3.6 ภาพถ่ายแสดงบริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษา 13

ภาพที่ 3.7 ภาพถ่ายแสดงกรงกันสัตว์ชนิดอื่นที่ไม่ใช่แมลงและสัตว์ขาข้อ 14

ภาพที่ 3.8 ภาพถ่ายแสดงอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลภาคสนาม 14

ภาพที่ 3.9 ภาพถ่ายแสดงซากหมูที่ใช้ศึกษาน้ำหนัก 33 กิโลกรัม (ก) และน้ำหนัก 30 กิโลกรัม (ข) 15

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 3.10 ภาพถ่ายแสดงการวางซากหมูที่เตรียมไว้ในช่วงฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข) 15

ภาพที่ 3.11 ภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างไข่โดยใช้พู่กันที่มีขนอ่อนนุ่ม 16

ภาพที่ 3.12 ภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างหนอนโดยใช้ปากคีบ 17

ภาพที่ 3.13 ภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างดักแด้ 17

ภาพที่ 3.14 ภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างแมลงตัวเต็มวัย 17

ภาพที่ 3.15 ภาพถ่ายแสดงการศึกษาลักษณะสัณฐานภายนอกของแมลงโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ เพื่อระบุชนิด 19

ภาพที่ 3.16 ภาพถ่ายแสดงการวัดขนาดหนอนแมลงวันด้วย digital vernier caliper 19

ภาพที่ 4.1 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ fresh stage ในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข) 22

ภาพที่ 4.2 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ bloated stage ในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข) 22

ภาพที่ 4.3 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ active decay stage ในฤดูฝน (ก) และฤดูฝน (ข) 22

ภาพที่ 4.4 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ putrefaction ในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข) 23

ภาพที่ 4.5 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ skeletonization ในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข) 23

ภาพที่ 4.6 ภาพถ่ายแสดงแมลงวันหัวเขียวชนิดหลักที่พบในช่วงฤดูฝน *C. megacephala* (ก) และ *C. rufifacies* (ข) 24

ภาพที่ 4.7 ภาพถ่ายแสดงด้วง *Saprinus splendens* ซึ่งเป็นด้วงชนิดหลักที่พบในช่วงฤดูฝน 24

ภาพที่ 4.8 ภาพถ่ายแสดงแมลงวันหัวเขียวชนิดหลักที่พบในฤดูแล้ง *C. rufifacies* (ก) *C. megacephala* (ข) และ *C. nigripes* (ค) 25

ภาพที่ 4.9 ภาพถ่ายแสดงด้วงชนิดหลักที่พบในฤดูแล้ง *N. ruficollis* (ก) *N. rufipes* (ข) *D. maculatus* (ค) 25

ภาพที่ 5.1 ภาพถ่ายแสดงสัตว์เลื้อยคลานที่เข้ามากินซากในฤดูฝน 31

สารบัญภาพ (ต่อ)

เรื่อง **หน้า**

ภาพที่ 5.2 ภาพถ่ายแสดงสภาพซากที่เหลือประมาณร้อยละ 30 จากเดิมหลังถูกสัตว์เลี้ยคลานรบกวน 31

สารบัญตาราง

เรื่อง **หน้า**

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะเวลาการย่อยสลายของซากหมูในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง 21

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างแมลงที่สุ่มเก็บตัวอย่างได้บนซากและบริเวณรอบซากหมูในช่วงฤดูฝน (23 กรกฎาคม 2561 – 20 ตุลาคม 2561) 26

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างแมลงที่สุ่มจับได้บนซากและบริเวณรอบซากหมูในช่วงฤดูฝน (24 ธันวาคม 2561 – 23 มีนาคม 2562) 27

ตารางที่ 4.4 ลำดับการเข้ากินซากของแมลงในวงศ์ต่าง ๆ ในช่วงฤดูฝน 28

ตารางที่ 4.5 ลำดับการเข้ากินซากของแมลงในวงศ์ต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง 29

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลปัจจัยทางกายภาพได้แก่ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม อุณหภูมิซาก อุณหภูมิกลุ่มตัวหนอน และความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝนและฤดูแล้ง 30

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจ

การเสียชีวิตของมนุษย์เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น โรคภัย อุบัติเหตุ ฆาตกรรม และภัยธรรมชาติ ข้อมูลสภาพแวดล้อมบริเวณสถานที่พบศพล้วนมีความสำคัญในการสืบหาข้อเท็จจริงเกี่ยวกับสาเหตุการตายระยะเวลาหลังการตาย (Post Mortem Interval, PMI) จัดเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในการสืบหาความจริงเกี่ยวกับสาเหตุของการตาย สามารถศึกษาได้หลายวิธี หนึ่งในนั้นคือการนำความรู้ทางชีววิทยาของแมลง เช่น ระยะการเจริญของตัวหนอนแมลงวัน มาประยุกต์ใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตาย (Amendt et al., 2007; Sharma, Garg, and Gaur, 2015)

นิติกีฏวิทยา (forensic entomology) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับแมลงรวมถึงสัตว์ขาข้ออื่น ๆ ที่สามารถใช้เป็นหลักฐานทางกฎหมายในการสืบสวนคดีที่เกี่ยวข้องกับอาชญากรรมได้ โดยอาศัยความรู้ด้านการกระจายตัว ชีววิทยา และพฤติกรรมของแมลงที่พบบนศพและบริเวณรอบศพ สามารถนำมาใช้ประเมินได้คร่าว ๆ ถึงช่วงระยะเวลาหลังการตาย ศพที่พบน่าจะตายในที่ร่มหรือกลางแจ้ง (Amendt et al., 2007) ซึ่งการย่อยสลายของซากเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับแมลงที่เข้ามากินซาก สามารถแบ่งระยะการย่อยสลายของซากได้ 5 ระยะ ดังนี้ fresh stage, bloated stage, decay stage, advanced decay stage และ remains stage (Matuszewski et al., 2008)

แมลงวันหัวเขียว (blow fly) แมลงวันบ้าน (house fly) และแมลงวันหลังลาย (flesh fly) เป็นแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์และนิติเวช (Catts and Goff, 1992; Ngoen-klan et al., 2011) โดยเฉพาะศพที่พบในระยะที่ไม่สามารถใช้หลักฐานอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิร่างกาย การเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) การตกของเลือด (livor mortis) และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในร่างกาย มาใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตายได้แล้ว การใช้การเจริญของแมลงที่พบบนศพมาประมาณระยะเวลาหลังการตายจะมีค่าใกล้เคียงมากที่สุด เนื่องจากแมลงวันหัวเขียวเป็นแมลงชนิดแรกที่มาที่ศพเพื่อวางไข่ จึงสามารถใช้ระยะการเจริญของตัวอ่อนแมลงวันหัวเขียว และปัจจัยทางกายภาพที่ส่งผลต่อการเจริญของแมลงวันหัวเขียว มาเทียบกันเพื่อประมาณระยะเวลาหลังการตาย (Amendt, Krettek, and Zehner, 2004) จากการศึกษาของ Wang et al. (2008) บริเวณทุ่งหญ้าสลับป่าที่เมืองจงซาน มณฑลกวางตุ้ง ทางตอนใต้ของประเทศจีน พบว่าบนซากหมูมีตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวชนิด *Chrysomya megacephala* และ *C. rufifacies* มากในทุกฤดู และในแต่ละฤดูพบแมลงที่เข้ามากินซากไม่ต่างกัน

ในประเทศไทยมีรายงานการจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับสัณฐานวิทยา และการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียวชนิดสำคัญที่จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ *C. megacephala* และ *C. rufifacies* เพื่อเป็น

ฐานข้อมูลสำหรับใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตาย (Sukontasorn et al., 2008) และจากการศึกษาของ Sukchit et al. (2015) บริเวณพื้นที่ป่าในจังหวัดน่าน พบว่าแมลงวันหัวเขียวชนิด *C. megacephala* และ *C. rufifacies* สามารถพบได้มากในทุกฤดู การย่อยสลายของซากในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อนใช้เวลานานกว่าในช่วงฤดูหนาว อย่างไรก็ดียังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับนิติกีฏวิทยาในพื้นที่บริเวณใกล้ชายหาดในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาลำดับการเข้ากินซากของแมลงและสัตว์ขาข้อชนิดอื่นบนซากหมูในบริเวณพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นป่าใกล้ชายหาด โดยซากหมูมีขนน้อย ลักษณะกายวิภาคของอวัยวะภายใน และการกระจายของชั้นไขมันคล้ายในคน ทำให้ซากหมูมีลำดับการย่อยสลายของซากคล้ายคลึงกับศพคนมากกว่าสัตว์ชนิดอื่น สามารถนำมาใช้ในการศึกษาทางด้านนิติกีฏวิทยาได้ (Catts and Goff, 1992; Schoenly et al., 2006)

เกาะแสมสารอยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ ตั้งอยู่ใน อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มีภูมิอากาศที่แบ่งได้ชัดเจน 2 ฤดู คือ ฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม) และ ฤดูแล้ง (ช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายน) (ปริญ หล่อพิทยากร, 2560) นอกจากนี้เกาะแสมสารยังมีบริเวณที่เป็นป่าใกล้ชายหาดปิด ห่างไกลจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เนื่องจากไม่เปิดให้บริการแก่นักท่องเที่ยว ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาความหลากหลายของแมลงกินซากและลำดับการเข้ากินซากของแมลงบนซากหมูบริเวณป่าใกล้ชายหาดปิดบนเกาะแสมสารในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาลำดับการเข้ากินซาก และความหลากชนิดของแมลงและสัตว์ขาข้อชนิดอื่นบนซากหมูเปรียบเทียบระหว่างฤดูฝนและฤดูแล้ง บริเวณป่าใกล้ชายหาดปิดบนเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

นิติกีฏวิทยา (forensic entomology) เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับแมลงและสัตว์ขาข้อชนิดอื่น สามารถใช้เป็นหลักฐานในชั้นศาลได้ในคดีที่เกี่ยวข้องกับอาชญากรรม อาศัยความรู้ด้านการกระจายตัว ชีววิทยา และพฤติกรรมของแมลงที่พบบนศพและบริเวณโดยรอบศพ (Amendt et al., 2007) หลักฐานทางนิติกีฏวิทยามีความสำคัญอย่างยิ่งในการประมาณระยะเวลาหลังการตาย โดยประเมินจากแมลงชนิดแรกที่เข้ามาที่ซาก แมลงที่มักพบแมลงชนิดแรกที่เข้ามาที่ซากคือ แมลงวันหัวเขียว (Diptera: Calliphoriae) โดยแมลงวันหัวเขียวจะเข้ามาที่ซากเพื่อวางไข่ หลังจากนั้นการเจริญเติบโตของแมลงวันหัวเขียวทุกระยะจะเกิดขึ้นบนซาก จึงสามารถนำระยะการเจริญเติบโตของตัวอ่อนที่พบบนซากมาเทียบเคียงหาระยะเวลาหลังการตายของศพได้ ในบางกรณีหลักฐานทางนิติกีฏวิทยายังสามารถใช้คาดการณ์ได้คร่าว ๆ ว่าศพที่พบตายในที่ร่มหรือกลางแจ้ง และสามารถนำมาตรวจสอบยาหรือสารพิษที่อาจเป็นสาเหตุการตายได้ (Amendt et al., 2011)

การนำความรู้ทางด้านนิติกีฏวิทยามาประยุกต์ใช้ในการสืบสวนคดีครั้งแรกเกิดขึ้นที่ประเทศจีน ถูกบันทึกไว้ในตำรานิติเวชศาสตร์ Hsi yüan chi lu (The Washing Away of Wrongs) (ภาพที่ 2.1) โดยทนายความชาวจีนและผู้สอบสวนการตายชื่อ Sung Tźu ในช่วงศตวรรษที่ 13 เหตุเกิดที่บริเวณทุ่งนา มีผู้เสียชีวิตจากการถูกแทง ในต่อมาเจ้าหน้าที่สืบสวนจึงให้คนงานทุกคนวางอุปกรณ์ทำนาหรือเคียวของแต่ละคนไว้บนพื้น พบว่ามีแมลงวันหัวเขียวมาเกาะที่เคียวเล่มหนึ่งเป็นผลจากคราบเลือดที่ติดอยู่ที่เคียวดึงดูดให้แมลงวันหัวเขียวให้เข้ามาเกาะ ต่อมาเจ้าของเคียวได้ยอมรับผิดและรับสารภาพว่าเป็นคนก่อเหตุ(Benecke, 2001)

ภาพที่ 2.1 ภาพถ่ายแสดงบทที่ 5 ของตำรานิติเวชศาสตร์ Hsi yüan chi lu ที่บันทึกการใช้แมลงในการสืบสวนคดี (Benecke, 2001)

การใช้ความรู้ทางด้านนิติกีฏวิทยาในการประมาณระยะเวลาหลังการตายเกิดขึ้นครั้งแรกที่ประเทศฝรั่งเศสโดยนายแพทย์ Bergeret ในปี 1855 จากนั้นได้มีการทำการศึกษาและรายงานกรณีศึกษาทางด้านนิติกีฏวิทยาต่อมาจนถึงปัจจุบัน รายงานการศึกษาทางนิติกีฏวิทยาโดยใช้ศพคนครั้งแรกจัดทำขึ้นในปี 1983 ณ The University of Tennessee เมือง Knoxville ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย Rodriguez และ Bass โดยใช้ศพคนวางในพื้นที่ที่แตกต่างกัน 4 พื้นที่แล้วศึกษาสัตว์ขาปล้องที่พบในศพ (คม สุคนธสรรพ์ และ กาบแก้ว สุคนธสรรพ์, 2553) อย่างไรก็ตามการใช้ศพคนในการศึกษาอาจมีปัญหาในการจัดหาศพ และอาจขัดหลักจริยธรรมการวิจัยในบางประเทศ จึงมีการใช้ซากสัตว์ทดลองแทนศพคน ซากที่นิยมใช้คือซากหมู (*Sus scrofa*) เนื่องจากหมูและคนมีลักษณะกายวิภาคภายใน การจัดเรียงตัวของไขมัน ขนาดช่องอก และมีขนที่ตัวน้อยเหมือนกัน นอกจากนี้หมูและคนยังเป็นผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์เหมือนกันจึงอาจมีจุลชีพในทางเดินอาหารคล้ายกัน (Schoenly et al., 2006) งานวิจัยส่วนมากจึงนิยมใช้ซากหมูแทนศพมนุษย์ การศึกษาทางนิติกีฏวิทยาโดยใช้ซากสัตว์มีการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น ศพในป่า ศพฝังดิน ศพในกระโปรงท้ายรถยนต์ ศพที่อยู่บนอาคาร ศพที่อยู่ในห้องใต้หลังคา เป็นต้น

การศึกษาทางนิติกีฏวิทยาในประเทศไทยไม่พบรายงานว่าเริ่มมีการศึกษาเมื่อใด รายงานด้านนิติกีฏวิทยาที่เก่าที่สุดคืองานวิจัยของนายแพทย์ระพี แม้นโกศล ปี พ.ศ. 2529 ต่อมาในปี พ.ศ. 2530 นายแพทย์วิสูตร ฟองศิริไพบูลย์ ได้ตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับวงจรชีวิตแมลงวัน เพื่อนำความรู้มาประยุกต์ใช้บอกเวลาตายในศพเน่า (คม สุคนธสรรพ์ และ กาบแก้ว สุคนธสรรพ์, 2553) ในปี พ.ศ. 2544 รองศาสตราจารย์ ดร.คม สุคนธสรรพ์ และรองศาสตรจารย์ ดร.กาบแก้ว สุคนธสรรพ์ ได้จัดทำรายงานชนิดของตัวอ่อนแมลงวันที่พบในศพในราชอาณาจักรไทยเป็นครั้งแรก การใช้ซากหมูแทนศพคนในการศึกษาด้านนิติกีฏวิทยาในประเทศไทยเกิดขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2546 โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรวรรณ อมรศักดิ์ และนายยุกตนันท์ จำปาเทศ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม (ยุกตนันท์ จำปาเทศ, 2555) หลังจากนั้นได้มีการทำการศึกษาการเข้ากินซากของแมลงโดยใช้ซากหมูแทนศพคน ทำการศึกษาจำลองเหตุการณ์ต่างๆ

ในประเทศไทยมีการนำซากหมูมาใช้เป็นตัวแทนศพคนในการศึกษาทางด้านนิติกีฏวิทยาในสถานที่ เหตุการณ์จำลอง รวมถึงในฤดูกาลต่าง ๆ จากการศึกษาของ สุธาภรณ์ สุขจิต (2551) เรื่อง ลำดับการเข้ากินซากและความหลากหลายของแมลงบนซากหมูเปรียบเทียบระหว่าง 2 พื้นที่: กลางแจ้งและในร่ม พบว่าแมลงที่เป็นตัวชี้วัดในแต่ละพื้นที่เป็นแมลงที่ต่างชนิดกัน แมลงวันที่พบค่อนข้างจำเพาะกับพื้นที่นั้น ๆ อัตราการย่อยสลายของซากในพื้นที่กลางแจ้งเกิดขึ้นเร็วกว่าในพื้นที่ร่ม ในการศึกษาของ Sukchit (2011) เรื่อง ความหลากหลายและลำดับการเข้ากินซากของสัตว์ขาปล้องที่พบในซากสุกร *Sus scrofa domestica* ภายใต้สภาวะที่ต่างกันในจังหวัดน่าน ประเทศไทยพบว่าแมลงวันหัวเขียว *C. megacephala* และ *C. rufifacies* เป็นแมลงวันหัวเขียวชนิดหลักที่สามารถพบ

ได้ทุกฤดู ในพื้นที่ป่าผลัดใบผสมพบว่าฤดูฝนมีความหลากชนิดของแมลงที่เข้ามากินซากมากที่รองลงมาคือฤดูร้อน และฤดูหนาวตามลำดับ ในพื้นที่ป่าชานเมืองพบว่าลำดับการเข้ากินซากและความหลากชนิดเป็นไปในทางเดียวกันกับพื้นที่ป่าผลัดใบผสม การย่อยสลายของซากพบว่าในทุกพื้นที่ทุกฤดูซากหมูที่ถูกแขวนคอใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนานกว่าซากหมูที่วางบนพื้น

การศึกษาทางด้านนิติกีฏวิทยาในพื้นที่ที่เป็นเกาะ หรืออยู่บริเวณชายหาดมีรายงานการศึกษาอยู่ไม่มาก จากการศึกษา Decomposition pattern in terrestrial and intertidal habitats on Oahu Island and Coconut Island, Hawaii (Davis and Goff, 2000) พบว่า ในพื้นที่บนบก (terrestrial habitat) มีความหลากชนิดของสิ่งมีชีวิตที่เข้ามากินซากมากกว่าพื้นที่ที่อยู่ในช่วงน้ำขึ้น – น้ำลง (intertidal habitat) แต่ทั้ง 2 พื้นที่พบแมลงวันหัวเขียวชนิดหลักคือ *C. megacephala* และ *C. rufifacies* เหมือนกัน อัตราการย่อยสลายของซากของทั้งสองพื้นที่แตกต่างกัน ในประเทศไทยการศึกษาด้านนิติกีฏวิทยาในพื้นที่ที่เป็นเกาะยังไม่เคยมีรายงานมาก่อน ในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาในพื้นที่ที่เป็นเกาะเป็นการศึกษาครั้งแรกในประเทศไทย

เกาะแสมสาร เป็นส่วนหนึ่งในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ.สธ.) มีการศึกษาวิจัยในด้านต่าง ๆ หลายโครงการ เกาะแสมสารตั้งอยู่ในอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี อยู่ภายใต้การดูแลของหน่วยบัญชาการสงครามพิเศษทางเรือ กองเรือยุทธการ มีภูมิอากาศที่แบ่งได้ชัดเจน 2 ฤดู คือ ฤดูฝน (ช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม) และ ฤดูแล้ง (ช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายน) (ปริญ หล่อพิทยากร, 2560) พื้นที่โดยรอบเกาะประกอบด้วยหาดทรายทั้งหมด 6 หาดได้แก่ หาดเทียน หาดลูกลม หาดหน้าบ้าน หาดแหลมฝรั่ง หาดกรวด และหาดเตย เปิดให้นักท่องเที่ยวได้เที่ยวชมทั้งหมด 2 หาดคือ หาดเทียน และหาดลูกลม หาดหน้าบ้านที่ส่วนของที่พักอาศัยของเจ้าหน้าที่ที่ดูแลเกาะ หาดแหลมฝรั่ง หาดกรวด และหาดเตยเป็นหาดปิด ห่างไกลจากการรบกวนของมนุษย์ หาดเตยตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของเกาะแสมสาร สามารถเข้าถึงได้โดยตรงด้วยเรือยาง หรือการเดินเท้าจากหาดเทียน ซึ่งสะดวกต่อการเข้าถึงมากที่สุด

2.1 ระยะการย่อยสลายของซาก (Stage of decomposition)

เมื่อมีการตายเกิดขึ้น ร่างกายหยุดการทำงานและมีการย่อยสลายเกิดขึ้นโดยปัจจัยต่าง ๆ เช่น แบคทีเรีย แมลง สิ่งมีชีวิตที่กินซากเป็นอาหาร (scavengers) รวมถึงปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ ที่มีผลต่อการย่อยสลายของซาก ได้แก่ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ ลม การย่อยสลายของซากเกิดขึ้นเป็นลำดับขั้นต่อเนื่องกัน 5 ระยะ ได้แก่ fresh stage, bloated stage, active decay stage, post decay stage (putrefaction) และ skeletal/ remains stage (Goff, 2009)

2.1.1 Fresh stage

ระยะนี้เริ่มขึ้นตั้งแต่มีการตายเกิดขึ้นใช้ระยะเวลาประมาณ 0 – 3 วัน มีการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เช่น อุณหภูมิของศพลดต่ำลง ผิวหนังบริเวณท้องเปลี่ยนเป็นสีเขียว (greenish discoloration) เริ่มมีการตกของเลือด (livor mortis) ผิวหนังลอก และเริ่มมีแมลงเข้ามาตามรูเปิดของร่างกาย แมลงวันเริ่มเข้ามาวางไข่ตามรูเปิดของร่างกาย หรือบริเวณที่มีบาดแผล

ภาพที่ 2.2 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ fresh stage (ถ่ายโดย William C. Rodriguez ปี 1982)

2.1.2 Bloated stage

ใช้ระยะเวลาตั้งแต่วันที่ 4 – 6 หลังการตาย ในระยะนี้ท้องของศพจะบวมพองขึ้น (balloon-like) เกิดจากกระบวนการ metabolism ของแบคทีเรียในช่องท้อง อุณหภูมิของศพสูงขึ้นและอาจสูงกว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม เนื่องจากกระบวนการของแบคทีเรียและกลุ่มตัวหนอน เริ่มมีกลิ่นเหม็นของแอมโมเนีย

ภาพที่ 2.3 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ bloated stage (ถ่ายโดย William C. Rodriguez ปี 1982)

2.1.3 Active decay stage

ใช้ระยะเวลาตั้งแต่วันที่ 7 – 30 หลังการตาย ศพมีกลิ่นเหม็นเน่ามาก ท้องของศพยุบลง เนื่องจากถูกตัวอ่อนแมลงวันจำนวนมากกัดกิน พบแมลงผู้ล่าเข้ามากินตัวอ่อนแมลงวัน ด้วงที่เข้ามากินซาก และเริ่มพบดักแด้แมลงวันที่บริเวณดินโดยรอบศพ

ภาพที่ 2.4 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ active decay stage (ถ่ายโดย William C. Rodriguez ปี 1982)

2.1.4 Post decay stage (Putrefaction)

ใช้ระยะเวลาประมาณวันที่ 31 – 51 หลังการตาย ศพมีกลิ่นเหม็นสาบ สภาพศพผิวหนังเริ่มแห้งลง น้ำหนักศพลดลงมาก พบด้วงกินซากมากขึ้นในระยะนี้

ภาพที่ 2.5 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ Post decay stage (ถ่ายโดย William C. Rodriguez ปี 1982)

2.1.5 Skeletal/ Remains stage

ในระยะศพเหลือแต่โครงกระดูก ผิวหนังแห้ง ไม่มีกลิ่น ไม่มีตัวหนอนแมลงวัน ระยะนี้เริ่มตั้งแต่วันที่ 52 หลังการตาย

ภาพที่ 2.6 ภาพถ่ายแสดงศพในระยะ skeletal/ remains stage (Goff, 2009)

2.2 แมลงที่มีความสำคัญในงานด้านนิติกีฏวิทยา

แมลงรวมถึงสัตว์ขาข้อชนิดอื่นเป็นสิ่งมีชีวิตหลักที่มีบทบาทสำคัญในการย่อยสลายของซาก เมื่อมีการตายเกิดขึ้นแมลงจะมาที่ซากซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ดีโดยใช้เวลาเพียงไม่ถึง 10 นาทีเพื่อกินซากและวางไข่ แมลงที่เข้ามาที่ซากมีหลายกลุ่มและมีบทบาทแตกต่างกันออกไป (Goff, 2009)

2.2.1 แมลงกินซาก (Necrophagous species)

แมลงกลุ่มนี้เป็นแมลงกลุ่มหลักที่เข้ามาใช้ประโยชน์จากซากมากที่สุดโดยการกินและมีการเจริญอยู่บนซาก คือแมลงในอันดับ Diptera (ภาพที่ 2.7) เช่น แมลงวันหัวเขียว (Calliphoridae) แมลงวันหลังลาย (Sarcophagidae) แมลงวันบ้าน (Muscidae) และแมลงในอันดับ Coleoptera หรือกลุ่มของด้วงในวงศ์ Dermestidae (ภาพที่ 2.8) และ Silphidae แมลงกินซากดังกล่าวจึงมีความสำคัญอย่างมากในการประมาณระยะเวลาหลังการตาย (Goff, 2009) โดยในระยะแรกมักพบแมลงวันหัวเขียวเข้ามากินซากและวางไข่ตามรูเปิดของร่างกาย ในระยะหลังจึงเริ่มมีการเข้ามาของด้วงกินซาก ลำดับการเข้ากินซากจึงสามารถใช้ในการประมาณระยะเวลาหลังการตายได้

ภาพที่ 2.7 ภาพถ่ายแสดงแมลงในอันดับ Diptera แมลงวันหัวเขียว (ก) และแมลงวันหลังลาย (ข)

ภาพที่ 2.8 ภาพถ่ายแสดงแมลงในอันดับ Coleoptera วงศ์ Dermestidae ตัวเต็มวัย (ก) และตัวอ่อน (ข) (Goff, 2009)

2.2.2 แมลงที่เป็นผู้ล่าหรือปรสิตของแมลงกินซาก

แมลงผู้ล่าที่พบมักเป็นแมลงในกลุ่มของด้วงในวงศ์ Staphylinidae, Histeridae (ภาพที่ 2.9) และ Silphidae แมลงวันหัวเขียวที่ตัวอ่อนมีการกินตัวอ่อนของแมลงวันชนิดอื่น รวมถึงแตนเบียนที่เข้ามาเบียนตัวอ่อนและดักแด้แมลงวัน

ภาพที่ 2.9 ภาพถ่ายแสดงแมลงในวงศ์ Histeridae (ก) และ Staphylinidae (ข) (Goff, 2009)

นอกจากนี้บนซากยังสามารถพบแมลงชนิดที่กินทั้งซากและตัวอ่อนแมลงชนิดอื่นที่อยู่บนซาก เช่น ด้วง มด ต่อ ซึ่งส่งผลต่อการย่อยสลายของซากเนื่องจากไปทำให้ประชากรแมลงกินซากลดลง ไม่เพียงแต่แมลงที่เข้ามากินซากบนซากยังสามารถพบสัตว์ขาข้อชนิดอื่นได้ เช่น แมงมุม ตะขาบ กิ้งกือที่มักอาศัยอยู่ตามซาก และอาจพบแมลงที่ไม่มีบทบาทต่อซากแต่เป็นแมลงที่อยู่ในพื้นที่โดยรอบซากที่บังเอิญตกลงมา หรือผ่านมาบนซากได้ (Goff, 2009)

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 ภาคสนาม

พื้นที่ศึกษา เป็นพื้นที่บริเวณป่าใกล้ชายหาดปิดไม่มีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์ ตั้งอยู่บนเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ภาพที่ 3.1, 3.2) โดยทำการศึกษา 2 ช่วง ตามปริมาณน้ำฝน คือ ฤดูฝน (ตั้งแต่วันที่ 23 กรกฎาคม – 20 ตุลาคม 2561) และ ฤดูแล้ง (ตั้งแต่วันที่ 24 ธันวาคม 2561 – 23 มีนาคม 2562) (ปริญ หล่อพิทยากร, 2560)

ภาพที่ 3.1 แผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมแสดงพื้นที่ศึกษาบริเวณหาดเตย เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (https://earth.google.com/web/; https://th.wikipedia.org/wiki/จังหวัดชลบุรี)

ภาพที่ 3.2 ภาพถ่ายแสดงเกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (http://2g.pantip.com /cafe/blue planet/topic/E8057851/E8057851.html)

3.1.1 เตรียมการทดลอง

1) สำรวจพื้นที่ศึกษา

เดินทางสำรวจพื้นที่ศึกษาโดยใช้เรือยาง (ภาพที่ 3.3) โดยพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นป่าดิบแล้งฝั่งทะเล บริเวณหาดเตย (ภาพที่ 3.4) พื้นที่ที่จะใช้สำหรับวางซากหมูเพื่อทำการทดลองเป็นพื้นที่โล่ง บริเวณโดยรอบมีต้นไม้ขึ้น มีร่มเงาเล็กน้อย แสงสามารถส่องถึงพื้นได้ (พิกัด N 12°37.82', E 100°57.12') (ภาพที่ 3.5, 3.6)

ภาพที่ 3.3 ภาพถ่ายแสดงเรือยางที่ใช้เข้าถึงพื้นที่

ภาพที่ 3.4 ภาพถ่ายแสดงบริเวณหาดเตย เกาะแสมสาร อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

ภาพที่ 3.5 ภาพถ่ายแสดงพื้นที่ศึกษา บริเวณใกล้หาดเตย เกาะแสมสาร อ.สัตหีบ จ.ชลบุรี

ภาพที่ 3.6 ภาพถ่ายแสดงบริเวณโดยรอบพื้นที่ศึกษา

2) จัดเตรียมกรงเพื่อกันไม่ให้สัตว์ชนิดอื่นนอกจากแมลงและสัตว์ขาข้อเข้ามากินซากหมู โดยใช้กรงครอบที่ทำจากเหล็กล้อมรอบด้วยตาข่ายลวดขนาด 1x1x0.8 เมตร ยึดติดกับพื้นด้วยสมอบก (ภาพที่ 3.7)

ภาพที่ 3.7 ภาพถ่ายแสดงกรงกันสัตว์ชนิดอื่นที่ไม่ใช่แมลงและสัตว์ขาข้อ

3) จัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างแมลงและข้อมูลในภาคสนามได้แก่ เอทานอลร้อยละ75 ขวดเก็บตัวอย่าง สวิงจับแมลง หมวกคลุมผม กระดาษทิชชู่ ถุงมือยาง เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว หน้ากากอนามัย ปากคีบ และพู่กัน (ภาพที่ 3.8)

ภาพที่ 3.8 ภาพถ่ายแสดงอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลภาคสนาม

4) เตรียมซากหมูที่มีน้ำหนัก 30 - 35 กิโลกรัม จำนวน 2 ตัว โดยเป็นซากหมูที่ถูกฆ่าจากโรงฆ่าสัตว์ในอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ภาพที่ 3.9)

ภาพที่ 3.9 ภาพถ่ายแสดงซากหมูที่ใช้ศึกษาน้ำหนัก 33 กิโลกรัม (ก) และน้ำหนัก 30 กิโลกรัม (ข)

3.1.2 ปฏิบัติงาน

1) วางซากหมูในพื้นที่ศึกษา 2 ครั้ง โดยครั้งแรกวางซากหมูในช่วงฤดูฝน (ระหว่างวันที่ 23 กรกฎาคม – 20 ตุลาคม 2561) และ ครั้งที่สองในช่วงฤดูแล้ง (ระหว่างวันที่ 24 ธันวาคม 2561 – 23 มีนาคม 2562) (ภาพที่ 3.10)

ภาพที่ 3.10 ภาพถ่ายแสดงการวางซากหมูที่เตรียมไว้ในช่วงฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข)

2) เก็บตัวอย่างแมลงที่พบบนซากหมูทั้ง 2 ฤดู ในระหว่างเวลา 9.00 – 12.00 น. ตามช่วงเวลาดังนี้

- สัปดาห์ที่ 1 – 2 เก็บตัวอย่างแมลงทุกวัน
- สัปดาห์ที่ 3 เก็บตัวอย่างแมลงทุก 2 วัน
- สัปดาห์ที่ 4 เก็บตัวอย่างแมลงทุก 3 วัน

- สัปดาห์ที่ 5 – 8 เก็บตัวอย่างแมลง 1 ครั้ง/สัปดาห์
- สัปดาห์ที่ 9 – 12 เก็บตัวอย่างแมลงจำนวน 2 ครั้ง

การเก็บตัวอย่างแบ่งบริเวณการเก็บตัวอย่างแมลงบนซากหมูเป็นสามส่วนคือ ส่วนหัวถึงขาหน้า ลำตัว และขาหลังไปจนถึงหาง โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างของ Amendt et al. (2007) โดยแบ่งตัวอย่างแมลงที่เก็บได้ดังนี้

(ก) ไข่ ใช้พู่กันที่มีขนอ่อนนุ่มเก็บไข่ใส่ลงในขวดเก็บตัวอย่างที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 75 (ภาพที่ 3.11)

(ข) ตัวอ่อนแมลง เก็บตัวอย่างโดยใช้ปากคีบ แล้วนำไปต้มในน้ำ อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียสประมาณ 30 วินาทีจากนั้นเก็บตัวอย่างลงขวดเก็บตัวอย่างที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 75 (ภาพที่ 3.12)

(ค) ดักแด้ เก็บจากดินรอบ ๆ พื้นที่ที่วางซากหมู โดยใช้เกียงขุดดินแล้วเก็บตัวอย่างโดยใช้ ปากคีบคีบลงในขวดเก็บตัวอย่างที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 75 (ภาพที่ 3.13)

(ง) ตัวเต็มวัย ใช้สวิงจับแมลงจับตัวเต็มวัยในบริเวณที่วางซากหมู และนำตัวอย่างใส่ขวดเก็บตัวอย่างที่บรรจุเอทานอลร้อยละ 75 (ภาพที่ 3.14)

ภาพที่ 3.11 ภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างไข่โดยใช้พู่กันที่มีขนอ่อนนุ่ม

ภาพที่ 3.12 ภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างหนอนโดยใช้ปากคีบ

ภาพที่ 3.13 ภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างดักแด้

ภาพที่ 3.14 ภาพถ่ายแสดงการเก็บตัวอย่างแมลงตัวเต็มวัย

3) เก็บข้อมูลทางกายภาพของพื้นที่ศึกษาและซากหมูในแต่ละครั้งที่เก็บตัวอย่าง ดังนี้
   - อุณหภูมิของสภาพแวดล้อม โดยใช้เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิแบบดิจิตอล HTC-1
   - ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยใช้เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิแบบดิจิตอล HTC-1
   - อุณหภูมิภายในซากหมู โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้วสอดเข้าทางปากหมู
   - อุณหภูมิของกลุ่มตัวหนอน (maggot mass) โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว
4) บันทึกข้อมูลสภาพอากาศโดยทั่วไปของ อำเภอสัตหีบ จากเว็บไซต์กรมอุตุนิยมวิทยา

3.2 ห้องปฏิบัติการ

ตัวอย่างแมลงที่ได้จากภาคสนามทั้งหมดจะถูกนำมาเก็บไว้ที่ห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาเชิงผสมผสาน (Integrative Ecology Laboratory) คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อทำการศึกษาต่อไป

1) นำตัวอย่างแมลงที่ได้มาปักเข็มเพื่อความสะดวกในการระบุชนิด และถ่ายรูปพร้อมติดเลเบล
2) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานภายนอกของตัวเต็มวัยแมลงวันชนิดต่าง ๆ รวมถึงตัวอ่อนแมลงและดักแด้ที่พบบริเวณซากหมูภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (ภาพที่ 3.15) วินิจฉัยในระดับสกุลเป็นอย่างน้อย โดยใช้แบ่งวิธีการจำแนกตามกลุ่มของแมลงดังนี้
   (ก) แมลงวันหัวเขียว ตัวอ่อนแมลง และดักแด้ ระบุชนิดโดยใช้หนังสือ แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญในราชอาณาจักรไทย (คม สุคนธสรรพ์ และ กาบแก้ว สุคนธสรรพ์, 2553)
   (ข) แมลงวันชนิดอื่น ระบุชนิดโดยใช้หนังสือ Flies: the natural history and diversity of Diptera (Marshall, 2012)
   (ค) ด้วง ระบุชนิดโดยใช้หนังสือ Beetles of Thailand 2nd Edition (Ek-Amnuay, 2008), American beetles volume 1 (Amett and Thomas, 2000) และ American beetles volume 2 (Amett et al., 2002)
   (ง) มด ระบุชนิดโดยใช้หนังสือ Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity (Agosti et al., 2000)
3) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานภายนอกของตัวอ่อนแมลง วัดขนาดโดยใช้ CV Series JEDTO Digital Vernier Caliper (ภาพที่ 3.16)
4) สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน

ภาพที่ 3.15 ภาพถ่ายแสดงการศึกษาลักษณะสัณฐานภายนอกของแมลงโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ เพื่อระบุชนิด

ภาพที่ 3.16 ภาพถ่ายแสดงการวัดขนาดหนอนแมลงวันด้วย digital vernier caliper

3.3 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอน	พ.ศ. 2561									พ.ศ. 2562			
	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. สอบสวนเอกสาร วางแผนและเตรียมการทดลอง	■	■											
2. ทำการทดลองภาคสนามและเก็บตัวอย่าง				■	■	■	■		■	■	■	■	
3. ปักเข็ม ถ่ายรูป และจำแนกชนิดแมลง					■	■	■	■	■	■	■	■	
4. รวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผล									■	■	■	■	■
5. สรุปผลและเขียนรายงาน											■	■	■
6. นำเสนอ													■

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ระยะเวลาการย่อยสลายของซาก (stage of decomposition)

การย่อยสลายของซากในแต่ละฤดูสามารถแบ่งได้เป็น 5 ระยะ โดยแต่ละระยะใช้เวลาในการย่อยสลายของซาก ดังนี้ (ตารางที่4.1)

4.1.1 ฤดูฝน (23 กรกฎาคม 2561 – 20 ตุลาคม 2561)

Fresh stage ใช้ระยะเวลา 1 วัน (ภาพที่ 4.1)

Bloated stage ใช้ระยะเวลา 1 วัน (ภาพที่ 4.2)

ในระยะ active decay stage, putrefaction และ skeletonization ไม่สามารถระบุระยะเวลาการย่อยสลายของซากได้ เนื่องจากมีการเข้าทำลายซากขากสัตว์เลื้อยคลานชนิดอื่น จึงเหลือซากประมาณร้อยละ 30 จากซากหมูในตอนแรก ซึ่งไม่สามารถใช้ระบุระยะเวลาการย่อยสลายของซากได้

4.1.2 ฤดูแล้ง (24 ธันวาคม 2561 – 23 มีนาคม 2562)

Fresh stage ใช้ระยะเวลา 1 วัน (วันที่ 1 หลังการตาย) (ภาพที่ 4.1)

Bloated stage ใช้ระยะเวลา 2 วัน (วันที่ 2 – 3 หลังการตาย) (ภาพที่ 4.2)

Active decay stage ใช้ระยะเวลา 7 วัน (วันที่ 4 – 10 หลังการตาย) (ภาพที่ 4.3)

Putrefaction ใช้ระยะเวลา 40 – 45 วัน (วันที่ 11 – 55 หลังการตาย) (ภาพที่ 4.4)

Skeletonization ตั้งแต่วันที่ 55 หลังการตายเป็นต้นไป (ภาพที่ 4.5)

ตารางที่ 4.1 แสดงระยะเวลาการย่อยสลายของซากหมูในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง

ฤดู \ วัน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	25	34	41	48	55	76	90+
ฤดูฝน																							
ฤดูแล้ง																							

ภาพที่ 4.1 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ fresh stage ในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข)

ภาพที่ 4.2 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ bloated stage ในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข)

ภาพที่ 4.3 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ active decay stage ในฤดูฝน (ก) และฤดูฝน (ข)

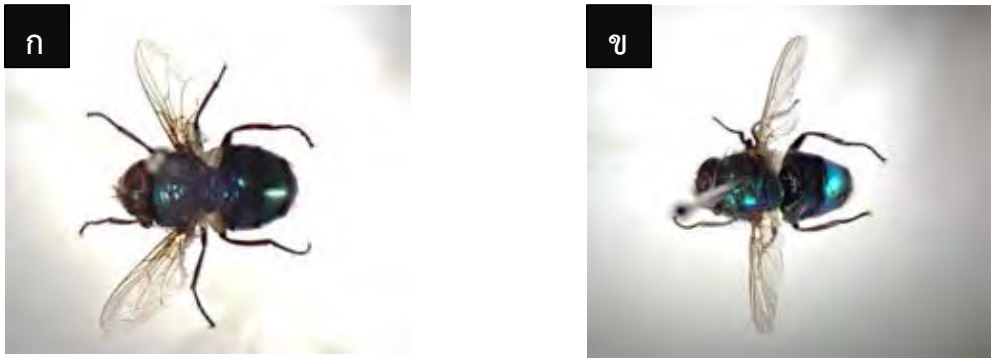
ภาพที่ 4.4 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ putrefaction ในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข)

ภาพที่ 4.5 ภาพถ่ายแสดงซากหมูระยะ skeletonization ในฤดูฝน (ก) และฤดูแล้ง (ข)

4.2 ความหลากชนิดของแมลงและสัตว์ขาข้อชนิดอื่น

แมลงที่พบบนซากและบริเวณโดยรอบซากหมูจัดอยู่ในอันดับ Diptera, Coleoptera และ Hymenoptera เป็นหลัก ในฤดูฝนพบแมลงทั้งหมด 23 ชนิด อยู่ในอันดับ Diptera 16 ชนิด Coleoptera 6 ชนิด และ Hymenoptera 1 ชนิด (ตารางที่ 4.2) ในฤดูแล้งพบแมลงทั้งหมด 31 ชนิดอยู่ในอันดับ Diptera 25 ชนิด Coleoptera 5 ชนิด และ Hymenoptera 1 ชนิด (ตารางที่ 4.3)

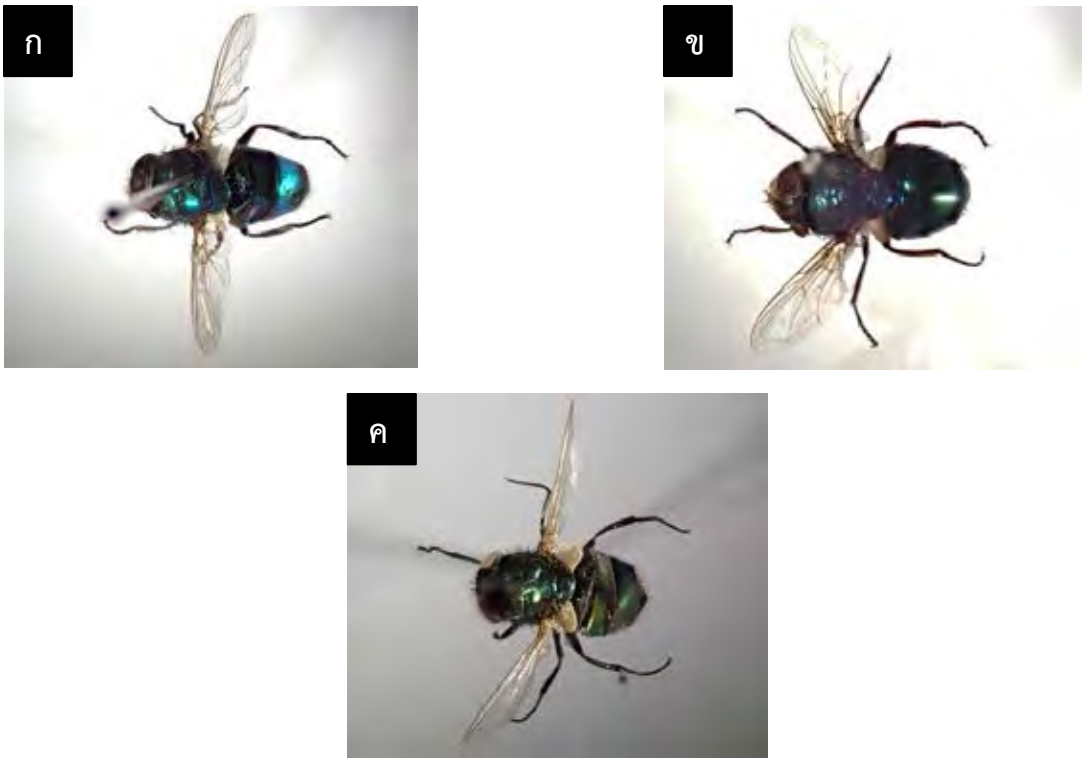
ในฤดูฝนพบว่า แมลงชนิดหลักที่เข้ามากินซากคือแมลงในกลุ่มแมลงวันและด้วง โดยแมลงวันที่สามารถสุ่มเก็บตัวอย่างได้มากที่สุดคือแมลงวันหัวเขียว *C. megacephala* และ *C. rufifacies* (ภาพที่ 4.6) โดยพบแมลงวันหัวเขียวทั้ง 2 ชนิดในระยะหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย และพบแมลงวันในวงศ์ Muscidae ชนิด *Hydrotaea spinigera* และ *Musca domestica* ทุกระยะของการเจริญ ด้วงชนิดหลักที่สามารถสุ่มเก็บตัวอย่างได้มากที่สุดคือ *Saprinus splendens* (ภาพที่ 4.7)นอกจากนี้ยังพบแมลงในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae เช่น มดแดง (*Oecophylla smaragdina*) ที่เข้ามากัดกินส่วนผิวหนังแห้งของซาก และยังเป็นแมลงผู้ล่าที่เข้ามากินตัวอ่อนของแมลงวันที่อยู่บนซากอีกด้วย นอกจากแมลงแล้วยังพบสัตว์ขาข้อชนิดอื่น ได้แก่ ตัวกะปิ กิ้งกือกระสุน และตะขาบ



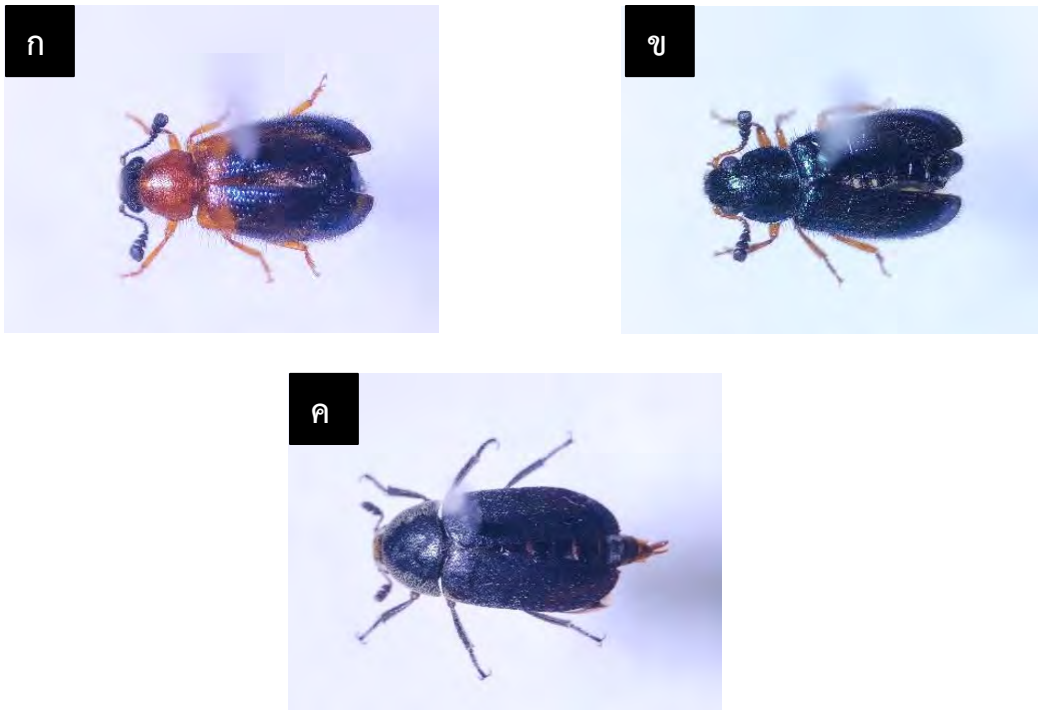
ภาพที่ 4.6 ภาพถ่ายแสดงแมลงวันหัวเขียวชนิดหลักที่พบในช่วงฤดูฝน *C. megacephala* (ก) และ *C. rufifacies* (ข)

ภาพที่ 4.7 ภาพถ่ายแสดงด้วง *Saprinus splendens* ซึ่งเป็นด้วงชนิดหลักที่พบในช่วงฤดูฝน

ในฤดูแล้งพบว่าแมลงวันชนิดหลักที่สามารถสุ่มเก็บตัวอย่างได้มากที่สุดคือแมลงวันหัวเขียว ชนิด *C. rufifacies*, *C. megacephala* และ *C. nigripes* ตามลำดับ (ภาพที่ 4.8) สามารถพบได้ทั้งในระยะ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย และพบแมลงวันในวงศ์ Muscidae ได้แก่ *Hydrotaea spinigera* ซึ่งพบในทุกระยะของการเจริญ แต่พบ *Musca dometica* เพียงระยะดักแด้ และตัวเต็มวัย แมลงวันในวงศ์ Sarcophagidae ได้แก่ *Sarcophaga dux* และ *S. peregrina* พบทุกระยะของการเจริญ ด้วงชนิดหลักที่สามารถสุ่มเก็บตัวอย่างได้มากที่สุดคือด้วงชนิด *Necrobia ruficollis, N. rufipes* และ *Dermestes maculatus* ตามลำดับ (ภาพที่ 4.8) นอกจากนี้ยังพบแมลงวันในวงศ์อื่นเช่น *Brachystoma* sp. ที่ไม่ได้เข้ามากินซากโดยตรง แต่มีบทบาทเป็นแมลงผู้ล่าที่เข้ามากินตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงวัน และพบแมลงในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae ได้แก่ มดแดง (*Oecophylla smaragdina*) ที่เข้ามากัดกินส่วนผิวหนังแห้งของซาก และยังเป็นแมลงผู้ล่าที่เข้ามากินตัวอ่อนของแมลงวันที่อยู่บนซาก นอกจากแมลงแล้วยังพบสัตว์ขาข้อชนิดอื่น เช่น ตัวกะปิ แมงมุมมดแดง (*Myrmaplata plataleoides*) ซึ่งมีบทบาทเป็นผู้ล่าเข้ามากินตัวอ่อนของแมลงวันที่อยู่บนซาก



ภาพที่ 4.8 ภาพถ่ายแสดงแมลงวันหัวเขียวชนิดหลักที่พบในฤดูแล้ง *C. rufifacies* (ก) *C. megacephala* (ข) และ *C. nigripes* (ค)



ภาพที่ 4.9 ภาพถ่ายแสดงด้วงชนิดหลักที่พบในฤดูแล้ง *N. ruficollis* (ก) *N. rufipes* (ข) *D. maculatus* (ค)

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างแมลงที่สุ่มเก็บตัวอย่างได้บนซากและบริเวณรอบซากหมูในช่วงฤดูฝน (23 กรกฎาคม 2561 – 20 ตุลาคม 2561)

Order	Family	Genus/Species	N (individuals)			
			Larvae	Pupae	Adults	Totals
Diptera	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	2127	48	95	2270
		Chrysomya rufifacies	407	51	35	493
		Chrysomya nigripes	0	0	1	1
		Hemipyrellia ligurriens	12	0	0	12
		Calliphora vicina	0	15	0	15
		Lucilia papuensis	0	0	2	2
	Sarcophagidae	*Sarcophaga ruficornis*	0	4	0	4
		Sarcophaga dux	0	1	44	45
		Sarcophaga peregrina	0	2	41	43
	Muscidae	*Musca domestica*	8	13	4	25
		Atherigona sp.	0	0	2	2
		Hydrotaea spinigera	103	104	68	275
		Hydrotaea ignava	0	15	17	32
		Hydrotaea sp.	4	0	9	13
	Heleomyzidae	*Suillia* sp.	0	0	7	7
	Empididae	*Drapetis* sp.	0	0	1	1
Coleoptera	Histeridae	*Saprinus splendens*	0	0	31	31
		Margarinotus sp.	0	0	0	1
	Staphylinidae	*Platydracus* sp.	0	0	4	4
	Tenebrionidae	*Gonocephalum depressum*	0	0	5	5
	Cleridae	*Necrobia ruficollis*	0	0	1	1
		Necrobia rufipes	0	0	2	2
Hymenoptera	Formicidae	*Oecophylla smaragdina*	0	0	37	37

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างแมลงที่สุ่มจับได้บนซากและบริเวณรอบซากหมูในช่วงฤดูฝน (24 ธันวาคม 2561 – 23 มีนาคม 2562)

Order	Family	Genus/Species	N (individuals)			
			Larvae	Pupae	Adults	Totals
Diptera	Calliphoridae	*Chrysomya megacephala*	1041	15	47	1103
		Chrysomya rufifacies	1104	343	69	1516
		Chrysomya nigripes	126	56	66	248
		Hemipyrellia ligurriens	2	0	0	2
		Calliphora vicina	0	5	0	5
		Lucilia papuensis	0	0	4	4
		Lucilia cuprina	0	0	2	2
	Sarcophagidae	*Sarcophaga ruficornis*	0	0	1	1
		Sarcophaga dux	6	0	107	113
		Sarcophaga peregrina	3	15	80	98
	Muscidae	*Musca domestica*	0	8	42	50
		Hydrotaea spinigera	156	1	10	167
		Hydrotaea sp.	1	2	3	6
		Atherigona sp.	0	0	6	6
	Heleomyzidae	*Suillia* sp.	0	0	43	43
	Sepsidae	*Meroplius* sp.	0	0	14	1
		Thermira sp.	0	0	3	3
		Unidented	0	0	5	5
	Empididae	*Brachystoma* sp.	0	0	8	8
		Drapetis sp.	0	0	47	47
	Ulidiidae	*Physiphora* sp.	0	0	3	3
	Tephritidae	*Bactrocera* sp.	0	0	1	1
	Micropezidae	Unidentified	0	0	1	1
	Asilidae	Unidentified	0	0	1	1
	Tachinidae	Unidentified	0	0	2	2
Coleoptera	Cleridae	*Necrobia ruficollis*	0	0	187	187
		Necrobia rufipes	0	0	58	58
	Dermestidae	*Dermestes maculatus*	0	0	44	44
	Staphylinidae	*Platydracus* sp.	0	0	6	6
	Histeridae	*Saprinus* sp.	0	0	10	10

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างแมลงที่สุ่มจับได้บนซากและบริเวณรอบซากหมูในช่วงฤดูฝน (24 ธันวาคม 2561 – 23 มีนาคม 2562) (ต่อ)

Order	Family	Genus/Species	N (individuals)			
			Larvae	Pupae	Adults	Totals
Hymenoptera	Formicidae	*Oecophylla smaragdina*	0	0	26	26

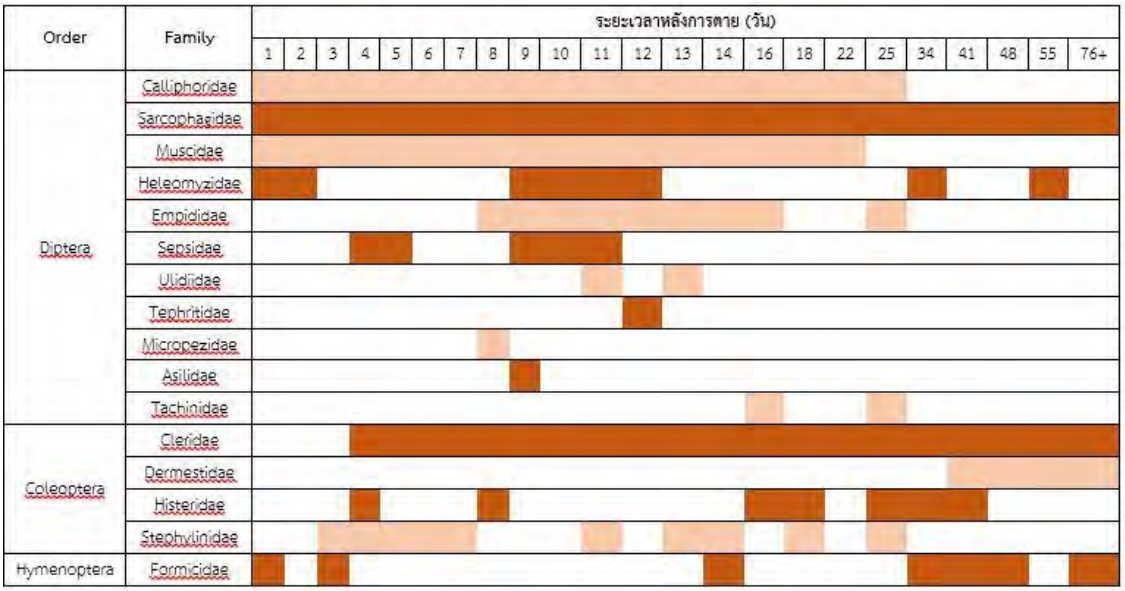
4.3 ลำดับการเข้ากินซากหมูของแมลง

ลำดับการเข้ากินซากหมูของแมลงในช่วงฤดูฝนพบว่ามดแดงเป็นแมลงชนิดแรกที่เข้ามาที่ซาก พบแมลงวันหัวเขียว แมลงวันหลังลายในช่วงวันที่ 1 – 18 หลังการตาย พบแมลงวันบ้านในช่วงวันที่ 1 – 22 หลังการตาย โดยแมลงวันหัวเขียวชนิด *C. megacephala* เป็นแมลงวันชนิดแรกที่เข้ามาที่ซากเพื่อวางไข่ โดยพบตัวอ่อนของแมลงวันหัวเขียวครั้งแรกในวันที่ 3 หลังการตาย พบระยะดักแด้ครั้งแรกในวันที่ 8 หลังการตาย ในส่วนของแมลงวันในวงศ์อื่น เช่น แมลงวันในวงศ์ Empididae และ Heleomyzidae ไม่ได้เข้ามาที่ซากเพื่อวางไข่ รูปแบบการเข้ามาที่ซากจึงไม่แน่นอน ด้วงชนิดแรกที่เข้ามากินซากคือด้วงชนิด *Saprinus splendens* (Coleoptera: Histeridae) และเป็นด้วงชนิดหลักที่สุ่มเก็บตัวอย่างได้เป็นจำนวนมากที่สุด โดยพบครั้งแรกในวันที่ 4 หลังการตายไปจนถึงวันที่ 8 หลังการตาย และพบอีกครั้งในวันที่ 12 – 22 หลังการตาย นอกจากนี้ยังพบแมลงในอันดับ Hymenoptera ได้แก่ มดแดง ที่มีลำดับการเข้ากินซากที่ไม่แน่นอนเนื่องจากมดแดงเข้ามาที่ซากเพื่อกินหนังแห้งของซากและกินตัวอ่อนและไข่ของแมลงวัน (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 ลำดับการเข้ากินซากของแมลงในวงศ์ต่าง ๆ ในช่วงฤดูฝน

ลำดับการเข้ากินซากของแมลงในช่วงฤดูแล้งพบว่ามดแดงเป็นแมลงชนิดแรกที่เข้ามาที่ซาก พบแมลงวันหลังลายตลอดช่วงฤดูแล้ง พบแมลงวันหัวเขียวในช่วงวันที่ 1 – 25 หลังการตาย และพบแมลงวันบ้านในช่วงวันที่ 1 – 22 หลังการตาย โดยแมลงวันหลังลายชนิด *Sarcophaga dux* เป็นแมลงวันหลังลายชนิดแรกที่เข้ามาที่ซากเพื่อวางตัวอ่อน พบตัวอ่อนแมลงวันหลังลายครั้งแรกในวันที่ 2 หลังการตาย เป็นตัวอ่อนในระยะ L2 พบที่บริเวณใต้ซากหมูส่วนคอ แมลงวันวงศ์อื่นไม่ได้เข้ามาที่ซากเพื่อวางไข่ แต่เข้ามาที่ซากเพื่อใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น แมลงวันในวงศ์ Empididae สกุล *Brachycera* sp. และ *Drapetis* sp. เข้ามาที่ซากเพื่อกินตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงวันชนิดอื่น ด้วงชนิดแรกที่พบว่าเข้ามาที่คือ *Platydracus* sp. (Coleoptera: Staphylinidae) จากนั้นพบด้วงในวงศ์ Cleridae ซึ่งเป็นด้วงชนิดหลักสามารถสุ่มเก็บตัวอย่างได้มากที่สุดในฤดูแล้งคือ ด้วงชนิด *Necrobia ruficollis* และ *N. rufipes* เข้ามากินซากตั้งแต่วันที่ 4 หลังการตายเป็นต้นไป และในวันที่ 41 หลังการตายเป็นต้นไปพบด้วงชนิด *Dermestes maculatus* เข้ามากินซาก และยังพบด้วงชนิดอื่น ได้แก่ ด้วงในวงศ์ Histeridae สกุล *Saprinus sp.* เข้ามากินซากเป็นรูปแบบที่ไม่แน่นอน นอกจากนี้ยังพบแมลงในอันดับ Hymenoptera ได้แก่ มดแดง ที่มีรูปแบบการเข้ากินซากที่ไม่แน่นอน เนื่องจากมดแดงเข้ามาที่ซากเพื่อกินหนังแห้งของซากและกินตัวอ่อนและไข่ของแมลงวัน (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5 ลำดับการเข้ากินซากของแมลงในวงศ์ต่าง ๆ ในช่วงฤดูแล้ง



4.4 ปัจจัยทางกายภาพ

การย่อยสลายของซากขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัยทั้งปัจจัยทางชีวภาพ เช่น การเข้ากินซากของแมลง ปัจจัยทางกายภาพได้แก่ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม อุณหภูมิซาก ความชื้นสัมพัทธ์ ส่งผลต่อการย่อยสลายของซาก จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิเฉลี่ยของสภาพแวดล้อมมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิของกลุ่มตัวหนอน (maggot mass) กับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิซาก พบว่าอุณหภูมิกลุ่มตัวหนอนสูงกว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมและอุณหภูมิซาก (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6 แสดงข้อมูลปัจจัยทางกายภาพได้แก่ อุณหภูมิสภาพแวดล้อม อุณหภูมิซาก อุณหภูมิกลุ่มตัวหนอน และความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝนและฤดูแล้ง

	อุณหภูมิสภาพแวดล้อม		อุณหภูมิซาก		อุณหภูมิกลุ่มตัวหนอน		ความชื้นสัมพัทธ์	
	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน	ฤดูแล้ง
ค่าสูงสุด	37.65	33.3	36.5	37	43	38	97%	87%
ค่าต่ำสุด	26.75	26.4	27	25	33	33	47%	39%
ค่าเฉลี่ย	32.03± 2.58	31.05±1.76	29.67±2.32	29.72±2.80	37.5±3.05	35.08±1.77	71%±0.16	59%±0.12

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาระยะการย่อยสลายของซากทั้ง 5 ระยะพบว่า ในระยะ fresh stage ทั้ง 2 ฤดูใช้ระยะเวลาเท่ากันคือ 1 วัน ในระยะ bloated stage ฤดูแล้งใช้ระยะเวลา 2 วันซึ่งมากกว่าในฤดูฝนที่ใช้เวลาเพียง 1 วัน เป็นผลมาจากอุณหภูมิในช่วงช่วงฤดูฝนซึ่งสูงกว่าอุณหภูมิของฤดูแล้งทำให้กระบวนการ metabolic process ของแบคทีเรียที่อยู่ในทางเดินอาหารของหมูทำงานได้ดีขึ้น ส่งผลให้ระยะ bloated stage เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ในระยะ active decay stage ในฤดูฝนไม่สามารถสรุปได้ถึงระยะเวลาการย่อยสลายของซากในระยะนี้รวมถึงระยะต่อจากนี้ เนื่องจากซากถูกรบกวนจากสัตว์เลื้อยคลาน (ภาพที่ 5.1) ทำให้ซากเหลือเพียงร้อยละ 30 จากเดิม (ภาพที่ 5.2) อาจทำให้ระยะเวลาการย่อยสลายของซากในระยะต่าง ๆ คลาดเคลื่อนจากซากที่สมบูรณ์

ภาพที่ 5.1 ภาพถ่ายแสดงสัตว์เลื้อยคลานที่เข้ามากินซากในฤดูฝน

ภาพที่ 5.2 ภาพถ่ายแสดงสภาพซากที่เหลือประมาณร้อยละ 30 จากเดิมหลังถูกสัตว์เลื้อยคลานรบกวน

หากเปรียบเทียบระยะการย่อยสลายของซากในฤดูแล้งของการศึกษานี้กับการศึกษาของ สุธาภรณ์ สุขจิต (2551) ในพื้นที่สวนในจังหวัดปทุมธานี และการศึกษาของ Sukchit (2011) ในพื้นที่บริเวณสวนชานเมือง และป่าผลัดใบผสมในจังหวัดน่านช่วงฤดูหนาว (ตุลาคม 2553 – กุมภาพันธ์ 2554) พบว่า ในระยะ fresh stage ทั้ง 4 พื้นที่ใช้เวลาเท่ากันคือ 1 วัน ระยะ bloated stage พบว่าการศึกษาทั้ง 2 พื้นที่ในจังหวัดน่านใช้ระยะเวลานานกว่าการศึกษาที่เกาะแสมสาร เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่เกาะแสมสารต่ำกว่าที่จังหวัดน่าน ทำให้เกิด metabolic process ของแบคทีเรียในช่องท้องของศพได้ดีจึงใช้ระยะเวลาน้อยกว่า ระยะ active decay stage พบว่าการศึกษาที่เกาะแสมสารใช้ระยะเวลานานกว่าในพื้นที่อื่น เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์ที่เกาะแสมสารในระยะนี้ต่ำกว่าในพื้นที่อื่นและต่ำกว่าความชื้นที่เหมาะกับการเจริญของหนอนแมลงวันที่เจริญอยู่บนศพในระยะนี้ทำให้หนอนปล่อยเอนไซม์ออกมาย่อยสลายซากได้น้อยลง ระยะ active decay stage ของการศึกษาที่เกาะแสมสารใช้ระยะเวลาที่ยาวนานกว่าในพื้นที่อื่น ต่อมาในระยะ Putrefaction การศึกษาที่เกาะแสมสารใช้ระยะเวลามากกว่าการศึกษาในพื้นที่อื่น เนื่องจากในช่วงที่เริ่มเข้าสู่ระยะนี้เป็นช่วงที่เกาะแสมสารได้รับอิทธิพลจากพายุปาบึก ทำให้เกิดฝนตกหนักติดต่อกันหลายวัน และความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นจากเดิม ซากจึงแห้งช้าทำให้ระยะนี้ของการศึกษาที่เกาะแสมสารใช้เวลานานกว่าพื้นที่อื่นถึง 14 วันจึงเข้าสู่ระยะ skeletonization ในขณะที่ในพื้นที่อื่นเมื่อซากเริ่มเข้าสู่ระยะนี้ ความชื้นสัมพัทธ์ค่อย ๆ ลดลงส่งผลให้ซากแห้งเร็ว และเข้าสู่ระยะ skeletonization เร็วกว่าการศึกษาที่เกาะแสมสาร

แมลงชนิดหลักที่พบทั้ง 2 ฤดูต่างกันทั้งชนิดแมลงวันและชนิดด้วง ในฤดูฝนสามารถสุ่มจับแมลงวันหัวเขียวชนิด *C. megacephala* ได้มากที่สุด รองลงมาคือ *C. rufifacies* เนื่องจากในฤดูฝนมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 71% ซึ่งใกล้เคียงกับความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของ *C. megacephala* และแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ยังมีแหล่งเพาะพันธุ์ แหล่งอาหารเป็นซากและขยะที่เปียกชื้น(คม สุคนธสรรพ์ และ กาบแก้ว สุคนธสรรพ์, 2553) จึงทำให้พบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ที่ซากได้มากที่สุด ในฤดูแล้งสามารถสุ่มจับแมลงวันหัวเขียว *C. rufifacies* ได้มากที่สุด รองลงมาคือ *C. megacephala* นอกจากนี้ยังพบแมลงวันหัวเขียวชนิด *C. nigripes* เป็นจำนวนมากรองลงมา ในขณะที่ช่วงฤดูฝนพบแมลงวันชนิดนี้เพียง 1 ตัว เนื่องจากในฤดูแล้งมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าในฤดูฝน ไม่เหมาะกับ *C. megacephala* จึงพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ในฤดูแล้งน้อยกว่าฤดูฝน จากการศึกษาของ Klong-Klaew et al. (2018) พบว่าแมลงวันหัวเขียวชนิด *C. rufifacies* พบได้มากที่สุดในช่วงฤดูร้อนที่มีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ประมาณ 40% – 75% สอดคล้องกับการศึกษานี้ที่พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงฤดูแล้งอยู่ที่ 39% – 87% เป็นความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับ *C. rufifacies* มากกว่าในฤดูฝนจึงพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ในฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน เช่นเดียวกันกับแมลงวันหัวเขียว *C. nigripes* ที่เคยมีรายงานว่าพบในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 46% (Bharti, 2012)

ซึ่งใกล้เคียงกับความชื้นในฤดูแล้งของเกาะแสมสาร จึงพบแมลงวันหัวเขียวชนิดนี้ในฤดูแล้งเป็นจำนวนมากเมื่อเทียบกับในฤดูฝนที่พบเพียง 1 ตัว

ชนิดของด้วงที่พบในฤดูฝนและฤดูแล้ง ทั้ง 2 ฤดูพบด้วงชนิดหลักที่แตกต่างกัน ในฤดูฝนด้วงที่เป็นด้วงชนิดหลักสามารถสุ่มจับได้มากที่สุดคือด้วงชนิด *Saprinus splendens* ซึ่งไม่พบในฤดูแล้งจากการศึกษาของ สุธาภรณ์ สุขจิต (2551) ที่จังหวัดปทุมธานี และการศึกษาของ Sukchit (2011) ที่จังหวัดน่านไม่มีรายงานว่าพบด้วงชนิดนี้ทั้ง 2 พื้นที่ศึกษา ในประเทศไทยมีรายงานการค้นพบด้วงชนิดนี้ครั้งแรกที่เกาะลันตา จังหวัดกระบี่ (Mazur, Ôhara, and Kanaar, 2005) ซึ่งมีพื้นที่เป็นเกาะเหมือนเกาะแสมสาร อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงเวลากลางวันตลอดทั้งปีอยู่ที่ 32 – 34 องศาเซลเซียส (สภาพภูมิอากาศของเกาะลันตา, ม.ป.ป.) ซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิสภาพแวดล้อมของเกาะแสมสารในช่วงฤดูฝนจึงพบด้วงชนิดนี้ในช่วงฤดูฝนเท่านั้น ในฤดูแล้งพบว่าด้วงชนิดหลักสามารถสุ่มจับได้มากที่สุดคือด้วงชนิด *Necrobia ruficollis* รองลงมาคือ *N. rufipes* ซึ่งด้วงทั้ง 2 ชนิดนี้พบในฤดูฝนเป็นจำนวนรวม 3 ตัว นอกจากนี้ในฤดูแล้งยังพบด้วงชนิด *Dermestes maculatus* ซึ่งไม่พบในฤดูฝนเข้ามากินซากในวันที่ 40 หลังการตาย เนื่องจากด้วงทั้ง 3 ชนิดนี้มักอยู่ในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ และกินอาหารที่มีลักษณะแห้ง โดยมีข้อมูลว่าแหล่งอาหารของด้วง *N. ruficollis* คือ เนื้อแห้ง เนื้อรมควัน หนังสัตว์ รวมถึงชีส (Australian museum, 2019) ซึ่งเป็นแหล่งอาหารเดียวกันกับด้วงชนิด *N. rufipes* และ *D. maculatus* จึงพบด้วงทั้ง 3 ชนิดเข้ามากินซากในฤดูแล้งที่ซากมีลักษณะแห้งกว่าในฤดูฝนและไม่พบ *D. maculatus* ในช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมกับด้วงชนิด *N. rufipes* อยู่ที่ 50% (Simmons and Ellington,1925; Haines and Rees, 1989) ซึ่งเป็นความชื้นสัมพัทธ์ที่ใกล้เคียงกับฤดูแล้งของเกาะแสมสารจึงพบด้วงทั้ง 3 ชนิดนี้เป็นด้วงชนิดหลักในฤดูแล้ง

บทที่ 6

สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบว่าในฤดูแล้งมีความหลากชนิดของแมลงมากกว่าในฤดูฝน ทั้ง 2 ฤดูพบแมลงชนิดหลักต่างกัน เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพเช่น อุณหภูมิสภาพแวดล้อม ความชื้นสัมพัทธ์ ช่วงเวลาและฤดูกาลของทั้ง 2 ฤดูแตกต่างกัน ในแต่ละฤดูพบแมลงที่ค่อนข้างจำเพาะต่อฤดูนั้น ๆ โดยในฤดูฝนพบแมลงที่แตกต่างจากฤดูแล้งคือด้วงชนิด *Saprinus splendens* ซึ่งถือเป็นด้วงชนิดหลักที่สามารถสุ่มเก็บตัวอย่างได้มากที่สุดในฤดูฝน และด้วงชนิดนี้ไม่เคยมีรายงานการค้นพบในการศึกษาทางด้านนิติกีฏวิทยาในพื้นที่อื่นของประเทศไทยมาก่อน ดังนั้นด้วง *S. splendens* จึงเป็นตัวชี้วัดของฤดูฝน และพื้นที่เกาะแสมสาร ในฤดูแล้งพบว่าชนิดของแมลงแตกต่างจากฤดูฝนทั้งกลุ่มของแมลงวันหัวเขียวและด้วง โดยแมลงวันหัวเขียวชนิดหลักที่พบในฤดูแล้งเป็นจำนวนมากแต่พบได้น้อยในฤดูฝนคือแมลงวันหัวเขียว *Chrysomya nigripes* ด้วงชนิดหลักที่พบมากในฤดูแล้งแต่พบในฤดูฝนได้น้อยคือ *Necrobia ruficollis* และ *N. rufipes* และยังพบด้วงที่พบมากในฤดูแล้งแต่ไม่พบในฤดูฝนคือ *Dermestes maculatus* แมลงทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวจึงเป็นตัวชี้วัดในฤดูแล้งได้

ระยะเวลาการย่อยสลายของซากในฤดูฝนไม่สามารถสรุปได้เนื่องจากมีการเข้าทำลายซากโดยสัตว์เลื้อยคลานชนิดอื่น ทำให้ซากเสียหาย เหลือซากอยู่เพียงร้อยละ 30 จากเดิมเท่านั้น ซึ่งปริมาณซากส่งผลต่อระยะเวลาในการย่อยสลายของซาก และอาจส่งผลต่อความหลากชนิดของแมลงที่เข้ามากินซากอีกด้วย ในฤดูแล้งได้มีการเสริมกรงไม้ขึ้นอีกชั้นทำให้สัตว์เลื้อยคลานชนิดอื่นไม่สามารถเข้ามาทำลายซากได้ ซากจึงอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ เมื่อเทียบระยะเวลาการย่อยสลายของซากในช่วงฤดูแล้งของเกาะแสมสารกับการศึกษาที่เคยมีมาก่อนในพื้นที่อื่นของประเทศไทยพบว่า การย่อยสลายของซากในการศึกษานี้ใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายมากกว่าในพื้นที่อื่น เนื่องจากในระยะ putrefaction ซึ่งเป็นระยะที่ซากเริ่มแห้งลง ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีอิทธิพลอย่างมากต่อระยะการย่อยสลายนี้ แต่ในช่วงนี้ที่บริเวณเกาะแสมสารได้รับอิทธิพลจากพายุปาบึก ทำให้เกิดฝนตกติดต่อกันหลายวัน ส่งผลให้ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง ทำให้ซากแห้งช้า อัตราการย่อยสลายของซากจึงเกิดขึ้นช้ากว่าการศึกษาในพื้นที่อื่น

จากการศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานแมลงกินซากที่พบใน เกาะแสมสาร อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี สามารถนำมาเป็นข้อมูลในการหาระยะเวลาหลังการตายของศพที่พบในบริเวณนี้ได้ เนื่องจากการศึกษานี้เป็นการศึกษาด้านนิติกีฏวิทยาในพื้นที่ที่เป็นเกาะครั้งแรกในประเทศไทย

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้จึงเป็นฐานข้อมูลสำคัญ เป็นประโยชน์ต่อการศึกษาทางด้านนิติกีฏวิทยาทั้งในพื้นที่ที่เป็นเกาะและพื้นที่อื่นในประเทศไทยต่อไปในอนาคต

การศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงการศึกษาในขั้นต้นเท่านั้น ในอนาคตผู้วิจัยจึงเสนอให้มีการทำการศึกษาซ้ำในพื้นที่เดิมเพื่อยืนยันผลการศึกษา และเสนอให้มีการทำการศึกษาในพื้นที่ที่เป็นเกาะหรือบริเวณที่อยู่ใกล้ชายหาดเพิ่ม เพื่อเป็นฐานข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาด้านนิติกีฏวิทยาและการสืบสวนคดีที่เกี่ยวข้องกับอาชญากรรมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. **สภาพอากาศ ชลบุรี สัตหีบ**. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: https://www.tmd.go.th/province.php?StationNumber=48477 [23 มีนาคม 2562]

คม สุคนธสรรพ์ และ กาบแก้ว สุคนธสรรพ์. 2553. **แมลงวันหัวเขียวที่มีความสำคัญในราชอาณาจักรไทย**. พิมพ์ครั้งที่1. เชียงใหม่: กู๊ด–พริ้นท์ พริ้นท์ติ้ง,

ปริญ หล่อพิทยากร. 2560. อิทธิพลของเอลนีโญที่มีผลต่อการแพร่กระจายของปริมาณฝนในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งบริเวณภาคตะวันออกของประเทศไทย. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**. 25(6): 944–959.

ยุกตนันท์ จำปาเทศ. 2555. Forensic Entomology in Thailand. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://thai-forensic-entomology.blogspot.com/ [17 พฤษภาคม 2562]

ลันตาอินโฟ ทีม. ม.ป.ป. **สภาพภูมิอากาศและภูมิประเทศของเกาะลันตา** [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.lantainfo.com/th_about_ko_lanta_climate_weather.htm [18 เมษายน 2562]

สุธาภรณ์ สุขจิต. 2551. **ลำดับการเข้ากินซากและความหลากหลายของแมลงบนซากหมูเปรียบเทียบระหว่าง 2 พื้นที่: กลางแจ้งและในร่ม**. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.E., and Schultz, T.R. 2000. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Biological diversity handbook series. Washington [D.C.]: Smithsonian Institution Press.

Amendt, J., Krettek, R., and Zehner, R. 2004. Forensic Entomology. **Naturwissenschaften.** 91: 51–65.

Amendt, J., Campobasso, C.P., Gaudry, E., Reiter, C., LeBlanc, H.N., and Hall, M.J.H. 2007. Best practice in forensic entomology — standards and guidelines. **International Journal of Legal Medicine**. 121(2): 90–104.

Amendt, J., Richards, C.S., Campobasso, C.P., Zehner, R., and Hall, M.J.R. 2011. Forensic entomology: applications and limitations. **Forensic Science, Medicine and Pathology**. 7:379–392.

Amett, R.H., and Thomas, M.C. 2000. **American beetles volume 1**. Florida: CRC Press LLC.

Amett, R.H., Thomas, M.C., Skelley, P.E., and Frank, J.H. 2000. **American beetles volume 2**. Florida: CRC Press LLC.

Australian Museum. 2019. **Corpse fauna**. [Online]. Available from: https://australianmuseum.net.au/learn/science/decomposition-corpse-fauna/ [2019, April 18]

Bharti, M. 2012. Altitudeal diversity of forensically important blowflies collected from decaying carcasses in Himalaya. **The Open Forensic Science Journal**. 5: 1–3

Benecke, M. 2001. A brief history of forensic entomology. **Forensic Science International**. 120: 2–14.

Catts, E.P., and Goff, M.L. 1992. Forensic entomology in criminal investigation. **Annual Review of Entomology** 37: 253–272.

Davis, J.B., and Goff, M.L. 2000. Decomposition patterns in terrestrial and intertidal habitats on Oahu Island and Coconut Island, Hawaii. **Journal of Forensic Science**. 45(4): 836–842.

Ek-Amnuay, P. 2008. **Beetles of Thailand**. Bangkok: Amarin Printing & Publishing Public Company Limited.

Goff, M.L. 2009. Early post-mortem changes and stage of decomposition in expose cadavers. **Experimental and Applied Acarology**. 49: 21–36

Haines C.P., and Rees D.P. 1989. **A field guide to the types of insects and mites infesting cured fish**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations

Klong-klaw. T., Ngoen-klan, R., Moophayak, K., Sukontason, K., Irvine, K.N., Tomberlin, J.K., Somboon, P., Charoenviriyaphap, T., Kurahashi, H., and Sukontason, K.L. 2018. Predicting geographic distribution of forensically significant blow flies of subfamily Chrysomyinae (Diptera: Calliphoridae) in Northern Thailand. **Insects**. 9(3): 106.

Marshall, S.A. 2012. **Flies: the natural history and diversity of Diptera**. First printing. New York: Firefly Books Ltd.

Matuszewski, S., Bajerlein D., Konwerski, S., and Szpila, K. 2008. An initial study of insect succession and carrion decomposition in various forest habitats of Central Europe. **Forensic Science International** 180: 61–69.

Mazur, S., Ôhara, M, and Kanaar, P. 2005. Notes on Thai species of the subfamily Saprininae (Coleoptera: Histeridae), with redescription of *Saprinus subustus* Marseul, 1855. **Insecta Matsumurana** 61: 1–9

Ngoen-klan, R., Moophayak, K., Klong-klaew, T., Irvine, K.N., Sukontason, K.L., Prangkio, C., Somboon, P., and Sukontason, K. 2011. Do climatic and physical factors affect populations of the blow fly *Chrysomya megacephala* and house fly *Musca domestica*? **Parasitology Research** 109(5): 1279–1292.

Schoenly, K.G., Haskell, N.H., Mills, D.K., Bime-Ndi, C., Larsen, K., and Lee, Y. 2006. Recreating death's acre in the school yard: using pig carcasses as model corpses to teach concepts of forensic entomology & ecological succession. **The American Biology Teacher** 68: 402–410.

Simmon, P, and Ellington, G.W. 1925. The ham beetle *Necrobia rufipes* De Geer. **Journal of Agriculture Research**. XXX(9): 845–863

Sharma, R., Garg, R.K., and Gaur, J.R. 2015. Various methods for estimating of the post mortem interval from Calliphoridae: A review. **Egyptian Journal of Forensic Sciences** 5: 1–12

Sukchit, M., Deowanish, S., and Butcher, B.A. Decomposition stages and carrion insect succession on dressed hanging pig carcasses in Nan province, Northern Thailand. **Tropical Natural History** 15(2): 137–153.

Sukontason, K., Piangjai, S., Siriwattanarungsee, S., and Sukontason, K.L. 2008. Morphology and developmental rate of blowflies *Chrysomya megacephala* and *Chrysomya rufifacies* in Thailand: application in forensic entomology. **Parasitology Research** 102: 1207–1216.

Sutaporn Sukjit. 2011. **Diversity and succession of carrion arthropods on pig Sus scrofa domestica carcasses under different conditions in Nan Province, Thailand**. Master's thesis, Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University.

Wang, J., Li, Z., Chen, Y., Chen, Q., and Yin, X. 2008. The succession and development of insects on pig carcasses and their significances in estimating PMI in south China. **Forensic Science International** 179: 11–18.