โครงการ
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ผลของชนิดและปริมาณอาหารต่อการเลือกกินของมดคันไฟ *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae)

ชื่อนิสิต นางสาววรมน หาญนอก รหัสประจำตัว 6032057823

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ผลของชนิดและปริมาณอาหารต่อการเลือกกินของมดคันไฟ *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae)
Effects of food type and quantity on feeding preference of the fire ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae)

ชื่อนิสิต นางสาววรมน หาญนอก **เลขประจำตัว** 6032057823

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของชนิดและปริมาณอาหารต่อการเลือกกินของมดคันไฟ *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae)

Effects of food type and quantity on feeding preference of the fire ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae)

นางสาววรมน หาญนอก

อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ดร.ณัฏฐ์ ทรงวรวิทย์

โครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563

โครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก
โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ	: ผลของชนิดและปริมาณอาหารต่อการเลือกกินของมดคันไฟ *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae)
นิสิตผู้ดำเนินโครงการ	: นางสาววรมน หาญนอก
อาจารย์ที่ปรึกษา	: อาจารย์ ดร.ณัฏฐ์ ทรงวรวิทย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: -
ภาควิชา	: ชีววิทยา

บทคัดย่อ

พฤติกรรมการกินของมดเป็นพฤติกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศบนบก มดสามารถกินอาหารได้หลากหลายประเภท โดยมดแต่ละชนิดมีการเลือกประเภทของอาหารที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณของอาหารยังอาจมีผลต่อการเข้าเลือกอาหารมองมด ดังนั้นการศึกษานี้จึงศึกษาชนิดและปริมาณอาหารต่อการเลือกกินในมดที่ทำหน้าที่หาอาหารของมดคันไฟ *Solenopsis geminata* จำนวน 3 รัง ในพื้นที่อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ณ ช่วงเวลา 09.00–11.00 น. ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มดคันไฟมีกิจกรรมสูงสุดในตอนกลางวัน อาหารที่ใช้ทดสอบมี 4 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลทราย แป้งข้าวเจ้า ถั่วลิสงบด และน้ำมันพืช พบว่า ปริมาณอาหารที่ถูกกินและมีความถี่ของการเข้าสัมผัสอาหารของมดคันไฟไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างอาหารที่นำมาทดสอบ การศึกษาผลของปริมาณอาหารโดยใช้ถั่วลิสงบดเป็นตัวแทน จำนวน 4 ปริมาณ ได้แก่ 4, 8, 16 และ 32 กรัม พบว่า ความถี่ของการเข้าสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างถั่วลิสงบดทั้ง 4 ปริมาณ แต่เมื่อพิจารณาที่ปริมาณอาหารที่ถูกกิน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมดคันไฟกินถั่วลิสงบดที่ปริมาณ 32 กรัมมากที่สุด รองลงมาได้แก่ ปริมาณที่ 16, 8 และ 4 กรัม ตามลำดับ ซึ่งนั่นหมายความว่า ปริมาณอาหารมีผลต่อการเลือกกินของมดคันไฟ *S. geminata*

คำสำคัญ: กิจกรรมออกหาอาหาร, ชนิดอาหาร, ปริมาณอาหาร, พฤติกรรมการกิน, มดคันไฟ, *Solenopsis geminata*

Research Title	: Effects of food type and quantity on feeding preference of the fire ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae)
Student name	: Miss Vorramon Hannok
Advisor	: Nut Songvorawit, Ph.D.
Co-Advisor	: -
Department of	: Biology

Abstract

Feeding behavior of ants is important for terrestrial ecosystems. Ants feed on a wide variety of foods depending on species. Moreover, quantity of food may also affect food selection of ants. Therefore, this study aims to investigate food type and quantity on feeding preference in foragers of the fire ant *Solenopsis geminata*. Experiment was conducted with three fire ant colonies in Sattahip District, Chonburi Province, at 09.00–11.00 hours which had the highest foraging activity. Four types of food were tested: sugar, rice flour, ground peanut and vegetable oil. Number of fire ant forager visits and food weight loss were not significantly different among food types. Effect of food quantity was studied with ground peanut in four quantities: 4, 8, 16 and 32 g. Number of fire ant forager visits was not significantly different among these quantities. On the other hand, food weight loss was significantly different among ground peanut quantities, in which the highest preference was observed in 32 g trial, followed by 16, 8 and 4 g. This indicates that food quantity affects food preference of fire ants.

Keywords: feeding behavior, fire ant, food quantity, food type, foraging activity, *Solenopsis geminata*

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ณัฏฐ์ ทรงวรวิทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน ให้ความรู้ คำแนะนำ ในเรื่องการทำงานวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา, อาจารย์ ดร.มารุต เฟื่องอาวรณ์ และอาจารย์ ดร.เกรียง กาญจนวตี อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2563 ที่ให้คำแนะนำในองค์ประกอบของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขอขอบคุณ คุณนราธิป จันทร์สวัสดิ์ ที่อนุเคราะห์หนังสือในการจำแนกชนิดของมด และที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน

ขอขอบคุณคณาจารย์และบุคลากรทุก ๆ ท่าน ในภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่คอยอบรมสั่งสอน ให้คำปรึกษา ให้วิชาความรู้ รวมทั้งคอยแนะนำและชี้ทางในสิ่งที่ดีและถูกต้องเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาชีววิทยา และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับการทำโครงการในครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
Abstract ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญภาพ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ 1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ 2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 3
2.1. มดคันไฟ 3
2.2. กิจกรรมการออกหาอาหาร 5
2.3 การเลือกกินอาหาร 6
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 7
3.1. สำรวจแหล่งที่อยู่อาศัยและวิเคราะห์ชนิดมดคันไฟ 7
3.2. ศึกษากิจกรรมการออกหาอาหาร (foraging activity) ของมดคันไฟ 8
3.3. ศึกษาการเลือกกินอาหารของมดคันไฟ 8
3.3.1. ทดสอบกับชนิดอาหาร 8
3.3.2. ทดสอบกับปริมาณอาหาร 9
3.4. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ 10
บทที่ 4 ผลการศึกษา 11
4.1. ผลการศึกษากิจกรรมการออกหาอาหาร 11
4.2. ผลการทดสอบกับชนิดอาหาร 15
4.3. ผลการทดสอบกับปริมาณอาหาร 17
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา 19
เอกสารอ้างอิง 21
ภาคผนวกที่ 1 ปัจจัยทางกายภาพในการสำรวจกิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟ 25
ภาคผนวกที่ 2 จำนวนมดที่เดินเข้า-ออกรังในการสำรวจกิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟ 29
ภาคผนวกที่ 3 ปัจจัยทางกายภาพในการทดสอบกับชนิดอาหาร 31

ภาคผนวกที่ 4 จำนวนมดและปริมาณอาหารที่หายไปของอาหารแต่ละชนิด
ในการทดสอบกับชนิดอาหาร 34
ภาคผนวกที่ 5 ปัจจัยทางกายภาพในการทดสอบกับปริมาณอาหาร 37
ภาคผนวกที่ 6 จำนวนมดและปริมาณอาหารที่หายไปของอาหารที่ปริมาณอาหารต่าง ๆ
ในการทดสอบกับปริมาณอาหาร 40

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหาร และปริมาณอาหารที่หายไป
ภายในเวลา 2 ชั่วโมง 16
ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเลือกกินชนิดอาหาร
จำแนกตามจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหาร 16
ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเลือกกินชนิดอาหาร
จำแนกตามปริมาณอาหารที่หายไป 16
ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยจำนวนมดที่เข้าสัมผัสถั่วลิสงบด และปริมาณอาหารที่หายไป
ภายในเวลา 2 ชั่วโมง 17
ตารางที่ 4-5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเลือกกินถั่วลิสงบดทั้ง 4 ปริมาณ
จำแนกตามจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหาร 18
ตารางที่ 4-6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเลือกกินถั่วลิสงบดทั้ง 4 ปริมาณ
จำแนกตามปริมาณอาหารที่หายไป 18
ตารางที่ 4-7 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย 18

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1 มดคันไฟ *Solenopsis geminata*
(A) มุมมองด้านข้าง (B) มุมมองด้านหน้าของส่วนหัว.....3
ภาพที่ 2-2 แผนที่การกระจายตัวของมดคันไฟ *S. geminata* ในประเทศไทย.....4
ภาพที่ 3-1 ตำแหน่งของรังมดคันไฟ *S. geminata* จำนวน 3 รัง จากพื้นที่ในอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี.....7
ภาพที่ 3-2 อาหารที่ใช้ทดสอบทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ (A) น้ำตาลทรายผสมวุ้น (B) แป้งข้าวเจ้าผสมวุ้น (C) ถั่วลิสงบดผสมวุ้น (D) น้ำมันพืชผสมวุ้น.....8
ภาพที่ 3-3 การวางอาหารทดสอบทั้ง 4 ชนิด โดยวางแบบสุ่ม ห่างจากปากรัง (ในวงกลมสีดำ) 30 เซนติเมตร และอาหารแต่ละชนิดห่างกัน 5 เซนติเมตร.....9
ภาพที่ 3-4 การวางถั่วลิสงบดผสมวุ้นทั้ง 4 ปริมาณ โดยแบบสุ่ม ห่างจากปากรัง (ในวงกลมสีดำ) 30 เซนติเมตร และอาหารแต่ละปริมาณห่างกัน 5 เซนติเมตร..... 10
ภาพที่ 4-1 กิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟ *S. geminata* ในช่วงเวลา 07.00–18.00 น. ... 12
ภาพที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในอากาศและอุณหภูมิในดินของมดคันไฟทั้ง 3 รัง..... 13
ภาพที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและความชื้นในดินของมดคันไฟทั้ง 3 รัง..... 13
ภาพที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยปริมาณแสงของมดคันไฟทั้ง 3 รัง ตั้งแต่เวลา 07.00–18.00 น. 14
ภาพที่ 4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟกับปริมาณแสง..... 15

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ

มดเป็นแมลงที่สามารถพบได้ทั่วไปในระบบนิเวศบนบก เช่น พื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม และบริเวณที่อยู่อาศัย โดยเฉพาะพื้นที่ในเขตร้อนของโลก คาดการณ์ว่ามีมดในโลกนี้ประมาณ 20,000 ชนิด (Bolton, 1995) มดเป็นแมลงสังคมแท้ (eusocial insects) ภายในรังมีสมาชิกอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก มีการแบ่งวรรณะชัดเจนทั้งลักษณะรูปร่างและหน้าที่การทำงาน ประกอบด้วย 3 วรรณะ คือ มดนางพญา (queen) มดเพศผู้ (drone) และมดงาน (worker) ซึ่งมดงานเป็นมดเพศเมียที่เป็นหมัน เป็นวรรณะที่มีจำนวนมากที่สุดภายในรัง ทำหน้าที่ออกหาอาหาร ปกป้องรังจากศัตรู ดูแลรังไข่และตัวอ่อน นอกจากนี้มดยังมีความสัมพันธ์กับพืชและสัตว์อื่น ๆ ในลักษณะการเป็นปรสิต การพึ่งพา การใช้ประโยชน์ร่วมกันและการอิงอาศัยซึ่งกันและกัน ทั้งนี้ พฤติกรรมการกินของมดเป็นพฤติกรรมที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมาก มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหาร (food chain) และสายใยอาหาร (food web) โดยมดบางชนิดกินเมล็ดพืช แต่มดบางชนิดเป็นผู้ล่า จึงทำหน้าที่เป็นผู้ควบคุมจำนวนประชากรของแมลงหรือสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กชนิดอื่น มดบางชนิดมีหน้าที่เชิงนิเวศเป็นผู้กินซาก ซึ่งมดกลุ่มนี้ช่วยเพิ่มอัตราการย่อยสลายอินทรียสารในธรรมชาติในระบบนิเวศ (ดวงแข สิทธิเจริญชัย และคณะ, 2558) โดยมีรายงานผลการศึกษาถึงพฤติกรรมการกินอาหารของมดงานในมดคันไฟ *Solenopsis geminata* โดยจะกินซากสัตว์ที่ตายแล้ว เช่น มด ไส้เดือนดิน และสัตว์มีกระดูกสันหลัง รวมไปถึงซากแมลงชนิดอื่น ๆ เช่น ด้วง หนอนเจาะอ้อยและหนอนเจาะสมอข้าวโพด ซึ่งเป็นแมลงศัตรูพืช ทำให้มดคันไฟ *S. geminata* มีความสำคัญในการควบคุมแมลงศัตรูพืช (Vinson and Sorenson, 1986) อย่างไรก็ตามบางครั้งมดบางชนิดก็ทำให้เกิดผลเสียต่อมนุษย์ได้ เช่น เข้าไปทำลายพืชผลทางการเกษตร (Capinera et al., 1994) ทำให้เกิดความรำคาญและความเสียหายต่าง ๆ ตามมา

พฤติกรรมการออกหาอาหารและพฤติกรรมการกินอาหารของมดแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณแสง และความชื้นในอากาศ (ธนิษฐ์ ธนิษฐ์เวธน์, 2558) มดบางชนิดสามารถกินอาหารได้หลากหลาย โดยมดมีการเลือกกินอาหารที่ให้พลังงานต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกาย เพื่อใช้ในการเลี้ยงดูและการเจริญเติบโตของตัวอ่อน เช่น อาหารที่ให้โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสูง เป็นต้น (เมธิตา เปี่ยมสุธานนท์, 2554; Sengupta et al., 2010) ดังนั้นชนิดอาหารจึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการกินอาหารของมด

จากพฤติกรรมการเลือกกินอาหารของมด ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสงสัยเกี่ยวกับชนิดและปริมาณอาหารที่มดจะเลือกกิน โดยหากชนิดอาหารที่มดเลือกกินนั้นมีปริมาณที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อการเลือกกินอาหารของมดได้หรือไม่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาถึงผลของชนิดและปริมาณอาหารต่อการเลือกกินของมดคันไฟ ซึ่งผู้วิจัยเลือกที่จะศึกษาปัจจัยดังกล่าวในมดคันไฟ *S. geminata* เนื่องจากเป็นมดที่มีการกระจายตัวอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศไทยและในต่างประเทศ (Hoffmann et al., 1999) ที่มีความทนทานสูงต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยต่อการอยู่รอด (Ayre, 1977) และพบว่ามดชนิดนี้ได้สร้างความเสียหายให้กับเกษตรกรเป็นอย่างมาก เนื่องจากพวกมันเข้าไปทำลายผลผลิตทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์ที่กักเก็บไว้ (Igwe and Offiong, 2015) โดยการศึกษาครั้งนี้จะช่วยให้ทราบถึงพฤติกรรมการเลือกกินอาหารของมดคันไฟ เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการล่อและดักจับมดได้ หรือใช้ในการจัดการกับศัตรูพืชแบบบูรณาการ ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายที่เกิดกับผลผลิตทางการเกษตรและบริเวณที่อยู่อาศัยได้

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

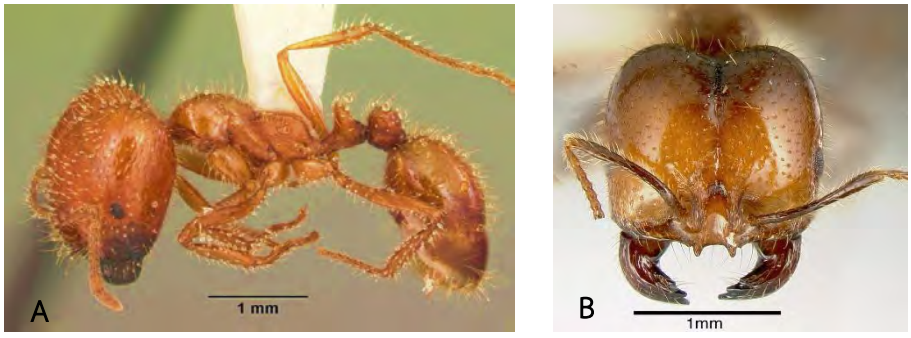
- เพื่อศึกษากิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟ *S. geminata*
- เพื่อศึกษาผลของชนิดและปริมาณอาหารต่อการเลือกกินของมดคันไฟ *S. geminata*

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1. มดคันไฟ

มดคันไฟ (Tropical fire ant) มีชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Solenopsis geminata* (Fabricius, 1804) จัดอยู่ในชั้น (Class) Insecta, อันดับ (Order) Hymenoptera, วงศ์ (Family) Formicidae, วงศ์ย่อย (Subfamily) Myrmicinae มดคันไฟเป็นมดขนาดเล็ก-กลาง ความยาวประมาณ 2.3–4.5 มิลลิเมตร ลำตัวมีสีน้ำตาลแดง ผิวของลำตัวเรียบมัน มีขนขึ้นปกคลุมทั้งลำตัว หนวด (antennal segment) มี 10 ปล้อง และปลายหนวดมี 2 ปล้องที่ขยายใหญ่ (segmented club) ตารวม (compound eyes) เจริญดี สันหลังส่วนอกปล้อง 2 และ 3 โค้งมน อกปล้องที่ 3 ค่อนข้างเรียบ มีเอว 2 ปล้อง ปล้องแรก (petiole) เป็นปุ่มคล้ายสามเหลี่ยมและมีก้านเอวค่อนข้างยาว ส่วนปล้องที่ 2 (postpetiole) ค่อนข้างกลม ท้องเป็นรูปวงรีเรียบมันมีขนปกคลุม (ชมัยพร บัวมาศ และคณะ, 2555) ฟันกรามนอก (clypeal teeth) 2 ซี่ และขากรรไกรล่าง (madible) 3 ซี่ (Kim et al., 2019)

มดคันไฟมีถิ่นอาศัยอยู่บริเวณพื้นที่ราบที่แสงแดดสามารถส่องถึง สามารถพบรังของมดชนิดนี้โดยการสังเกตตามพื้นดินบริเวณปากรังมดจะมีลักษณะเป็นเนินดิน อาศัยอยู่รวมกันภายในรังเป็นอาณานิคมขนาดใหญ่ (Trager, 1991; Basari et al., 2006) ซึ่งมดคันไฟจัดเป็นแมลงสังคมที่มีรูปแบบอาณานิคมเป็นปัจจัยสำคัญ (Bourke and Franks, 1995) ประกอบด้วย 3 วรรณะ คือ มดนางพญา (queen) มดเพศผู้ (drone) และมดงาน (worker) มดงานเป็นมดเพศเมียที่เป็นหมัน เป็นวรรณะที่มีจำนวนมากที่สุดภายในรัง ทำหน้าที่ออกหาอาหาร ปกป้องรังจากศัตรู ดูแลรังไข่และตัวอ่อน โดยมดงานจะมี 2 กลุ่ม คือ minor worker และ major worker ซึ่งลักษณะหัวของ major worker สามารถใช้ในการจำแนกมดคันไฟชนิดนี้ได้ (Trager, 1991)



ภาพที่ 2-1 มดคันไฟ *Solenopsis geminata* (A) มุมมองด้านข้าง (ภาพจาก https://www.antweb.org) (B) มุมมองด้านหน้าของส่วนหัว (ภาพจาก http://ants.biology.utah.edu)

มดคันไฟ เป็นมดเขตร้อน มีถิ่นกำเนิดอยู่ที่ทวีปอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ถูกนำเข้ามายังสหรัฐอเมริกาและทางฝั่งตะวันตกของหมู่เกาะอินเดีย จากนั้นก็พบการแพร่กระจายตัวอยู่ทั่วโลกโดยเฉพาะทวีปเอเชียและโอเชียเนีย (Trager, 1991; Wetterer, 2011) ประเทศไทยพบมดมากกว่า 200 ชนิด และมดคันไฟเป็นชนิดที่พบมากที่สุด (Potiwat et al., 2018) โดยกระจายตัวอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศไทย ตั้งแต่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้ และภาคตะวันตก (Nipitwattanaphon et al., 2020)

ภาพที่ 2-2 แผนที่การกระจายตัวของมดคันไฟ *S. geminata* ในประเทศไทย (ภาพจาก Nipitwattanaphon et al., 2020)

2.2. กิจกรรมการออกหาอาหาร

กิจกรรมการออกหาอาหาร (foraging activity) คือ ช่วงเวลาที่สัตว์มีการออกหาอาหารสูงที่สุดในหนึ่งวัน โดยใน *Monomorium pharaonis* (มดละเอียด) และ *M. orientale* ที่อยู่ในสกุลเดียวกันแต่คนละชนิดก็มีช่วงเวลาในการออกหาอาหารแตกต่างกัน โดย *M. pharaonis* มีกิจกรรมการออกหาอาหารสูงที่สุดในช่วงเช้ามืด (00.00–04.00 น.) แต่ *M. orientale* มีกิจกรรมการออกหาอาหารสูงที่สุดในช่วงบ่าย (Loke and Lee, 2005; Mallis, 1997) ทั้งนี้ยังมีมดบางชนิดที่มีกิจกรรมการออกหาอาหารเฉพาะกลางวันหรือกลางคืนเท่านั้น หรือบางชนิดก็ออกหาอาหารได้ทั้งกลางวันและกลางคืน การที่มดมีกิจกรรมการออกหาอาหารในช่วงกลางวัน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแสงสว่างทำให้ง่ายต่อการมองเห็นของมดเพื่อที่จะสามารถหาอาหารได้ (อัศวิทย์ ศรีศักราภิคุปต์, 2559)

โดยทั่วไปกิจกรรมการออกหาอาหารของมดส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในช่วงกลางวัน เช่น *S. nitens* (มดคันไฟ) มีกิจกรรมการออกหาอาหารในช่วงเวลา 08.00–15.00 น. (Sengupta et al., 2010) และ *Tapinoma indicum* (มดเหม็น) มีกิจกรรมการออกหาอาหารในช่วงเวลา 07.30–17.30 น. (Chong and Lee, 2006) แสดงให้เห็นว่ามดต่างชนิดกันก็มีช่วงเวลาของกิจกรรมการออกหาอาหารที่เหมือนกันได้ แต่ในการศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมการออกหาอาหารของ *S. geminata* ในประเทศมาเลเซีย กล่าวว่า *S. geminata* มีกิจกรรมการออกหาอาหารในช่วง 15.00–23.00 น. และจะสูงสุดในช่วงกลางคืนหรือตอนที่ไม่มีแสงสว่าง (Basari et al., 2006)

นอกจากนี้การออกหาอาหารของมดที่มีความแตกต่างกันอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพ (Evans and Leston, 1971) ได้แก่ ปริมาณแสง อุณหภูมิ และความชื้น ที่สามารถส่งผลต่อกิจกรรมการออกหาอาหาร (Vowles, 1995) โดยแต่ละชนิดมีแนวโน้มที่จะออกหาอาหารภายในช่วงอุณหภูมิและความชื้นที่ชัดเจน (Holldobler and Wilson, 1990) เช่น ที่ช่วงอุณหภูมิ 15–30 องศาเซลเซียส พบว่า *Linepithema humile* (argentine ant) มีกิจกรรมการออกหาอาหารสูงที่สุด แต่จะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Markin, 1970) เช่นเดียวกับ *Pachycondyla sennaarensis* (samsum ant) ที่จะพบระดับการออกหาอาหารสูงที่สุดในช่วงอุณหภูมิ 16–21 องศาเซลเซียส และความชื้นในดินที่ 52–58 เปอร์เซ็น (Mashaly et al., 2013)

2.3 การเลือกกินอาหาร

มดส่วนใหญ่เป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถกินได้ทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร โดยทำหน้าที่เป็นทั้งผู้ล่าและผู้กินซาก อย่างไรก็ตาม มดเป็นแมลงที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ซึ่งแต่ละช่วงของวงจรชีวิตจะมีความต้องการสารอาหารประเภทต่าง ๆ แตกต่างกัน (อัศวิทย์ ศรีศักราภิคุปต์, 2559) โดยตัวอ่อน (larva) ต้องการอาหารเพื่อการเจริญเติบโตในขณะที่มดงานต้องการอาหารเพื่อบำรุงการทำงานของร่างกาย (Lach et al., 2010) มีการศึกษาความต้องการสารอาหารของตัวอ่อนและมดงานในมดคันไฟ *S. invicta* พบว่า ตัวอ่อนของมดมีความต้องการสารอาหารประเภทโปรตีนมากกว่าคาร์โบไฮเดรต แต่มดงานมีความต้องการสารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตมากกว่า (Cassill and Tschinkel, 1999) ในทำนองเดียวกัน *P. sennaarensis* มีความต้องการอาหารประเภทโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตอย่างสม่ำเสมอ โดยผลการศึกษาพบว่าเนื้อบดมีการบริโภคมากกว่าอาหารชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากเนื้อบดเป็นอาหารที่มีสารอาหารประเภทโปรตีนสูงกว่าอาหารชนิดอื่น (Mashaly et al., 2013)

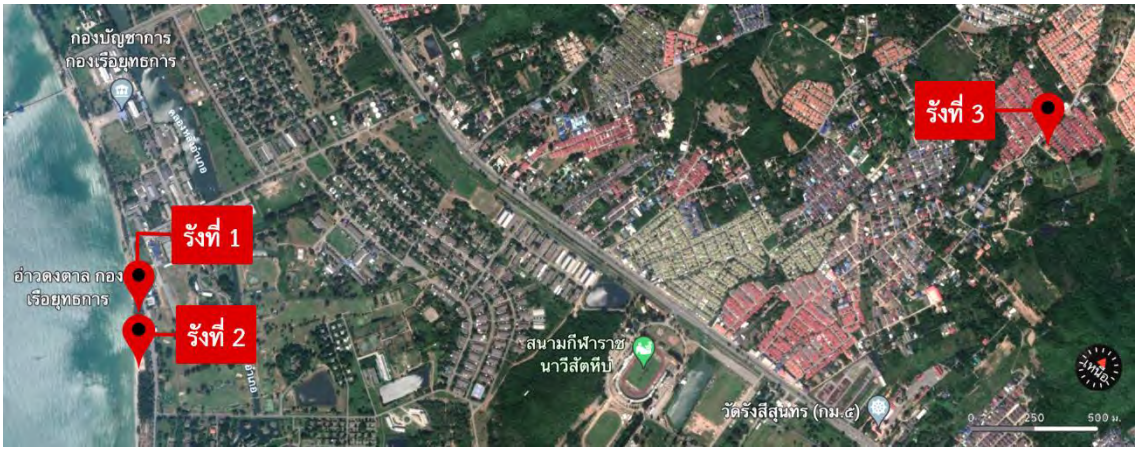
ปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมอาจส่งผลต่อพฤติกรรมการเลือกกินอาหารของมดได้ เช่น พฤติกรรมการเลือกกินอาหารของมดที่เป็นศัตรูพืชในครัวเรือนที่เลือกกินอาหารแตกต่างกัน โดยการศึกษาของ Eow and Lee (2007) มีการศึกษาเกี่ยวกับความชอบด้านอาหารของมดสกุล *Monomorium* จำนวนสามชนิด ได้แก่ *M. pharaonis*, *M. floricola* และ *M. destructor* โดยมดทั้งสามสายพันธุ์นี้ได้รับอาหารที่หลากหลายเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งครอบคลุมสารอาหารหลักสามประเภท ไดแก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ผลการศึกษาพบว่า *M. floricola* เป็นมดที่ชอบน้ำมันซึ่งเป็นอาหารประเภทไขมัน ส่วน *M. destructor* เป็นมดที่ชอบน้ำตาลซึ่งเป็นอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต และ *M. pharaonis* ชอบทั้งโปรตีนและน้ำมัน

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1. สำรวจแหล่งที่อยู่อาศัยและวิเคราะห์ชนิดมดคันไฟ

สำรวจหาแหล่งที่อยู่อาศัยของมดคันไฟ ชนิด *S. geminata* ในพื้นที่อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2564 พร้อมทำการปักหมุดตำแหน่งของรังมดที่พบเพื่อใช้ในการศึกษา และเก็บตัวอย่างมดที่พบในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อนำมาวิเคราะห์ชนิดจากลักษณะทางสัณฐานภายนอกโดยใช้ไดโคโตมัสคีย์ (dichotomous key) (Ant identification key; AntWeb, 2021; Trager, 1991) ณ ห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาพฤติกรรม อาคารคลุ้ม วัชโรบล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสำรวจหาแหล่งที่อยู่อาศัยและเก็บตัวอย่างมด พบรังมดที่เป็นมดคันไฟ *S. geminata* จำนวน 3 รัง โดยรังที่ 1 และ 2 ตั้งอยู่ที่หาดอ่าวดงตาล กองเรือยุทธการ ส่วนรังที่ 3 อยู่ในเขตชุมชน ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ตำแหน่งของรังมดคันไฟ *S. geminata* จำนวน 3 รัง
จากพื้นที่ในอำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี (ภาพจาก https://earth.google.com/web)

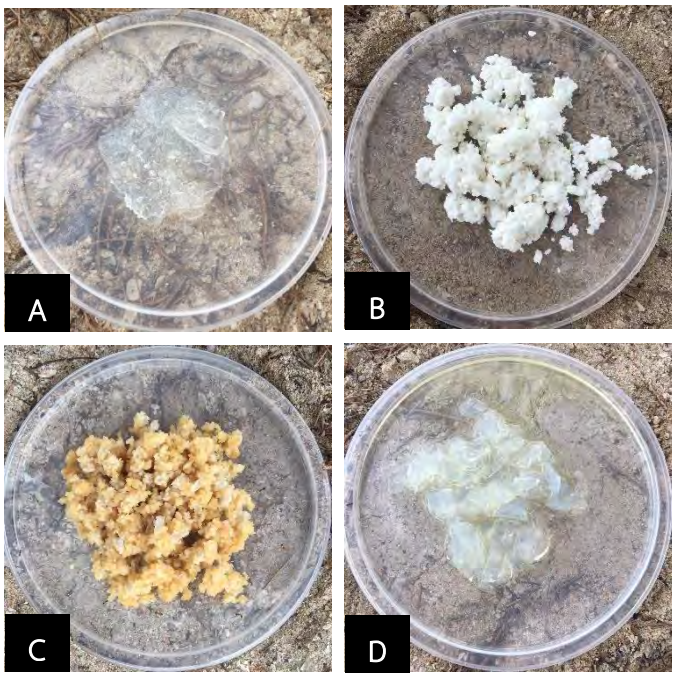
3.2. ศึกษากิจกรรมการออกหาอาหาร (foraging activity) ของมดคันไฟ

ศึกษากิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟในพื้นที่ศึกษา เพื่อหาช่วงเวลาที่มดมีกิจกรรมการออกหาอาหารสูงที่สุด ทำการเก็บข้อมูลจำนวนมดคันไฟทั้ง 3 รัง โดยสังเกตในช่วงเวลา 07.00–18.00 น. นับจำนวนมดที่เดินเข้า–ออกรังเป็นเวลา 5 นาที ทุก ๆ 1 ชั่วโมง จำนวน 2 ครั้ง (วัน) ต่อหนึ่งรัง เพื่อใช้ในการกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับศึกษาการเลือกกินอาหารของมดคันไฟ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอุณหภูมิในอากาศ อุณหภูมิในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ความชื้นในดิน และปริมาณแสง ณ เวลาที่มีการบันทึกทุกครั้ง

3.3. ศึกษาการเลือกกินอาหารของมดคันไฟ

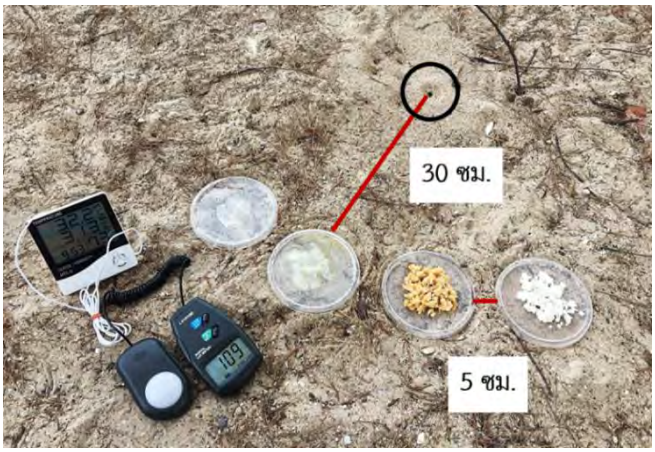
3.3.1. ทดสอบกับชนิดอาหาร

อาหารที่ใช้ในการทดสอบมี 4 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลทราย แป้งข้าวเจ้า ถั่วลิสงบด และน้ำมันพืช (ภาพที่ 3-2) โดยอาหารจะถูกเตรียมผสมกับวุ้นในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก ให้ได้ปริมาณรวม 8 กรัม และใส่ไว้ในจานพลาสติกใสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร



ภาพที่ 3-2 อาหารที่ใช้ทดสอบทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ (A) น้ำตาลทรายผสมวุ้น (B) แป้งข้าวเจ้าผสมวุ้น (C) ถั่วลิสงบดผสมวุ้น (D) น้ำมันพืชผสมวุ้น

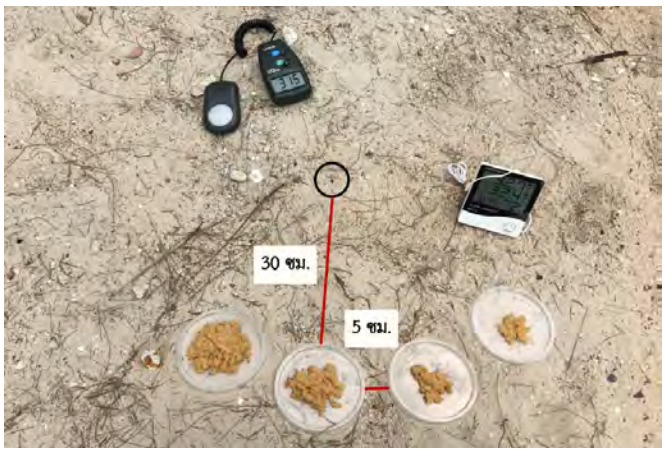
การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนมดคันไฟ *S. geminata* ทั้ง 3 รัง โดยนำอาหารทั้ง 4 ชนิดที่ได้จัดเตรียมปริมาณ 8 กรัม มาวางแบบสุ่ม ห่างจากปากรัง 30 เซนติเมตร (ภาพที่ 3-3) และเลือกนำอาหารมาวางทดสอบในช่วงที่มดมีกิจกรรมออกหาอาหารสูงที่สุด (09.00–11.00 น.) สังเกตพฤติกรรมของมดคันไฟในการเลือกกินอาหาร โดยตรวจจากน้ำหนักของอาหารที่หายไปและจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหารแต่ละชนิดด้วยการบันทึกภาพ ทุก ๆ 15 นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 2 ครั้ง (วัน) ต่อหนึ่งรัง พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอุณหภูมิในอากาศ อุณหภูมิในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ความชื้นในดิน และปริมาณแสง ณ เวลาที่มีการบันทึกภาพทุกครั้ง



ภาพที่ 3-3 การวางอาหารทดสอบทั้ง 4 ชนิด โดยวางแบบสุ่ม ห่างจากปากรัง (ในวงกลมสีดำ) 30 เซนติเมตร และอาหารแต่ละชนิดห่างกัน 5 เซนติเมตร

3.3.2. ทดสอบกับปริมาณอาหาร

การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลจำนวนมดคันไฟ *S. geminata* ทั้ง 3 รัง โดยนำชนิดอาหารที่มดเลือกกินมากที่สุดมาทดสอบผลของปริมาณต่อการเลือกกิน โดยใช้อาหารปริมาณ 4, 8, 16 และ 32 กรัม มาวางแบบสุ่ม ห่างจากปากรัง 30 เซนติเมตร (ภาพที่ 3-4) และเลือกนำอาหารมาวางทดสอบในช่วงที่มดมีกิจกรรมออกหาอาหารสูงที่สุด (09.00–11.00 น.) สังเกตพฤติกรรมของมดคันไฟในการเลือกกินอาหาร โดยตรวจจากน้ำหนักของอาหารที่หายไปและจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหารแต่ละชนิดด้วยการบันทึกภาพ ทุก ๆ 15 นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จำนวน 2 ครั้ง (วัน) ต่อหนึ่งรัง พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลอุณหภูมิในอากาศ อุณหภูมิในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ความชื้นในดิน และปริมาณแสง ณ เวลาที่มีการบันทึกภาพทุกครั้ง



ภาพที่ 3-4 การวางถั่วลิสงบดผสมวุ้นทั้ง 4 ปริมาณ โดยแบบสุ่ม ห่างจากปากรัง (ในวงกลมสีดำ) 30 เซนติเมตร และอาหารแต่ละปริมาณห่างกัน 5 เซนติเมตร

3.4. วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ

นำข้อมูลการศึกษากิจกรรมการออกหาอาหารมาหาค่าเฉลี่ย เพื่อหาช่วงเวลาที่มดคันไฟมีกิจกรรมการออกหาอาหารมากที่สุด ในการนำช่วงเวลาดังกล่าว มาเป็นช่วงที่ใช้ในการทดสอบกับชนิดอาหารและปริมาณอาหาร

การทดสอบผลของชนิดและปริมาณอาหาร นำข้อมูลของปริมาณอาหารที่หายไปและจำนวนมดที่เข้ามาสัมผัสกับอาหารแต่ละชนิด มาหาค่าเฉลี่ย (mean) และค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error หรือ SE) พร้อมทั้งเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวแปรแต่ละกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way ANOVA) ในโปรแกรม SPSS Version 22 และยอมรับค่าความเชื่อมั่นทางสถิติที่ $P \leq 0.05$

บทที่ 4
ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลัก ดังนี้

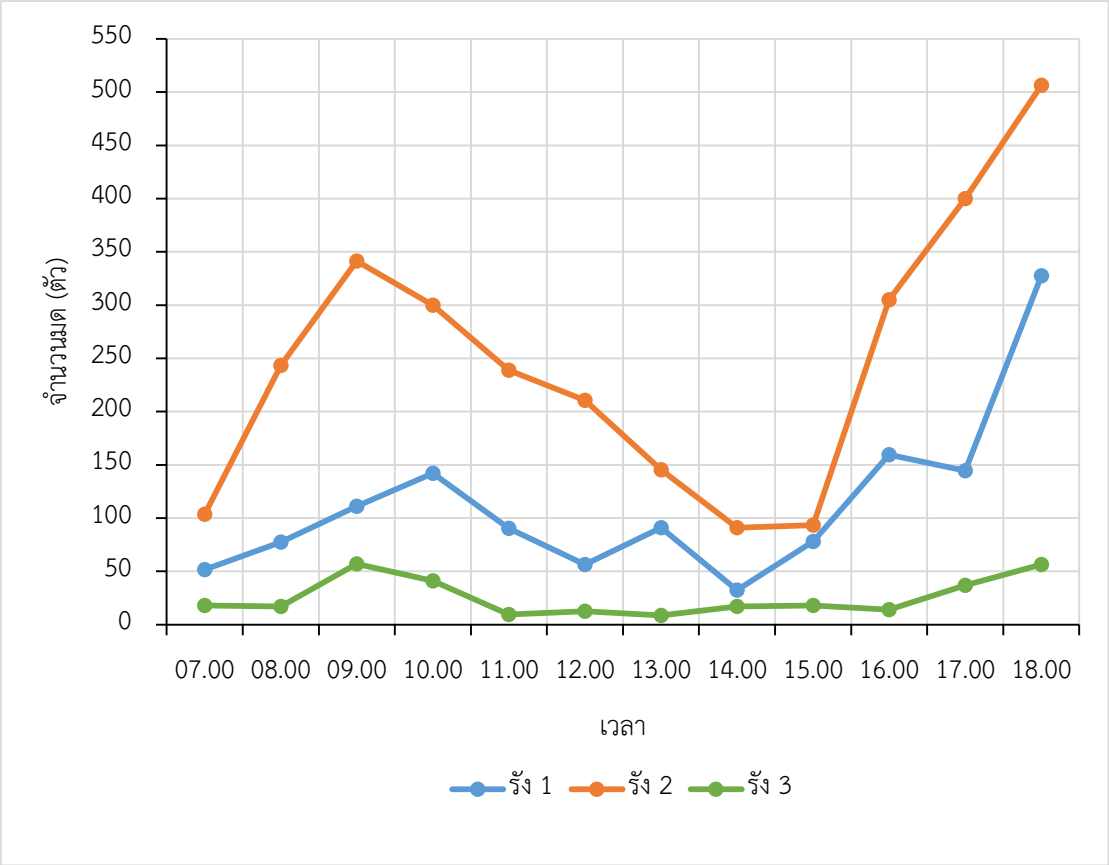
ส่วนที่ 4.1 ผลการศึกษากิจกรรมการออกหาอาหาร นำเสนอข้อมูลช่วงเวลาการออกหาอาหารของมดคันไฟ โดยกล่าวถึงช่วงเวลาที่มดคันไฟมีกิจกรรมการออกหาอาหารมากที่สุด และค่าเฉลี่ยค่าปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ

ส่วนที่ 4.2 ผลการทดสอบกับชนิดอาหาร นำเสนอข้อมูลทางสถิติ โดยกล่าวถึงจำนวนมดที่เข้ามาสัมผัสกับอาหารและปริมาณอาหารที่หายไปของอาหารแต่ละชนิด เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวแปรแต่ละกลุ่ม (การเลือกกินอาหารชนิดต่าง ๆ) และผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ส่วนที่ 4.3 ผลการทดสอบกับปริมาณอาหาร นำเสนอข้อมูลทางสถิติ โดยกล่าวถึงจำนวนมดที่เข้ามาสัมผัสกับอาหาร (ถั่วลิสงบด) และปริมาณอาหารที่หายไปของอาหารแต่ละปริมาณ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าตัวแปรแต่ละกลุ่ม (การเลือกกินอาหารปริมาณต่าง ๆ) และผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

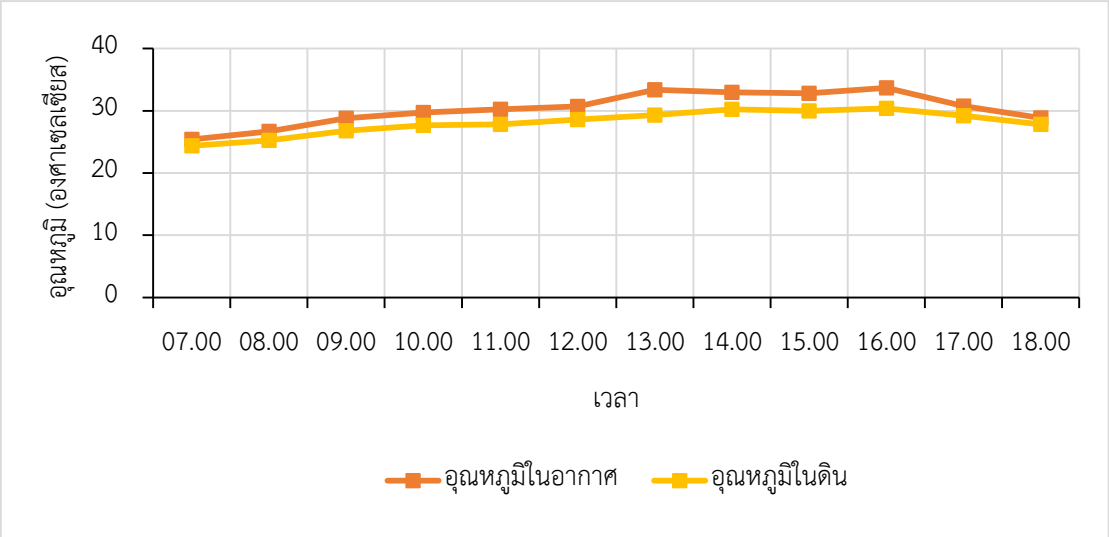
4.1. ผลการศึกษากิจกรรมการออกหาอาหาร

มดคันไฟรังที่ 1 มีกิจกรรมการออกหาอาหารสูงขึ้นในช่วง 07.00–09.00 น. และกลับมาสูงขึ้นอีกครั้งในช่วง 15.00–18.00 น. ส่วนมดคันไฟรังที่ 2 มีกิจกรรมการออกหาอาหารสูงขึ้นในช่วง 07.00–10.00 น. และกลับมาสูงขึ้นอีกครั้งในช่วง 14.00–18.00 น. และมดคันไฟรังที่ 3 มีกิจกรรมการออกหาอาหารสูงขึ้นในช่วง 08.00–09.00 น. และกลับมาสูงขึ้นอีกครั้งในช่วง 16.00–18.00 น. ดังภาพที่ 4-1

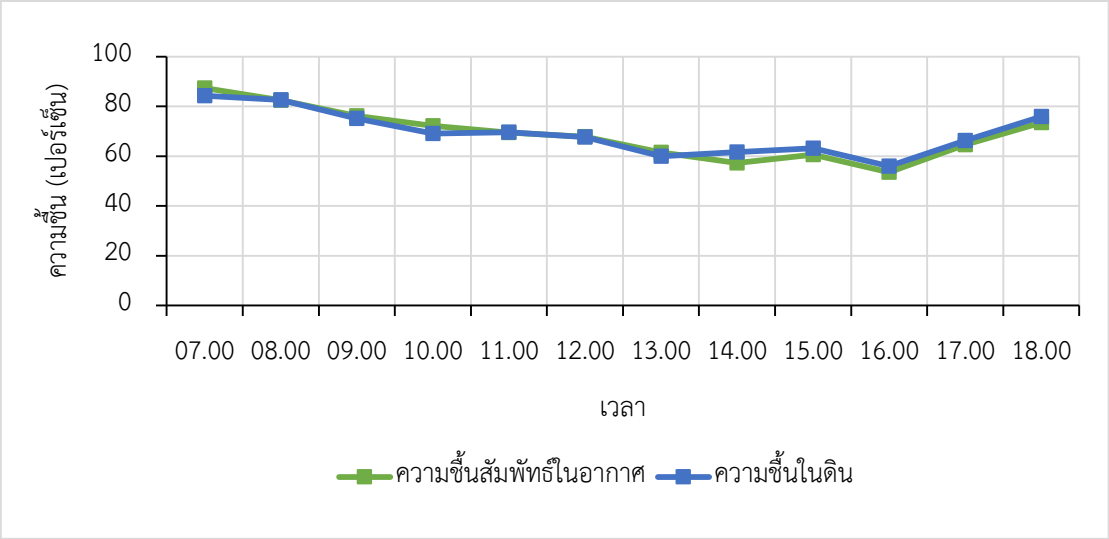


ภาพที่ 4-1 กิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟ *S. geminata* ในช่วงเวลา 07.00–18.00 น.

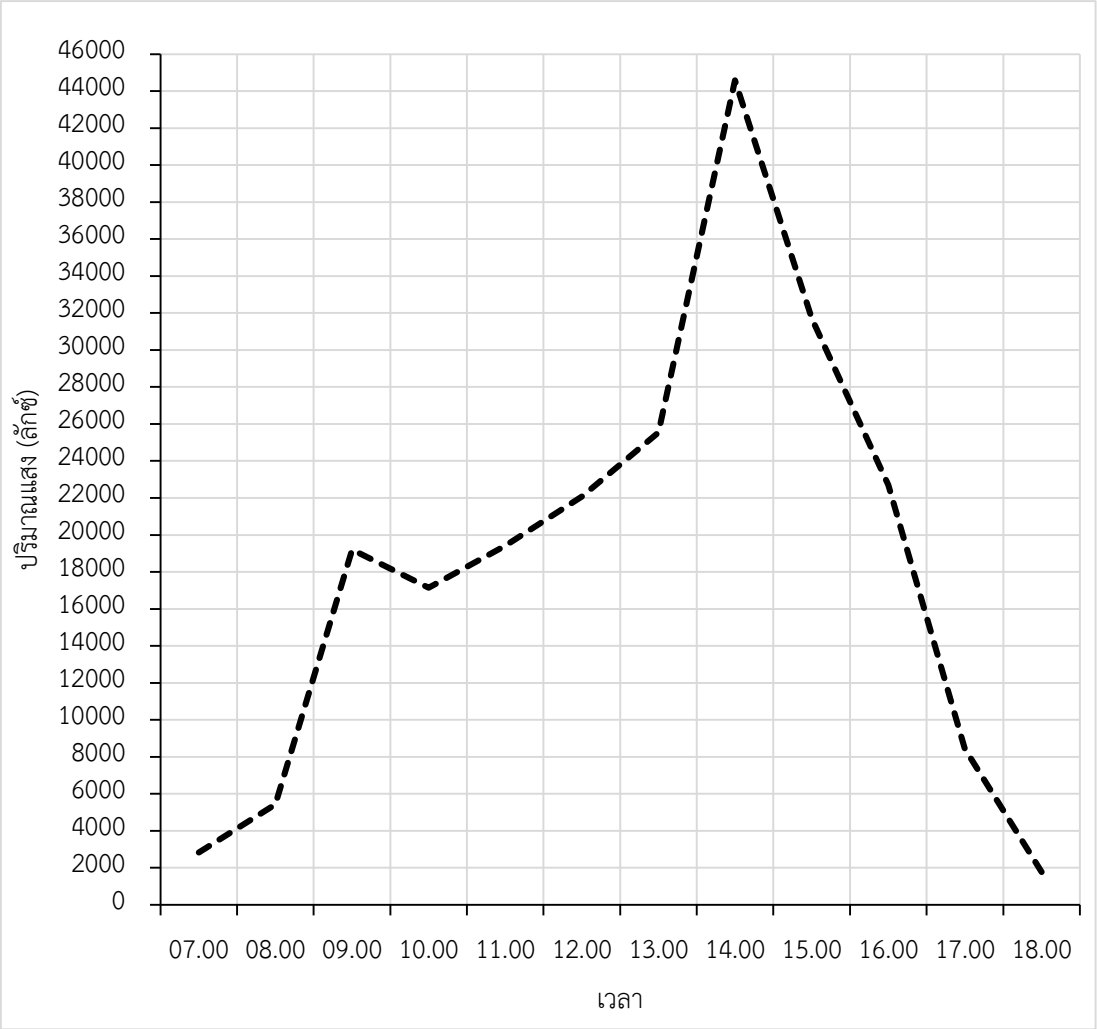
ปัจจัยด้านอุณหภูมิพบว่า อุณหภูมิในอากาศอยู่ในช่วง 25.4–28.9 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในดินอยู่ในช่วง 24.4–27.9 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4-2) ส่วนปัจจัยด้านความชื้นพบว่าในช่วงเช้ามีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงถึง 87.3 เปอร์เซ็น และต่ำสุดในช่วงบ่ายประมาณ 53.5 เปอร์เซ็น จากนั้นความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกลับมาสูงอีกครั้งในช่วงเย็น (16.00 น. เป็นต้นไป) ส่วนความชื้นในดินตลอดทั้งวันจะอยู่ที่ 56.0–84.3 เปอร์เซ็น (ภาพที่ 4-3) และปัจจัยด้านปริมาณแสงพบว่า ปริมาณแสงสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 08.00–13.00 น. และที่ 14.00 น. มีปริมาณแสงสูงสุดถึง 44,583 ลักซ์ (ภาพที่ 4-4)



ภาพที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในอากาศและอุณหภูมิในดินของมดคันไฟทั้ง 3 รัง

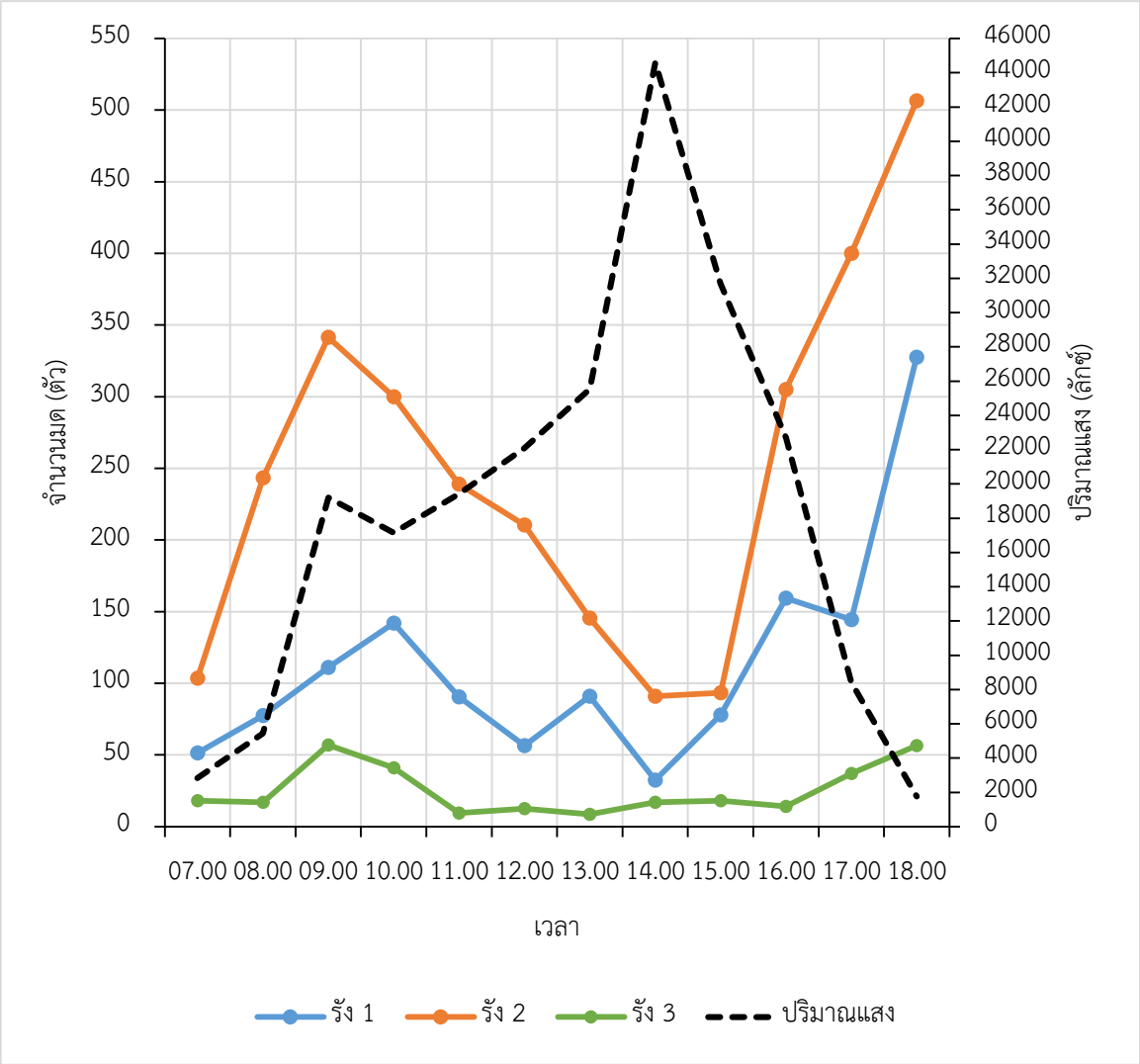


ภาพที่ 4-3 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศและความชื้นในดินของมดคันไฟทั้ง 3 รัง



ภาพที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยปริมาณแสงของมดคันไฟทั้ง 3 รัง ตั้งแต่เวลา 07.00–18.00 น.

เมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างช่วงที่มดคันไฟมีกิจกรรมการออกหาอาหารมากที่สุดกับค่าปัจจัยทางกายภาพต่าง ๆ พบว่า กิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟมีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงมากที่สุด โดยตั้งแต่ 07.00–13.00 น. และ 15.00–18.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มดคันไฟมีกิจกรรมการออกหาอาหารอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะมีกิจกรรมสูงสุดที่เวลา 09.00 น. และ 18.00 น. ส่วนช่วงเวลาประมาณ 13.00–15.00 น. เป็นช่วงที่มีปริมาณแสงเพิ่มสูงขึ้น จะเห็นว่าเป็นช่วงที่มดคันไฟมีกิจกรรมการออกหาอาหารลดลงอย่างต่อเนื่อง และที่เวลา 14.00 น. เป็นเวลาที่มีปริมาณแสงสูงที่สุด ซึ่งจะเห็นว่ามดคันไฟมีกิจกรรมการออกหาอาหารน้อยที่สุดเช่นกัน ดังภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟกับปริมาณแสง

4.2. ผลการทดสอบกับชนิดอาหาร

เมื่อนำจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหารแต่ละชนิด ภายในเวลา 2 ชั่วโมง (09.00–11.00 น.) มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย พบว่า ถั่วลิสงบดมีค่าเฉลี่ยจำนวนมดที่เข้าสัมผัสมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 93.16 ตัว รองลงมาได้แก่ น้ำตาลทราย มีค่าเฉลี่ย 63.44 ตัว แป้งข้าวเจ้า มีค่าเฉลี่ย 52.55 ตัว และ น้ำมันพืช มีค่าเฉลี่ย 30.28 ตัว ตามลำดับ นอกจากนี้ เมื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่หายไป พบว่า ถั่วลิสงบดเป็นชนิดอาหารที่ถูกกินไปมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 กรัม รองลงมาได้แก่ แป้งข้าวเจ้า มีค่าเฉลี่ย 3.96 กรัม น้ำตาลทราย มีค่าเฉลี่ย 1.99 กรัม และน้ำมันพืช มีค่าเฉลี่ย 1.31 กรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหาร และปริมาณอาหารที่หายไป ภายในเวลา 2 ชั่วโมง

ชนิดอาหาร	N	Mean ± SE	
		จำนวนมด (ตัว)	อาหารที่หายไป (กรัม)
น้ำตาลทราย	3	63.44 ± 31.52	1.99 ± 0.59
แป้งข้าวเจ้า	3	52.55 ± 34.18	3.96 ± 1.29
ถั่วลิสงบด	3	93.16 ± 20.64	4.36 ± 0.63
น้ำมันพืช	3	30.28 ± 29.72	1.31 ± 0.38

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของการเลือกชนิดอาหาร เมื่อจำแนกตามจำนวนมดที่เข้าสัมผัสกับอาหารพบว่า จำนวนมดที่พบในอาหารแต่ละชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P = 0.534) (ตารางที่ 4-2) และเมื่อจำแนกตามปริมาณอาหารที่หายไปพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชนิดอาหารอย่างมีนัยสำคัญเช่นเดียวกัน (P = 0.072) (ตารางที่ 4-3)

ตารางที่ 4-2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเลือกกินชนิดอาหาร จำแนกตามจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหาร

การเลือกกินชนิดอาหาร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
การเลือกกินชนิดอาหาร	ระหว่างกลุ่ม	6151.540	3	2050.513	.788	.534
	ภายในกลุ่ม	20828.237	8	2603.530		
	รวม	26979.777	11			

ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเลือกกินชนิดอาหาร จำแนกตามปริมาณอาหารที่หายไป

การเลือกกินชนิดอาหาร	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
การเลือกกินชนิดอาหาร	ระหว่างกลุ่ม	19.813	3	6.604	3.436	.072
	ภายในกลุ่ม	15.377	8	1.922		
	รวม	35.190	11			

4.3. ผลการทดสอบกับปริมาณอาหาร

เมื่อนำจำนวนมดที่เข้าสัมผัสถั่วลิสงบดทั้ง 4 ปริมาณ ภายในเวลา 2 ชั่วโมง (09.00–11.00 น.) มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย พบว่า ถั่วลิสงบดที่ 16 กรัม มีค่าเฉลี่ยจำนวนมดที่เข้าสัมผัสมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 91.80 ตัว รองลงมาได้แก่ ถั่วลิสงบดที่ 32 กรัม มีค่าเฉลี่ย 90.26 ตัว ถั่วลิสงบดที่ 8 กรัม มีค่าเฉลี่ย 48.96 ตัว และถั่วลิสงบดที่ 4 กรัม มีค่าเฉลี่ย 39.82 ตัว ตามลำดับ (ตารางที่ 4-4) นอกจากนี้ เมื่อคำนวณหาค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่หายไป พบว่า ถั่วลิสงบดที่ 32 กรัม เป็นปริมาณที่ถูกกินไปมากที่สุด มีค่าฉลี่ยเท่ากับ 4.84 กรัม รองลงมาได้แก่ ถั่วลิสงบดที่ 16 กรัม มีค่าเฉลี่ย 1.90 กรัม ถั่วลิสงบดที่ 8 กรัม มีค่าเฉลี่ย 1.61 กรัม และถั่วลิสงบดที่ 8 กรัม มีค่าเฉลี่ย 0.75 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4-5)

ตารางที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยจำนวนมดที่เข้าสัมผัสถั่วลิสงบด และปริมาณอาหารที่หายไป ภายในเวลา 2 ชั่วโมง

ปริมาณถั่วลิสงบด (กรัม)	N	Mean ± SE	
		จำนวนมด (ตัว)	อาหารที่หายไป (กรัม)
4	3	39.82 ± 20.96	0.75 ± 0.11
8	3	48.96 ± 28.99	1.61 ± 0.52
16	3	91.80 ± 16.00	1.90 ± 0.22
32	3	90.26 ± 18.56	4.84 ± 0.66

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของการเลือกถั่วลิสงบดที่ปริมาณต่าง ๆ เมื่อจำแนกตามจำนวนมดที่เข้าสัมผัสถั่วลิสงบดพบว่า จำนวนมดที่พบในถั่วลิสงบดแต่ละปริมาณไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.270$) (ตารางที่ 4-5) และเมื่อจำแนกตามปริมาณอาหารที่หายไปพบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างปริมาณอาหารอย่างน้อย 1 ปริมาณ อย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.001$) (ตารางที่ 4-6) ถั่วลิสงบดทั้ง 4 ปริมาณ มีปริมาณอาหารที่หายไปแตกต่างกัน โดยถั่วลิสงบดที่ปริมาณ 32 กรัม จะมีปริมาณอาหารที่หายไปมากที่สุด (ตารางที่ 4-7)

ตารางที่ 4-5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเลือกกินถั่วลิสงบดทั้ง 4 ปริมาณ จำแนกตามจำนวนมดที่เข้าสัมผัสอาหาร

การเลือกกินถั่วลิสงบด	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
การเลือกกินถั่วลิสงบด	ระหว่างกลุ่ม	6654.918	3	2218.306	1.573	.270
	ภายในกลุ่ม	11280.711	8	1410.089		
	รวม	17935.629	11			

ตารางที่ 4-6 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเลือกกินถั่วลิสงบดทั้ง 4 ปริมาณ จำแนกตามปริมาณอาหารที่หายไป

การเลือกกินถั่วลิสงบด	แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
การเลือกกินถั่วลิสงบด	ระหว่างกลุ่ม	28.509	3	9.503	16.529	.001
	ภายในกลุ่ม	4.599	8	.575		
	รวม	33.108	11			

ตารางที่ 4-7 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

ปริมาณถั่วลิสงบด (กรัม)	Mean ± SD	Dancan*
4	0.745 ± 0.191	a
8	1.610 ± 0.904	a
16	1.900 ± 0.380	a
32	4.840 ± 1.141	b

*ตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่หายไปมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็น

บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาการเลือกกินอาหารของมดคันไฟ *S. geminata* ในพื้นที่อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี โดยได้ทำการศึกษากิจกรรมการออกหาอาหาร ศึกษาการเลือกเข้าสัมผัสและกินอาหารชนิดต่าง ๆ รวมทั้งได้ทำการศึกษาค่าปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิในอากาศ อุณหภูมิในดิน ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ความชื้นในดิน และปริมาณแสงที่สามารถส่งผลต่อกิจกรรมการออกหาอาหารและการเลือกกินของมดคันไฟ

การศึกษากิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟ *S. geminata* เริ่มศึกษาที่เวลา 07.00–18.00 น. พบว่าที่ช่วงเวลา 07.00–10.00 น. และ 15.00–18.00 น. คือช่วงเวลาที่มดคันไฟมีการออกหาอาหารสูงที่สุด โดยดูจากจำนวนมดที่เข้าและออกจากรังมีจำนวนเพิ่มขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มโอกาสในการหาแหล่งอาหารให้ได้เร็วยิ่งขึ้น (Pearce, 2008) นอกจากนี้ช่วงเวลาดังกล่าวยังมีความสอดคล้องกับปริมาณแสง พบว่าปริมาณแสงที่ช่วง 0–20,000 ลักซ์ เป็นช่วงแสงที่เหมาะสมต่อการออกหาอาหารของมดคันไฟ แต่เมื่อปริมาณแสงเพิ่มสูงขึ้นทำให้มดคันไฟมีกิจกรรมการออกหาอาหารลดลง อาจเป็นเพราะปริมาณแสงที่เพิ่มขึ้นทำให้อุณหภูมิในอากาศและอุณหภูมิในดินสูงขึ้นถึง 30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสมต่อมดคันไฟ เช่นเดียวกับ *Tapinoma indicum* ที่มีรายงานว่าเมื่อสภาพแวดล้อมภายนอกมีอุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส อัตราการออกหาอาหารจะลดลง (Chong and Lee, 2006)

มดคันไฟ *S. geminata* มีการเลือกเข้าสัมผัสและกินอาหารชนิดถั่วลิสงบดมากที่สุด เนื่องจากถั่วลิสงบดมีสารอาหารประเภทโปรตีนสูง ซึ่งเป็นสารอาหารที่สำคัญต่อแมลงสังคม ในการเลี้ยงดูและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนและนางพญาภายในรัง (อัศวิทย์ ศรีศักราภิคุปต์, 2559; Howard and Tschinkel, 1981) อีกทั้งถั่วลิสงบดยังเป็นอาหารที่ง่ายต่อการขนกลับไปยังรัง เนื่องจากเป็นอาหารแห้งที่มีขนาดเล็กทำให้ใช้พลังงานในการขนส่งน้อย สามารถเก็บไว้ในรังได้นานกว่าอาหารชนิดอื่น จึงคุ้มค่าต่อการขนส่ง (เมธิตา เปี่ยมสุธานนท์, 2554) ส่วนน้ำตาลทรายและแป้งข้าวเจ้าเป็นอาหารที่ให้สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรต ซึ่งจำเป็นต่อมดงานในการการบำรุงร่างกาย (Stein et al., 1990) จึงพบการเลือกเข้าสัมผัสและกินอาหารสองชนิดนี้รองลงมา และน้ำมันพืชเป็นชนิดอาหารที่พบการเข้าสัมผัสและเลือกกินของมดคันไฟน้อยที่สุด โดยน้ำมันพืชเป็นสารอาหารประเภทไขมัน ซึ่งเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานสูงเมื่อเทียบกับสารอาหารประเภทโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต แต่จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า มดคันไฟ *S. geminata* ไม่ได้ต้องการสารอาหารประเภทไขมัน แต่ต้องการอาหารที่ให้สารอาหารประเภทโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตมากกว่า ซึ่งแตกต่างจากมดที่อยู่ใน

สกุลเดียวกันคือ *S. nitens* และ *S. invicta* ที่มีการเลือกเข้าสัมผัสอาหารที่เป็นน้ำมัน (Glunn et al., 1981; Sengupta et al., 2010)

ทั้งนี้เมื่อศึกษาอาหารที่ปริมาณต่าง ๆ โดยใช้ถั่วลิสงบดเป็นอาหาร พบว่า ปริมาณถั่วลิสงบดที่ 32 กรัม มีการเลือกเข้าสัมผัสและกินอาหารของมดคันไฟมากที่สุด ซึ่งการเลือกอาหารของมดอาจขึ้นกับความต้องการทางด้านสารอาหารของประชากรมดในวรรณต่าง ๆ ภายในรัง (Csata and Dussutour, 2019) หากภายในรังพบประชากรตัวอ่อนมดมาก อาหารที่ให้สารอาหารประเภทโปรตีนก็จะมีความสำคัญและจำเป็นอย่างมาก แต่หากพบประชากรของมดงานมากกว่า สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตก็จะมีความสำคัญและจำเป็นมากกว่า (Dussutour and Simpson, 2012) และจากผลการศึกษาที่มดคันไฟเข้าหาอาหารที่ปริมาณ 32 กรัม จึงเป็นไปได้ว่าภายในรังที่ทำการศึกษาอาจมีประชากรของตัวอ่อนมดในสัดส่วนที่มากกว่ามดงาน นอกจากนี้ปริมาณอาหารที่ 16, 8 และ 4 กรัม ก็พบการเลือกเข้าสัมผัสและกินอาหารเช่นกัน แต่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงของการเลือกเข้าหาแหล่งอาหารของมดคันไฟได้อย่างชัดเจน โดยเริ่มต้นที่แต่ละปริมาณอาหารมีการกระจายตัวและการเข้าสัมผัสกับอาหารของมดอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเวลาผ่านไปมดคันไฟมีการเปลี่ยนเส้นทางจากถั่วลิสงบดที่ปริมาณต่าง ๆ ไปยังปริมาณที่ 32 กรัมมากขึ้น ซึ่งเส้นทางการเข้าหาอาหารของมดที่ทำหน้าที่ออกหาอาหารจะอาศัยการปล่อยฟีโรโมน (pheromone) ออกมาตามทางเชื่อมระหว่างรังและแหล่งอาหาร (Holway, 1999) โดยจะเห็นเส้นทางเดินของมดเป็นเส้นตรง เพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ถึงแหล่งอาหารในระยะทางที่สั้นที่สุด (Jones and Phillips, 1990) และสาเหตุของการเปลี่ยนเส้นทางการเข้าหาแหล่งอาหาร อาจเป็นเพราะแหล่งอาหารที่มีปริมาณอาหารมากอาจแสดงถึงสัดส่วนของคุณค่าทางสารอาหารที่มากเช่นกัน

จากผลการศึกษาดังที่กล่าวมานั้น สามารถนำข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกกินชนิดและปริมาณอาหารของมดคันไฟมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดจากการก่อกวนจากมดได้ ทั้งนี้ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้อาจมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องจากความไม่แม่นยำของผู้ศึกษาในขณะทำการศึกษา หรือข้อมูลที่ทำการศึกษายังมีน้อย ดังนั้นหากทำการศึกษาที่ต้องใช้ข้อมูลของกลุ่มประชากรตัวอย่าง ควรมีการเก็บข้อมูลให้มากขึ้นหรือให้เพียงพอต่อการนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของผลการศึกษาน้อยที่สุด อีกทั้งเป็นการเพิ่มความแม่นยำของผลการศึกษาซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำไปใช้ต่อยอดการศึกษาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

ชมัยพร บัวมาศ, ชลิดา อุณหวุฒิ และ ลักขณา บำรุงศรี. 2555. ชนิดของมดที่อาศัยร่วมกับเพลี้ยแป้งสกุล *Phenacoccus*. ใน รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2555 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. หน้า 2187–2195.

ดวงแข สิทธิเจริญชัย, ชัชวาล ใจซื่อกุล และนราธิป จันทรสวัสดิ์. 2558. ความหลากหลายและบทบาทของมดในระบบนิเวศป่าเต็งรัง จังหวัดน่าน. ใน รายงานวิจัย ทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินปี 2558. 118 หน้า.

ธนิษฐ์ ธนิษฐ์เวธน์. 2558. โครงการออกแบบอุปกรณ์สำหรับเลี้ยงและศึกษาเกี่ยวกับมด. ศิลปนิพนธ์ปริญญาศิลปบัณฑิต, ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะมัณฑนศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

เมธิตา เปี่ยมสุธานนท์. 2554. พฤติกรรมการเลือกกินอาหารบางประการของมดละเอียดชนิด *Monomorium destructor* (Hymenoptera: Formicidae). วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 38 หน้า.

อัศวิทย์ ศรีศักราภิคุปต์. 2559. พฤติกรรมการหาอาหารและการเลือกชนิดอาหารของมดละเอียดท้องดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต, สาขาวิชาสัตววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 128 หน้า.

Ayre, G.L. 1977. Exotic ants in Winnipeg. Manitoba Entomologist. 11: 41–44.

Basari, N., Hassan, A.A., Salmah, M.R.C. and Tahir, N.A. 2006. Daily foraging pattern and proteinaceous food preferences of *Solenopsis geminata* (Fabricius) (Hymenoptera: Formicidae). Tropical Biomedicine. 23(2): 134–139.

Bolton, B. 1995. A new general catalogue of the ants of the World Barry. In Harvard University Press, Cambridge, MA. 504 pp.

Bourke, A.F.G. and Franks, N.R. 1995. Social evolution in ants. In Princeton University Press.

Capinera, J.L., Bennett, F.D. and Rosen, D. 1994. Pest management in the subtropics: biological control – a Florida perspective. 737 pp.

Cassill, D.L. and Tschinkel, W.R. 1999. Regulation of diet in the fire ant, *Solenopsis invicta*. Journal of Insect Behavior. 12(3): 307–328.

Chong, K.F. and Lee, C.Y. 2006. Food preferences and foraging activity of field populations of a pest ant, *Tapinoma indicum* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology. 48(3): 875–883.

Csata, E. and Dussutour, A. 2019. Nutrient regulation in ants (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News. 29: 111–124.

Dussutour, A. and Simpson, S.J. 2012. Ant workers die young and colonies collapse when fed a high-protein diet. Proceedings of the Royal Society B. 279: 2402–2408.

Eow, A.G.H. and Lee, C.Y. 2007. Comparaive nutritional preference of tropical pest ants, *Monomorium pharaonis*, *Monomorium floricola* and *Monomorium destructor* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology 49: 165–186.

Evans, H.C. and Leston, D. 1971. A ponerine ant (Hymenoptera: Formicidae) associated with homoptera on cocoa in Ghana. Bulletin of Entomological Research. 61: 357–362.

Glunn, F.J., Howard, D.F. and Tschinkel, W.R. 1981. Food preference in colonies of the Fire ant *Solenopsis invicta*. Insectes Sociaux. 28: 217–222.

Hoffmann, B.D., Andersen, A.N. and Hill, G.J.E. 1999. Impact of an introduced ant on native rain forest invertebrates: *Pheidole megacephala* in monsoonal Australia. Oecologia. 120(4): 595–604.

Holldobler, B. and Wilson, E.O. 1990. The ants. Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

Holway, D.A. 1999. Competitive mechanisms underlying the displacement of native ants by the invasive Argentine ant. Ecology. 80: 238–251.

Howard, D.F. and Tschinkel, W.R. 1981. The flow of food in colonies of the fire ant, *Solenopsis invicta*: A multifactorial study. Physiological Entomology. 6: 297–306.

Igwe, O.U. and Offiong, S.P. 2015. Chemistry of Semiochemicals used as trail pheromones in tropical fire ant (*Solenopsis geminata*). International Journal of Chemical and Biochemical Sciences. 7: 35–40.

Jones, S.R. and Phillips, S.A. 1990. Resource collecting abilities of *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae) compared with those of three sympatric Texas ants. Southwestern Naturalist. 35: 416–422.

Kim, K.H., Kim, J.S., Cho, H.J., Lee, J.H., Jun, T.H. and Kang, Y.J. 2019. Identification of key genes for the precise classification between *Solenopsis invicta* and *S. geminata* facilitating the quarantine process. Genes(Basel). 10(10): 812.

Lach, L., Parr, C.L. and Abbott, K.L. 2010. Ant Ecology. Oxford: Oxford University Press.

Loke, P.Y. and Lee, C.Y. 2005. Effects of colony compositions and food type on foraging behavior of *Monomorium orientale* (Hymenoptera: Formicidae). Sociobiology. 46: 595–602.

Mallis, A. 1997. Handbook of Pest Control. 8th ed. (n.p.): Mallis Handbook & Technical Training.

Markin, G.P. 1970. Foraging behavior of the Argentine and in a California citrus grove. Journal of Economic Entomology. 63: 740–744.

Mashaly, A.A.M., Al-Mekhlafi, F.A. and Al-Qahtani, A.M. 2013. Foraging activity and food preferences of the samsum ant, *Pachycondyla sennaarensis*. Bulletin of Insectology. 66(2): 187–193.

Nipitwattanaphon, M., Swatdipong, A., Hasin, S., and Wang, J. 2020. Population genetic and social structure survey of *Solenopsis geminata* in Thailand. Zoological Studies. 59(22): 1–13.

Pearce, J.M.C. 2008. Fast food: the mechanisms of resource discovery in ant communities. PhD thesi, University of Utah, Utah.

Potiwat, R., Tanyaratsrisakul, S., Maneewatchararangsri, S., Manuyakorn, W., Rerkpattanapipat, T., Samung, Y., Sirivichayakul, C., Chaicumpa, W. and Sitcharungsi, R. 2018. *Solenopsis geminata* (tropical fire ant) anaphylaxis among thai patients: Its allergens and specific IgE-reactivity. Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology. 36(2): 101–108.

Sengupta, P., Ghorai, N. and Mukhopadhyay, S. 2010. Food preference and foraging of fire ant *Solenopsis nitens*. Proceedings of the Zoological Society. 63(1): 73–77.

Stein, M.B., Thorvilson, H.G. and Johnson, J.W. 1990. Seasonal changes in bait preference by red imported fire ant, *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae). The Florida Entomologist 73: 117–123.

Trager, J.C. 1991. A revision of the fire ants, *Solenopsis geminata* group (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). Journal of the New York Entomological Society. 99(2): 141–198.

Vinson, S.B. and Sorenson, A. 1986. Imported Fire Ants: Life history and impact. Texa Department of Agriculture. 28 pp.

Vowles, D.M. 1995. The foraging of ants. The British Journal of Animal Behaviour. 3: 1–13.

Wetterer, J.K. 2011. Worldwide spread of the tropical fire ant, *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News. 14: 21–35.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 ปัจจัยทางกายภาพในการสำรวจกิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟ

รังที่ 1 ครั้งที่ 1 วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
07.00	0	0	0	0	0
08.00	24.7	97	24.4	95	1,300
09.00	25.1	88	24.6	87	2,000
10.00	26.4	82	25.8	80	7,100
11.00	27.7	76	25.5	72	6,000
12.00	28.4	68	26.0	69	10,400
13.00	27.0	84	26.0	85	3,900
14.00	28.5	80	27.0	76	13,000
15.00	31.4	73	27.4	65	27,800
16.00	33.5	54	29.5	56	28,400
17.00	28.4	75	28.3	79	8,000
18.00	26.9	85	26.6	88	1,400

รังที่ 1 ครั้งที่ 2 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
07.00	22.7	96	22.7	91	1,500
08.00	24.2	79	23.4	82	3,600
09.00	26.1	72	24.3	76	5,200
10.00	28.1	60	24.9	59	7,300
11.00	28.9	67	26.4	67	10,300

เวลา	อุณหภูมิ ในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น ในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
12.00	28.9	69	27.9	72	11,700
13.00	31.9	67	29.4	51	56,400
14.00	32.8	42	31.2	56	70,900
15.00	33.4	41	31.2	56	57,100
16.00	38.4	31	33.9	31	39,700
17.00	33.2	45	30.8	46	15,000
18.00	30.7	59	29.1	56	3,800

รังที่ 2 ครั้งที่ 1 วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2564

เวลา	อุณหภูมิ ในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น ในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
07.00	0	0	0	0	0
08.00	25.0	92	24.4	93	2,400
09.00	25.4	87	25.0	89	4,700
10.00	27.3	78	26.0	79	17,600
11.00	28.2	72	26.6	74	15,100
12.00	29.2	73	27.9	73	19,600
13.00	27.0	82	26.6	86	5,600
14.00	29.2	76	27.9	73	24,700
15.00	32.2	68	29.8	67	49,600
16.00	31.8	59	28.9	65	27,800
17.00	27.9	79	27.6	82	7,000
18.00	26.7	82	25.4	87	1,000

รังที่ 2 ครั้งที่ 2 วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
07.00	23.1	87	22.5	84	2,800
08.00	24.3	79	23.0	80	5,700
09.00	32.1	62	27.9	47	39,900
10.00	33.2	63	32.2	48	60,900
11.00	31.1	63	30.4	66	74,300
12.00	31.1	64	31.1	65	82,200
13.00	32.9	52	32.1	60	78,300
14.00	32.8	60	32.5	62	71,600
15.00	32.8	59	31.0	69	48,600
16.00	33.6	47	30.5	48	32,500
17.00	32.9	45	29.5	47	16,200
18.00	29.7	54	27.8	62	2,200

รังที่ 3 ครั้งที่ 1 วันที่ 18 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
07.00	30.4	79	27.9	78	4,200
08.00	0	0	0	0	0
09.00	32.1	79	30.4	82	53,900
10.00	31.2	81	28.5	79	5,100
11.00	32.1	76	29.0	75	4,500
12.00	33.2	69	29.2	67	4,400
13.00	40.7	41	30.8	38	4,600

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
14.00	37.5	40	31.5	54	25,700
15.00	33.5	64	30.4	65	4,100
16.00	32.4	68	29.6	70	3,300
17.00	31.4	70	29.4	69	2,400
18.00	29.2	82	29.0	83	1,000

รังที่ 3 ครั้งที่ 2 วันที่ 19 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
07.00	0	0	0	0	0
08.00	31.0	74	28.1	73	9,800
09.00	32.0	69	28.5	70	9,500
10.00	32.1	69	28.5	70	4,900
11.00	33.4	63	29.2	64	6,300
12.00	33.4	64	29.5	60	4,200
13.00	40.8	43	31.0	40	4,400
14.00	37.1	46	31.5	49	61,600
15.00	33.5	59	30.1	57	3,000
16.00	32.5	62	30.1	66	4,500
17.00	30.8	74	29.6	75	2,000
18.00	30.0	79	29.2	80	1,200

ภาคผนวกที่ 2 จำนวนมดที่เดินเข้า-ออกรังในการสำรวจกิจกรรมการออกหาอาหารของมดคันไฟ

รังที่ 1	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
เวลา	เข้า	ออก	เข้า	ออก
07.00	0	0	48	55
08.00	24	25	53	53
09.00	60	61	50	51
10.00	92	85	54	53
11.00	48	50	41	42
12.00	51	51	6	5
13.00	86	94	1	1
14.00	15	15	18	17
15.00	73	74	6	3
16.00	143	142	15	19
17.00	76	80	68	65
18.00	105	110	230	210

รังที่ 2	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
เวลา	เข้า	ออก	เข้า	ออก
07.00	0	0	86	121
08.00	141	140	95	111
09.00	87	81	267	248
10.00	137	119	153	191
11.00	150	147	87	94
12.00	93	100	114	114
13.00	68	72	48	103
14.00	63	54	27	38

รังที่ 2	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
เวลา	เข้า	ออก	เข้า	ออก
15.00	67	71	25	24
16.00	73	74	236	227
17.00	110	98	290	302
18.00	97	101	420	395

รังที่ 3	ครั้งที่ 1		ครั้งที่ 2	
เวลา	เข้า	ออก	เข้า	ออก
07.00	21	15	0	0
08.00	0	0	20	14
09.00	31	33	24	26
10.00	25	27	8	22
11.00	5	9	3	2
12.00	1	3	6	15
13.00	3	4	6	4
14.00	4	4	10	16
15.00	11	7	8	10
16.00	9	10	4	5
17.00	6	13	25	30
18.00	26	17	41	29

ภาคผนวกที่ 3 ปัจจัยทางกายภาพในการทดสอบกับชนิดอาหาร

รังที่ 1 ครั้งที่ 1 วันที่ 1 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	31.8	78	31.3	77	10,500
09.15	32.2	74	31.5	75	11,700
09.30	32.3	73	31.8	72	10,900
09.45	32.2	74	31.8	74	11,700
10.00	33.0	69	32.4	70	11,900
10.15	33.7	66	32.4	66	12,700
10.30	33	69	32.6	70	12,600
10.45	33.1	70	32.4	70	13,400
11.00	32.9	71	32.6	76	12,100

รังที่ 1 ครั้งที่ 2 วันที่ 10 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	30.9	75	28.3	77	7,900
09.15	32.1	70	28.5	72	10,200
09.30	31.9	70	29.0	74	8,900
09.45	33.5	60	29.2	64	9,500
10.00	33.8	64	29.4	63	12,000
10.15	35.3	50	29.6	56	13,300
10.30	34.8	52	29.6	62	10,700
10.45	35.4	41	29.9	58	9,600
11.00	38.4	40	30.5	46	12,200

รังที่ 2 ครั้งที่ 1 วันที่ 28 มีนาคม 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	32.0	79	33.2	77	65,900
09.15	33.8	71	34.5	65	41,900
09.30	32.7	74	34.0	71	-
09.45	35.1	63	36.0	61	28,100
10.00	37.7	51	37.1	47	52,400
10.15	34.9	66	35.7	61	34,200
10.30	36.2	64	35.7	57	35,000
10.45	36.6	63	36.6	56	57,800
11.00	33.8	65	35.1	64	29,500

รังที่ 2 ครั้งที่ 2 วันที่ 10 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	32.7	72	28.8	69	22,700
09.15	33.2	72	29.5	67	27,600
09.30	35.4	67	30.5	61	21,100
09.45	34.3	65	29.9	69	19,200
10.00	39.5	54	33.6	46	78,900
10.15	38.9	52	32.8	52	82,800
10.30	42.1	48	35.8	44	88,500
10.45	43.2	45	36.1	36	92,500
11.00	40.8	64	34.1	48	94,700

รังที่ 3 ครั้งที่ 1 วันที่ 23 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	32.9	76	29.2	69	9,400
09.15	32.9	70	29.2	71	9,200
09.30	33.1	69	29.5	69	8,700
09.45	33.1	68	29.5	70	7,400
10.00	32.8	69	29.5	69	7,900
10.15	32.5	70	29.2	71	6,700
10.30	32.6	70	29.5	72	7,700
10.45	32.6	67	29.5	69	8,100
11.00	33.6	67	29.5	64	8,800

รังที่ 3 ครั้งที่ 2 วันที่ 24 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	32.4	79	29.2	72	11,900
09.15	33.1	67	29.2	67	9,000
09.30	32.9	68	29.2	68	8,200
09.45	32.9	67	29.2	68	8,300
10.00	33.5	62	29.5	64	9,800
10.15	33.8	59	29.5	61	8,800
10.30	32.8	67	29.5	69	7,300
10.45	32.7	67	29.5	68	9,100
11.00	32.8	67	29.5	67	9,200

ภาคผนวกที่ 4 จำนวนมดและปริมาณอาหารที่หายไปของอาหารแต่ละชนิด ในการทดสอบกับชนิดอาหาร

รังที่ 1 ครั้งที่ 1 วันที่ 1 เมษายน 2564

ชนิดอาหาร / เวลา	น้ำตาลทราย	แป้งข้าวเจ้า	ถั่วลิสงบด	น้ำมันพืช
09.00	0	0	0	0
09.15	0	0	6	0
09.30	0	4	52	0
09.45	0	6	65	0
10.00	0	21	70	0
10.15	0	36	49	0
10.30	0	54	50	0
10.45	0	62	49	0
11.00	0	61	38	0

รังที่ 1 ครั้งที่ 2 วันที่ 10 เมษายน 2564

ชนิดอาหาร / เวลา	น้ำตาลทราย	แป้งข้าวเจ้า	ถั่วลิสงบด	น้ำมันพืช
09.00	0	0	0	0
09.15	208	7	302	0
09.30	166	59	194	0
09.45	131	80	153	0
10.00	121	90	114	0
10.15	75	57	66	0
10.30	38	81	38	0
10.45	22	22	18	0
11.00	15	48	27	0

รังที่ 2 ครั้งที่ 1 วันที่ 28 มีนาคม 2564

ชนิดอาหาร / เวลา	น้ำตาลทราย	แป้งข้าวเจ้า	ถั่วลิสงบด	น้ำมันพืช
09.00	0	0	0	0
09.15	0	0	76	0
09.30	36	0	100	0
09.45	25	0	111	0
10.00	8	0	71	0
10.15	36	0	186	0
10.30	74	0	133	0
10.45	29	0	132	0
11.00	31	0	179	0

รังที่ 2 ครั้งที่ 2 วันที่ 10 เมษายน 2564

ชนิดอาหาร / เวลา	น้ำตาลทราย	แป้งข้าวเจ้า	ถั่วลิสงบด	น้ำมันพืช
09.00	0	0	0	0
09.15	5	9	2	8
09.30	12	4	22	5
09.45	65	4	37	3
10.00	37	3	90	2
10.15	12	3	50	2
10.30	13	5	31	0
10.45	10	3	50	0
11.00	2	2	50	0

รังที่ 3 ครั้งที่ 1 วันที่ 23 เมษายน 2564

ชนิดอาหาร / เวลา	น้ำตาลทราย	แป้งข้าวเจ้า	ถั่วลิสงบด	น้ำมันพืช
09.00	0	0	0	0
09.15	0	2	1	3
09.30	0	104	2	119
09.45	32	139	46	178
10.00	127	217	106	190
10.15	212	179	139	149
10.30	257	163	175	198
10.45	269	156	223	214
11.00	291	138	232	227

รังที่ 3 ครั้งที่ 2 วันที่ 24 เมษายน 2564

ชนิดอาหาร / เวลา	น้ำตาลทราย	แป้งข้าวเจ้า	ถั่วลิสงบด	น้ำมันพืช
09.00	0	0	0	0
09.15	68	0	20	5
09.30	103	2	98	27
09.45	149	59	168	55
10.00	134	195	200	46
10.15	125	196	201	58
10.30	201	164	247	45
10.45	161	216	277	48
11.00	126	187	285	53

ภาคผนวกที่ 5 ปัจจัยทางกายภาพในการทดสอบกับปริมาณอาหาร

รังที่ 1 ครั้งที่ 1 วันที่ 31 พฤษภาคม 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	31.1	77	29.2	80	10,300
09.15	30.8	80	29	81	3,600
09.30	30.5	80	29.2	77	3,600
09.45	31.1	79	29	81	39,900
10.00	30.9	77	29.5	79	3,500
10.15	30.6	81	29	79	3,600
10.30	30.9	78	29.2	81	3,700
10.45	30.9	82	29.2	79	3,800
11.00	31.4	80	29.5	77	4,300

รังที่ 1 ครั้งที่ 2 วันที่ 1 มิถุนายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	32.1	72	30.9	74	28,500
09.15	31.7	76	30.7	76	25,300
09.30	31.2	76	30.7	77	3,200
09.45	31.6	74	30.9	76	20,400
10.00	31.4	76	30.9	78	3,400
10.15	31.3	77	30.7	77	3,500
10.30	31.5	79	30.9	76	5,800
10.45	31.5	77	30.7	76	3,900
11.00	32.9	68	32.2	65	4,200

รังที่ 2 ครั้งที่ 1 วันที่ 12 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	32.1	74	29.5	76	16,300
09.15	32.1	76	29.2	74	15,800
09.30	32.5	77	29.5	77	21,800
09.45	32.4	80	29.9	74	30,200
10.00	32.4	79	29.7	74	18,600
10.15	33.5	79	30.2	67	59,400
10.30	33.4	81	30.7	74	35,500
10.45	34.4	80	31.9	69	62,400
11.00	35.5	75	32.1	65	60,000

รังที่ 2 ครั้งที่ 2 วันที่ 14 เมษายน 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	32.8	72	30.7	65	31,700
09.15	32.8	77	31.1	69	23,200
09.30	33.2	73	31.7	67	25,900
09.45	33.0	75	32.4	69	28,200
10.00	34.9	69	33.1	62	59,200
10.15	35.4	69	34.8	61	46,000
10.30	34.5	72	34.5	62	31,500
10.45	33.7	75	33.8	65	31,500
11.00	31.9	79	33.0	79	21,900

รังที่ 3 ครั้งที่ 1 วันที่ 16 พฤษภาคม 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	32.3	81	30.4	80	9,000
09.15	33.5	70	31.1	73	8,500
09.30	34.2	70	30.7	68	8,500
09.45	33.4	72	30.7	72	8,500
10.00	34.4	67	30.7	67	11,000
10.15	33.3	66	30.7	69	8,800
10.30	33.8	66	30.4	67	7,300
10.45	33.1	68	30.2	69	6,300
11.00	33.1	70	30.2	69	9,800

รังที่ 3 ครั้งที่ 2 วันที่ 17 พฤษภาคม 2564

เวลา	อุณหภูมิในอากาศ (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในอากาศ (เปอร์เซ็น)	อุณหภูมิในดิน (องศาเซลเซียส)	ความชื้นในดิน (เปอร์เซ็น)	ปริมาณแสง (ลักซ์)
09.00	31.7	82	29.3	83	10,500
09.15	32.1	76	29.7	76	5,300
09.30	32.1	73	29.7	75	4,200
09.45	32.8	67	29.9	66	6,200
10.00	33.2	65	29.9	65	5,000
10.15	33.5	65	29.9	62	4,900
10.30	33.6	64	30.2	65	5,200
10.45	33.9	63	30.2	62	5,100
11.00	34.1	61	30.2	61	5,200

ภาคผนวกที่ 6 จำนวนมดและปริมาณอาหารที่หายไปของอาหารที่ปริมาณอาหารต่าง ๆ ในการทดสอบกับปริมาณอาหาร

รังที่ 1 ครั้งที่ 1 วันที่ 31 พฤษภาคม 2564

ปริมาณอาหาร / เวลา	4 กรัม	8 กรัม	16 กรัม	32 กรัม
09.00	0	0	0	0
09.15	8	0	395	319
09.30	16	25	316	394
09.45	26	50	330	287
10.00	16	20	241	236
10.15	40	16	135	189
10.30	19	20	125	116
10.45	10	18	89	113
11.00	10	14	49	69

รังที่ 1 ครั้งที่ 2 วันที่ 1 มิถุนายน 2564

ปริมาณอาหาร / เวลา	4 กรัม	8 กรัม	16 กรัม	32 กรัม
09.00	0	0	0	0
09.15	6	24	25	4
09.30	5	7	36	7
09.45	2	0	25	6
10.00	8	5	25	12
10.15	0	2	33	9
10.30	1	3	15	12
10.45	4	2	20	4
11.00	88	17	16	1

รังที่ 2 ครั้งที่ 1 วันที่ 12 เมษายน 2564

ปริมาณอาหาร / เวลา	4 กรัม	8 กรัม	16 กรัม	32 กรัม
09.00	0	0	0	0
09.15	6	9	44	53
09.30	16	20	88	69
09.45	52	10	114	86
10.00	52	34	157	97
10.15	75	26	151	92
10.30	70	20	144	79
10.45	74	46	136	82
11.00	70	59	127	74

รังที่ 2 ครั้งที่ 2 วันที่ 14 เมษายน 2564

ปริมาณอาหาร / เวลา	4 กรัม	8 กรัม	16 กรัม	32 กรัม
09.00	0	0	0	0
09.15	5	39	1	35
09.30	3	47	7	95
09.45	0	64	18	72
10.00	1	36	15	53
10.15	0	27	16	26
10.30	1	16	11	28
10.45	0	26	31	10
11.00	1	30	21	34

รังที่ 3 ครั้งที่ 1 วันที่ 16 พฤษภาคม 2564

ปริมาณอาหาร / เวลา	4 กรัม	8 กรัม	16 กรัม	32 กรัม
09.00	0	0	0	0
09.15	29	27	113	60
09.30	61	48	163	81
09.45	122	73	142	97
10.00	95	131	119	78
10.15	115	144	164	82
10.30	129	161	153	107
10.45	135	151	123	181
11.00	171	169	118	177

รังที่ 3 ครั้งที่ 2 วันที่ 17 พฤษภาคม 2564

ปริมาณอาหาร / เวลา	4 กรัม	8 กรัม	16 กรัม	32 กรัม
09.00	0	0	0	0
09.15	57	13	84	34
09.30	87	61	106	118
09.45	92	104	75	179
10.00	78	141	90	171
10.15	78	200	126	237
10.30	74	169	121	214
10.45	61	167	158	154
11.00	81	153	146	141