โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ผลของความเข้มข้นของน้ำตาล และระยะทางของแหล่งอาหาร ต่อรูปแบบการหาอาหารของชันโรง *Tetragonula pagdeni*

The effect of sugar concentration and food distance to the foraging pattern of *Tetragonula pagdeni*

ชื่อนิสิต นางสาวศรัณย์ภัทร ยืนยาว **เลขประจำตัว** 5932047023

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2562

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของความเข้มข้นของน้ำตาล และระยะทางของแหล่งอาหาร ต่อรูปแบบการหาอาหารของชันโรง *Tetragonula pagdeni*

The effect of sugar concentration and food distance to the foraging pattern of *Tetragonula pagdeni*

นางสาวศรัณย์ภัทร ยืนยาว

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีรัตน์ เดี่ยววาณิชย์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพจน์ วาฤทธิ์

โครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562

โครงงานวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก
โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ	: ผลของความเข้มข้นของน้ำตาล และระยะทางของแหล่งอาหาร ต่อรูปแบบการหาอาหารของชันโรง *Tetragonula pagdeni*
นิสิตผู้ดำเนินโครงการ	: นางสาวศรัณย์ภัทร ยืนยาว
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีรัตน์ เดี่ยววาณิชย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพจน์ วาฤทธิ์
ภาควิชา	: ชีววิทยา

บทคัดย่อ

พืชดอกสร้างน้ำหวานขึ้นมาเพื่อเป็นรางวัล (food reward) ป็นการล่อให้แมลงผู้ผสมเกสรมาเยือนดอกไม้เพื่อหาอาหาร และเป็นการช่วยผสมเกสร องค์ประกอบหลักในน้ำหวาน คือ น้ำตาลซูโครส ซึ่งเป็นสิ่งเร้าที่ผู้ผสมเกสรตอบสนองได้ดีที่สุด ดังนั้น ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีบทบาทต่อการตัดสินใจเลือกกินอาหาร ซึ่งผึ้งแต่ละสายพันธุ์จะมีความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่แตกต่างกันไป ชันโรง *Tetragonula pagdeni* เป็นหนึ่งในสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงกันมากในอุตสาหกรรมการเลี้ยงชันโรงในประเทศไทย แต่พฤติกรรม และรูปแบบการหาอาหารของชันโรงชนิดนี้ยังมีการศึกษาน้อย การศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของ *T. pagdeni* ในการใช้ประโยชน์จากแหล่งอาหารโดยทำการศึกษาความเข้มข้นของน้ำตาลน้ำหวานที่ชันโรงชนิดนี้ชอบ โดยชันโรงจะเข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50% w/v) และทดสอบระยะทางที่ *T. pagdeni* ชอบใช้ในการหาอาหารจากรังสู่แหล่งอาหาร โดยชันโรงที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีระยะทางห่างจากรังต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร, 10 เมตร) ทำการสังเกต และเก็บภาพโดยใช้กล้องถ่ายภาพ Nikon 5600D เพื่อนับจำนวนชันโรงที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหาร ด้วยโปรแกรม ImageJ และทำการเปิดรังเพื่อประเมินโครงสร้างภายในรัง สัดส่วนของถ้วยตัวอ่อน ถ้วยเก็บน้ำหวาน และถ้วยเก็บเกสรภายในรัง ผลการศึกษาพบว่า *T. pagdeni* มีความชอบน้ำตาลที่มีความเข้มข้นสูงตั้งแต่ 35% w/v ขึ้นไป ($p<0.01$) และเลือกเก็บอาหารจากแหล่งอาหารที่อยู่ใกล้กับรัง ($p<0.05$) สรุปได้ว่าความเข้มข้นของน้ำหวาน ระยะทางของแหล่งอาหารของอาหาร และปัจจัยทางกายภาพมีผลต่อจำนวนชันโรงที่เข้ามาใช้ประโยชน์จากแหล่งอาหาร และรูปแบบการหาอาหารของ *T. pagdeni*

คำสำคัญ: ชันโรง, น้ำตาลซูโครส, ปัจจัยทางกายภาพ, ระยะทาง, รูปแบบการหาอาหาร

Research Title	: The effect of sugar concentration and food distance to the foraging pattern of *Tetragonula pagdeni*
Student name	: Ms. Saranpat Yuenyao
Advisor	: Assistant Professor Sureerat Deowanish, D. Agr.
Co-Advisor	: Assistant Professor Natapot Warrit, Ph.D.
Department of	: Biology

Abstract

Flowering plants produced nectar as a food reward for pollinators to exploit food sources and helping pollination. The main component in nectar is sucrose, which is the most effective stimulus for many bee pollinators with varying degree of preference for different sugar concentrations. *Tetragonula pagdeni* is one of the stingless bee species kept for meliponiculture in Thailand. However foraging behavior and food preference are largely unknown. This study investigated the behavior of *T. pagdeni* in exploitation of different concentration of sucrose solution and the distance to food source. Forager bees were trained to visit feeding stations with four concentrations of sucrose solution (0%, 15%, 35% and 50% w/v). The preferred distance of food source from the nest was studied by letting the forager bees freely visit feeding station from various distances from the hive (1m, 4m, 7m, 10m). The numbers of foragers visiting the feeders were recorded using photographic equipments (Nikon 5600D), and visualized and counted in ImageJ. After each experimental trial, the stingless bee colony was opened and observed to estimate the colony component and the proportion of broods, honey and pollen cells. The results showed that *T. pagdeni* prefers high sugar concentrations of 35% w/v and above ($p<0.01$), and most bees prefer to collect food closest to their hive ($p<0.05$). In conclusion, nectar concentration and food distance can influence the number of foraging bees and its overall foraging pattern in *T. pagdeni*.

Keywords: abiotic factors, distances, sucrose concentration, *Tetragonula pagdeni*,

กิตติกรรมประกาศ

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับ ความช่วยเหลือ จาก ผศ.ดร.สุรีรัตน์ เดี่ยววาณิชย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ และ ผศ.ดร.ณัฐพจน์ วาฤทธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการ ที่คอยให้คำแนะนำปรึกษา ให้แนวคิด ช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนตรวจสอบ ความถูกต้องต่างๆ ของข้อมูล จนโครงการนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้ศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา และอาจารย์ ดร.เกรียง กาญจนวตี อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2562 ที่ให้คำแนะนำในองค์ประกอบของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขอขอบคุณ คุณธัญลักษณ์ ตะโกดี ที่คอยเป็นธุระในการติดต่อซื้อรังชันโรงเพื่อมาใช้ในการทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณสมาชิกในหน่วยวิจัย Cu bee & spider research unit ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา จนทำให้การทดลองครั้งนี้เสร็จสิ้นไปด้วยดี

ขอขอบคุณหอพักนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการ Cu bee & spider research unit ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านกีฏวิทยา : ความหลากหลายทางชีววิทยาของผึ้ง แมลงและไร และห้องปฏิบัติการของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ รวมถึงวัสดุ และอุปกรณ์ ในการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณ ครอบครัวของผู้วิจัยที่คอยสนับสนุนทุกๆ อย่าง ทุกการตัดสินใจของนิสิต ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กหรือเรื่องใหญ่ คอยให้กำลังใจ และเงินทุนทุกบาททุกสตางค์ที่ทำให้ผู้วิจัยเติบโตจนมาถึงทุกวันนี้ได้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ชาวไบโอซู 83 ที่ได้พูดคุยกัน แชร์ประสบการณ์ต่างๆ พากันสังสรรค์ ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ให้กำลังใจกัน ตลอดจนทำให้การทดลองครั้งนี้ดำเนินไปได้อย่างราบรื่น ตัวนิสิตนั้นซาบซึ้งใจเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณศิลปินเกาหลี ลีจีอึน (IU), สมาชิกทุกคนใน NCT, สมาชิกทุกคนใน EXO, สมาชิกทุกคนใน iKON และศิลปินท่านอื่นๆ ที่คอยขับร้องบทเพลงอันไพเราะ คอยสร้างสรรค์ผลงานเพลงดีๆ ทำให้ผู้วิจัยยิ้มได้ในวันที่ไม่มีกำลังใจ และยังเป็นแรงบันดาลใจหลายๆ อย่าง รวมถึงเป็นแรงขับเคลื่อนในการทำงานวิจัยครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณทุกๆ ท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้ ทุกคนที่มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้และขอขอบคุณโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาชีววิทยา และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับการทำโครงการในครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญภาพ ..... ฉ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ 1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ 2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 3
2.1. พฤติกรรมการหาอาหารของผึ้ง 3
2.1.1 การเลือกเก็บอาหารเข้าสู่รัง 3
2.1.2 การจดจำแหล่งอาหาร 4
2.2. ผลของรูปแบบกิจกรรมการออกอาหารของผึ้ง 4
2.3. ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมการหาอาหาร 4
2.4. ข้อมูลทางอนุกรรมวิธาน และชีววิทยาของชันโรง *Tetragoluna pagdeni* 5
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 8
3.1. วัสดุและอุปกรณ์ 8
3.2. วิธีการดำเนินงาน 8
3.2.1 การเก็บข้อมูลภาคสนาม 8
3.2.2 การเก็บข้อมูลภาคสนามเลือกเก็บอาหารเข้าสู่รัง 9
3.2.2.1 การเตรียมน้ำหวานจากน้ำตาลซูโครส 9
3.2.2.2 การทดลองความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 9
3.2.2.3 การทดลองระยะทางของแหล่งอาหาร 10
3.2.2.4 โครงสร้างรัง และประมาณสัดส่วนของตัวอ่อน และอาหารที่เก็บสะสมภายในรัง 10
3.2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS version 22 11
3.2.2.6 สรุปผลและเขียนรายงาน 11
บทที่ 4 ผลการศึกษา 12
4.1. ความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส 12
4.2. ระยะทางของแหล่งอาหาร 14
4.3. รูปแบบการหาอาหาร 16
4.4. ปริมาณสัดส่วนของตัวอ่อน และอาหารที่เก็บสะสมภายในรัง 17
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา 18
5.1. ความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสและระยะของแหล่งอาหารที่ห่างจากรัง 18
5.2. รูปแบบของกิจกรรมการหาอาหาร 18

5.3. ข้อดีของการรู้เกี่ยวกับความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส, ระยะทางของแหล่งอาหาร และรูปแบบของการหาอาหาร 19
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 20
6.1. สรุปผลการศึกษา 20
6.2. ข้อเสนอแนะ 20
6.1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ 20
6.1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต 20
เอกสารอ้างอิง 21
ภาษาไทย 21
ภาษาอังกฤษ 21
ภาคผนวกที่ 1 ชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50%) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง ในการทดลองที่ 1 25
ภาคผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง T. pagdeni ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีระยะห่างจากรังต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร, 10 เมตร) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง ในการทดลองที่ 2 40

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2-1 เปรียบเทียบผึ้ง 4 ชนิด จากซ้าย: ผึ้งโพรง *Apis cerana*, ชันโรง *Heterotrigona itama*, ชันโรง *Tetrigona apicalis*, ชันโรง *Tetragonula lavincep* (ที่มา : https://wiki .nus.edu.sg)..... 5

ภาพที่ 2-2 เปรียบเทียบวรรณะภายในรังผึ้ง และชันโรง จากซ้าย: ผึ้งพันธุ์ Apis mellifera, Mexican stingless bee Melipona beecheii, Brazilian stingless bee Schwarziana quadripunctata (ที่มา: https://science.sciencemag.org) 5

ภาพที่ 2-3 ชันโรง Tetragonula pagdeni (ที่มา : https://www.researchgate.net /figure/lateral-view-of-worker-of—Scaura-Schwarz-new-species _fig1_331385578) 6

ภาพที่ 2-4 รังเลี้ยงชันโรง OATH box (ที่มา: http://chunnarong.blogspot.com, https://www.gotoknow.org) 6

ภาพที่ 2-5 องค์ประกอบภายในรังชันโรง (ที่มา: https://www.baanlaesuan.com) 7

ภาพที่ 3-1 พื้นที่ทำการทดลอง หอพักนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร (ที่มา: map.google.com) เครื่องหมายกากบาทคือบริเวณที่ทำการศึกษา..... 8

ภาพที่ 3-2 การจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองที่1 ดัดแปลงมาจากการทดลองของ Ciar et al. สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองแทนรังชันโรงที่ใช้ทดลอง จุดวงกลมสีเทาบนรังชันโรงแทนปากทางเข้ารัง วงกลมสีเขียวแทน petri dish ซึ่งบรรจุน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างกัน (0%, 15%, 35% และ 50% w/v) โดยวาง petri dish ตามทิศทั้ง 4 (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก) และวางห่างจากรัง 1 เมตร ทุกๆ สามชั่วโมงทำการย้าย petri dish โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา สี่เหลี่ยมผืนผ้าสีดำแทนเก้าอี้สำหรับวางรังชันโรงและ petri dish ซึ่งบรรจุน้ำตาลซูโครส 9

ภาพที่ 3-3 การจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองที่ 2 ดัดแปลงมาจากการทดลองของ Ciar et al. สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองแทนรังชันโรงที่ใช้ทดลอง จุดวงกลมสีเทาบนรังชันโรงแทนปากทางเข้ารัง วงกลมสีเขียวแทน petri dish บรรจุน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 50% w/v ทั้งหมด 4 จาน โดยแต่ละจานวางห่างจากรังที่ระยะ 1, 4, 7 และ 10 เมตร ตามลำดับ และทำการวางแบบสุ่มโดย วงกลมสีฟ้าแทน petri dish บรรจุน้ำเปล่า ทั้งหมด 8 จาน โดยวางจานที่ระยะ 1, 4, 7 และ 10 เมตร ตามลำดับ ทุกๆ สามชั่วโมงทำการย้าย petri dish โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา สี่เหลี่ยมผืนผ้าสีดำแทนเก้าอี้สำหรับวางรังชันโรงและ petri dish ซึ่งบรรจุน้ำตาลซูโครส . 10

ภาพที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาล ซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50%) ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$, $n=15$) 12

ภาพที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50%) ในเวลาแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 ชั่วโมง และแบ่งออกเป็นสามช่วง (เช้า 7.00 – 10.40 น., เที่ยงวัน 11.00 – 14.40 น. และ บ่าย 15.00 – 17.00 น.) 13

ภาพที่ 4-3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานที่มีความเข้มข้นของ น้ำตาลซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50%) ในสามช่วงเวลา (เช้า 7.00 – 10.40 น., เที่ยงวัน 11.00 – 14.40 น. และ บ่าย 15.00 – 17.00 น.)..... 13

ภาพที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีระยะห่างต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร, 10 เมตร) ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$, $n=15$)..... 14

ภาพที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่ตั้งห่างจากรังต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร และ 10 เมตร) ในเวลาแตกต่างกัน เป็นเวลา 11 ชั่วโมง และแบ่งออกเป็นสามช่วง (เช้า 7.00–10.40 น., เที่ยงวัน 11.00–14.40 น. และ บ่าย 15.00–17.00 น.)..... 15

ภาพที่ 4-6 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่ตั้งห่าง จากต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร และ 10 เมตร) ในสามช่วงเวลา (เช้า 7.00–10.40 น., เที่ยงวัน 11.00–14.40 น. และ บ่าย 15.00–18.00 น.) 15

ภาพที่ 4-7 รูปแบบการหาอาหารของ (FP) *T. pagdeni* จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมในการทดลองที่ 1 (FP1) และการทดลองที่ 2 (FP2) ระยะเวลาในการทดลองที่ 1 10 ชั่วโมง การทดลองที่ 2 11 ชั่วโมง ตัวอักษร T1, RH1 และ LUX1 หมายถึง ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ, ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ และค่าเฉลี่ยความเข้มแสง ในการทดลองที่ 1 ชั่วโมง ตัวอักษร T2, RH2 และ LUX2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ, ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ และค่าเฉลี่ยความเข้มแสง ในการทดลองที่ 2 (FP1: เช้า; T1: 27.94±2.70˚C , RH1: 65.94±3.15%, LUX1: 193.92±131.17 lux, เที่ยงวัน; T1: 37.19±5.03˚C , RH1: 59.66±3.56%, LUX1: 193.54±17.31 lux, บ่าย; T1: 32.88±0.48 ˚C, RH1: 63.32±2.79%, LUX1: 217.50±102.44 lux FP2 : เช้า; T1: 32.47±3.63˚C , RH1: 68.24±1.92%, LUX1: 734.92±367.13 lux, เที่ยงวัน; T1: 37.99±3.10˚C , RH1: 66.81±0.21%, LUX1: 618.52±125.26 lux, บ่าย; T1: 39.87±10.07 ˚C, RH1: 77.37±20.36%, LUX1: 648.27±319.10 lux) 16

ภาพที่ 4-8 ปริมาณสัดส่วนองค์ประกอบภายในรังชันโรง ได้แก่ สัดส่วนของตัวอ่อน และอาหารที่เก็บสะสมภายในรัง (ปริมาณน้ำต้อย และปริมาณเกสร) ทั้ง 5 รัง..... 17

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ

ชันโรง (stingless bee) เป็นแมลงที่จัดอยู่ในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Apidae เผ่า Meliponini ปัจจุบันมีการค้นพบแล้วมากกว่า 60 สกุล 600 ชนิดทั่วโลก ชันโรงจัดเป็นผึ้งที่ให้น้ำหวาน ชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับผึ้งพันธุ์ (*Apis mellifera*) ที่นิยมเลี้ยงในเชิงเศรษฐกิจ และมีการดำรงชีวิตแบบสังคมแท้ (eusocial lifestyle) และมีการแบ่งวรรณะภายในรัง แต่แตกต่างกันที่ชันโรงเพศเมียไม่มีเหล็กใน (sting) แบบในผึ้งให้น้ำหวานชนิดอื่น ๆ (อัญชลี สวาสดิ์ธรรม, 2555) ภายในรังของชันโรงวรรณะงาน (worker) มีหน้าที่ออกหาอาหารมาเก็บภายในรัง โดยที่อาหารหลักของชันโรงคือละอองเรณู (pollen grain) ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนและน้ำต้อย (nectar) ที่เป็นแหล่งพลังงาน ชันโรงจึงมีบทบาทเป็นตัวช่วยผสมเกสร (pollinator) ที่สำคัญของพืชดอก ร่วมกับผึ้งชนิดอื่น ๆ (Bradbear, 2009)

ชันโรงแต่ละสายพันธุ์มีการเลือกเข้าหาแหล่งอาหารและประเภทของอาหารที่เหมาะสมที่แตกต่างกัน โดยขึ้นอยู่กับทั้งสภาพภูมิอากาศ ความเข้มแสง ทิศทางลม และปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ (Dag and Eisikowitch, 1995, Keasar et al., 1996) โดยทั่วไปแล้ว การเลือกแหล่งอาหารของชันโรงขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของดอกไม้ ชนิดของดอกไม้ และระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส (sucrose) เนื่องจากว่าน้ำตาลซูโครส เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำต้อยที่พืชดอกสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นรางวัล (food reward) สำหรับชันโรงในการมาตอมดอกไม้เพื่อหาอาหารและช่วยในการผสมเกสร จากการศึกษาของ Seeley (1995) พบว่า น้ำตาลซูโครสเป็นสิ่งเร้าที่ผึ้งให้น้ำหวานตอบสนองได้ดีที่สุด ดังนั้น ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสจึงมีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกกินอาหาร การเก็บอาหาร ความเร็วในการกินอาหาร การย้อนกลับมาหายังแหล่งอาหารเดิม และการตัดสินใจส่งสัญญาณเพื่อบอกตำแหน่งอาหารกับสมาชิกตัวอื่นภายในรัง (Scheiner et al., 2004) โดยที่ชันโรงแต่ละชนิดจะมีความชอบ (preference) ต่อความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของน้ำตาลที่ชันโรงเลือกเก็บจะอยู่ระหว่าง 35% ถึง 65% (w/w) (Ciar et al., 2013, Roubik et al., 1995) นอกจากนี้ระยะห่างของแหล่งอาหารจากรังมีผลต่อรูปแบบการหาอาหารของชันโรงเช่นกัน ซึ่งโดยทั่วไปชันโรงสามารถหาอาหารที่อยู่ห่างจากรังได้มากที่สุดถึง 300 เมตร (อัญชลี สวาสดิ์ธรรม, 2555)

รูปแบบในการหาอาหารของชันโรงส่วนมากจะมีการเก็บเกสรตั้งแต่เช้าตรู่ และ มีการเก็บน้ำหวานในช่วงเช้า และ เย็น ซึ่งในช่วงบ่ายน้ำหวานจากดอกไม้จะมีความเข้มข้นมากขึ้น (Roubik et al., 1984) โดยที่ชันโรงมักจะใช้เวลาหนึ่งถึงสองชั่วโมงในการอาหารสูงที่สุดและขึ้นอยู่กับชนิดของชันโรง นอกจากนี้การหาอาหารยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพ (abiotic factors) อีกด้วย โดยมีการศึกษาพบว่าการออกหาอาหารของชันโรงมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์ (Jaapar et al., 2018, Macías-Macías et al., 2017)

ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงชันโรงในประเทศไทยได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากเกษตรกรสามารถใช้ชันโรงเป็นตัวช่วยผสมเกสรทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น และยังสามารถหารายได้เสริมจากการขายน้ำผึ้ง (honey) พรอโพลิส (propolis) และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ พื้นที่ในประเทศไทยที่มีการเลี้ยงชันโรงมากที่สุดในปัจจุบันได้แก่ภาคตะวันออกและภาคใต้ ยกตัวอย่างเช่น จันทบุรี, ตราด และ พัทลุง โดยชนิดที่เป็นที่นิยมเลี้ยง

ได้แก่ *Tetragonula laeviceps* และชนิด *T. pagdeni* เนื่องจากสามารถอาศัยอยู่ในรังหรือกล่องเลี้ยงที่สร้างขึ้นได้ (Chuttong, 2014) อย่างไรก็ตามชันโรงในสกุล *Tetragonula* ที่นิยมเพาะเลี้ยงในไทยมีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการหาอาหารค่อนข้างน้อย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาถึงอิทธิพลของความเข้มข้น และระยะห่างของแหล่งอาหาร (น้ำตาลซูโครส) ที่มีผลต่อพฤติกรรมการหาอาหารของชันโรงชนิด *T. pagdeni* ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงชันโรง *T. pagdeni* ในการหาแหล่งอาหารและพื้นที่ที่เหมาะสมในการตั้งรัง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเพาะเลี้ยงแก่เกษตรกรในอนาคต

1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส และระยะห่างของรังจากแหล่งอาหารที่มีอิทธิพลต่อรูปแบบการหาอาหารของชันโรง *T. pagdeni*

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

2.1. พฤติกรรมการหาอาหารของผึ้ง

พฤติกรรมการหาอาหารของผึ้ง เป็นพฤติกรรมที่พบในผึ้งงาน (worker) ที่เป็นผึ้งหาอาหาร (forager) โดยผึ้งหาอาหารสามารถจำแนกได้เป็นสองประเภท ได้แก่ ผึ้งที่ออกหาอาหาร และผึ้งที่รออยู่ในรังจนกระทั่งผึ้งที่หาอาหารกลับมา และให้ข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งอาหารด้วยการเต้นรำ ซึ่งผึ้งงานมีมากถึง 40–90% ของประชากรทั้งหมด (Nest et al., 2012)

น้ำตาลซูโครส (sucrose) เป็นองค์ประกอบหลักของน้ำหวานซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของผึ้งภายในรัง ที่พืชดอกสร้างขึ้นมาเพื่อเป็นรางวัล (food reward) สำหรับแมลงในการมาเยือนดอกไม้เพื่อหาอาหาร และเพิ่มโอกาสในการช่วยผสมเกสร จากการศึกษาของ Seeley (1995) พบว่า น้ำตาลซูโครสเป็นสิ่งเร้าที่ผึ้งให้น้ำหวานตอบสนองได้ดีที่สุด ดังนั้น ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีบทบาทต่อการตัดสินใจเลือกกินอาหาร การเก็บอาหาร ความเร็วในการกินอาหาร การย้อนกลับมาหาแหล่งอาหารเดิม และการตัดสินใจส่งสัญญาณเพื่อบอกตำแหน่งอาหารกับสมาชิกตัวอื่นภายในรัง (Scheiner et al., 2004)

2.1.1. <u>การเลือกเก็บอาหารเข้าสู่รัง</u>

อาหารที่ผึ้งเลือกเก็บนอกจากน้ำหวานที่เป็นแหล่งพลังงานนั้นแล้ว ยังมีเกสรดอกไม้ และน้ำละอองเรณูจากดอกไม้นั้นเป็นแหล่งสำคัญของโปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ และวิตามิน ซึ่งเป็นอาหารที่จำเป็นสำหรับการเลี้ยงตัวอ่อน น้ำที่ผึ้งเก็บมาเพื่อระบายความร้อน และควบคุมอุณหภูมิภายในรังให้เหมาะสม เป็นการควบคุมร่างกายทางอ้อม ในธรรมชาติความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสในอาหารทั้งสามประเภทไม่เท่ากัน น้ำหวานมีระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสมากที่สุด รองลงมา คือ เกสรดอกไม้ และต่ำที่สุดหรือไม่มีเลย คือ น้ำ ผึ้งที่มีความไวต่อน้ำตาลซูโครสต่ำ คือ โดยผึ้งที่เก็บน้ำเป็นหลัก (nectar forager) โดยสามารถเลือกเก็บได้ทั้งน้ำและเกสรดอกไม้ได้ ผึ้งที่มีความไวต่อน้ำตาลซูโครสปานกลาง คือ ผึ้งเก็บเกสร (pollen forager) สามารถเลือกเก็บได้ทั้งเกสรดอกไม้ และน้ำหวาน ส่วนผึ้งที่มีความไวต่อน้ำตาลซูโครสสูงนั้น คือ ผึ้งเก็บน้ำหวาน (nectar forager) ซึ่งจะเก็บแต่น้ำหวานเพียงอย่างเดียว (Scheiner et al., 2003)

การเลือกเก็บอาหารของผึ้งมักจะเลือกแหล่งอาหารที่ให้ผลกำไรมากที่สุดแม้ว่าจะพบแหล่งอาหารทั้งสองแหล่งพร้อมกัน (Schmidt et al., 2006) และผึ้งส่วนมากมักเลือกหาอาหารจากแหล่งอาหารที่อยู่ใกล้รังเพื่อประหยัดพลังงาน ผึ้งสามารถบินได้ไกลถึง 12 กิโลเมตร แต่โดยปกติแล้วการหาอาหารจะจำกัดอยู่ที่แหล่งอาหารภายในระยะ 3 กิโลเมตร ประมาณ 75% ของผึ้งหาอาหารสามารถบินได้ในระยะทางหนึ่งกิโลเมตร การศึกษาของ Seeley (1986) แสดงให้เห็นว่าโคโลนีของผึ้งจะปรับการเลือกแหล่งน้ำหวานให้สัมพันธ์กับอัตราการบริโภคน้ำหวานภายในรัง เมื่ออัตราการบริโภคน้ำหวานของโคโลนีอยู่ในระดับสูง เกณฑ์การยอมรับ (threshold) และการสรรหาแหล่งน้ำหวานจะสูงกว่าโคโลนีที่มีอัตราการบริโภคน้ำหวานต่ำ หรือกล่าวได้ว่าหากอัตราการกินน้ำหวานภายในโคโลนีสูง หรือรังผึ้งเต็มไปด้วยน้ำผึ้ง ผึ้งที่มีหน้าที่หาน้ำหวานจะเลือกใช้ประโยชน์จากดอกไม้ที่ทำกำไรได้สูงเท่านั้น ผึ้งแต่ละชนิดจะมีความชอบ (preference) ต่อความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่แตกต่างกัน ส่วนมากจะชอบน้ำหวานที่มีความเข้มข้นระหว่าง 20%–60% โดยการชอบความเข้มข้นของน้ำหวานนั้นขึ้นอยู่กับการดูดน้ำหวานของ

ผึ้ง ซึ่งความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่อยู่ในช่วงนี้เป็นช่วงที่ให้พลังงานแก่ผึ้งมากที่สุด และเร็วที่สุดเมื่อเทียบกับความเข้มข้นอื่นอยู่นอกช่วงนี้ (Roubik et al., 1995 และKim et al., 2011)

2.1.2.<u>การจดจำแหล่งอาหาร</u>

ผึ้งหาอาหารจะประเมินคุณภาพของน้ำหวาน หรือละอองเกสรดอกไม้ แล้วตัดสินใจว่าจะใช้ประโยชน์จากแหล่งอาหารเหล่านั้นหรือไม่ หากพบแหล่งอาหารที่ใช้ประโยชน์ได้ผึ้งจะเกิดการเรียนรู้ที่ตั้งของแหล่งอาหาร โดยจะใช้สัญญาณเสียง และเต้นรำเพื่อกลับไปเก็บอาหารจากแหล่งเดิมอีกครั้ง โดยสิ่งเร้าที่ใช้เป็นเงื่อนไขที่ส่งผลให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้นั้นสามารถเป็นได้ทั้ง ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส สี กลิ่น รูปแบบ รวมถึงโครงสร้างของแหล่งอาหาร (Farina et al., 1991, Backhaus, 1993, Gil et al., 2003 และ Wehner, 1972) มีรายงานการศึกษาว่าการเต้นรำของผึ้งจะเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของน้ำตาลในน้ำหวาน และรายงานการศึกษาว่าผึ้งผลิตสัญญาณเสียงที่สัมพันธ์กับความเข้มข้นของน้ำตาล ความเข้มข้นของซูโครสที่ใช้เป็นรางวัลมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยผึ้งที่ได้รับสารละลายน้ำตาลซูโครสเข้มข้นสูงเรียนรู้ได้เร็วกว่าผึ้งที่ได้รับน้ำตาลซูโครสเข้มข้นต่ำ (Aguilar et al., 2002, Nicolson, 2007, Scheiner et al. 1999)

2.2. ผลของรูปแบบกิจกรรมการออกอาหารของผึ้ง

รูปแบบการหาอาหารของชันโรงส่วนมากมีการเก็บเกสรตั้งแต่เช้าตรู่ และมีการเก็บน้ำหวานในช่วงเช้าและเย็น ซึ่งในช่วงบ่ายน้ำหวานจากดอกไม้จะมีความเข้มข้นมากขึ้น (Roubik et al., 1984) การศึกษาของ Yucel and Duman (2005) พบว่าผึ้งหาอาหารตั้งแต่เช้า (8.15–16.30 น.) และมีอัตตราการหาอาหารสูงสุดในช่วง 11.00 ถึง 12.00 น. ในชันโรงจะมีช่วงเวลาการออกหาอาหารสูงสุด โดยมักจะใช้เวลาหนึ่งถึงสองชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของชันโรง จากการศึกษาของ Vijayan และคณะ (2018) พบว่ากิจกรรมการหาอาหารของ *T. iridipennis* มีการเก็บละอองเรณูในช่วง 9.00–12.00 น. และมีการเก็บน้ำหวานในช่วง 11.00–18.00 น. ทั้งนี้รูปแบบกิจกรรมการหาอาหารในแต่ละวันขึ้นอยู่กับทรัพยากร และปัจจัยทางกายภาพ (abiotic factor) อีกด้วย

2.3. ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมการหาอาหาร

ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมการหาอาหารของผึ้งแบ่งออกเป็นสองปัจจัยใหญ่ๆ ได้แก่ ปัจจัยภายในโคโลนีผึ้ง และปัจจัยภายนอกโคโลนีผึ้ง ปัจจัยภายในโคโลนีของผึ้ง เช่น ขนาดของประชากร และปริมาณของอาหารที่เก็บไว้ก็มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการหาอาหารแต่ละตัวและของโคโลนีด้วย ปัจจัยภายนอกโคโลนี เช่น ทรัพยากรแหล่งอาหารมีผลกระทบอย่างมากต่อกิจกรรมการหาอาหาร จากการศึกษาของ Fulop และคณะ (2000) พบว่าปริมาณของรางวัลอาหาร (food reward) (เช่น สารละลายน้ำตาลซูโครส หรือน้ำหวาน) ซึ่งผึ้งสามารถรับรู้ถึงปริมาณของรางวัลจากแหล่งอาหารซึ่งส่งผลต่อกิจกรรมการหาอาหาร และระยะทางในการหาอาหารขึ้นอยู่กับขนาดตัวของผึ้ง ผึ้งที่ขนาดตัวใหญ่มีระยะทางในการออกหาอาหารไกลกว่าผึ้งขนาดตัวเล็กตัวเล็ก (Greenleaf et al., 2007) นอกจากนี้ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเข้มแสง และความชื้นสัมพัทธ์ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหาอาหารเช่นกัน ผึ้งส่วนใหญ่จะหาอาหารได้ดีในเวลากลางวันเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น มีแสงสว่างมากมาก มีความชื้นต่ำ (Polatto et al., 2014) ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการ

หาอาหารอยู่ระหว่าง 10–40°C (Abou-Shaara, 2014) โดยการค้นพบนี้สอดคล้องกับการคาดการณ์ว่ารังสีดวงอาทิตย์ที่สูงขึ้นจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดการระเหยของน้ำหวาน และส่งผลให้น้ำหวานเข้มข้นขึ้นในดอกไม้ (Roubik et al., 1984 และRoubik, 1989) และความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมสำหรับกิจกรรมการหาอาหารอยู่ระหว่าง 70% ถึง 90% (Hilário et al., 2013)

2.4. ข้อมูลทางอนุกรรมวิธาน และชีววิทยาของชันโรง *Tetragoluna pagdeni*

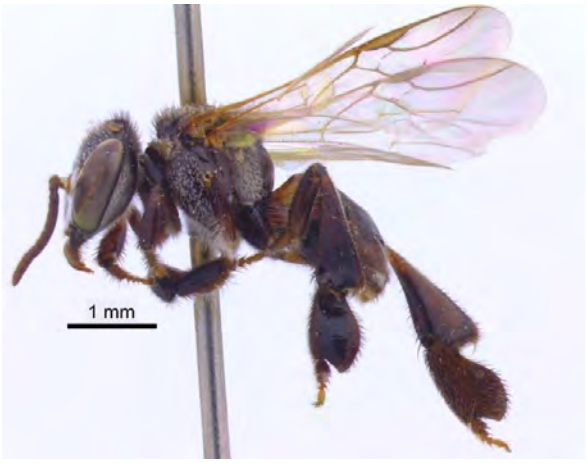
ชันโรง (stingless bee) เป็นแมลงสังคมชั้นสูง (eusocial insect) จัดอยู่ใน Order Hymenoptera, Family Apidae และ Subfamily Melponinae (ภาพที่ 2-1) ชันโรงมีลักษณะเหมือนแมลงทั่วไปขนาดตัวเล็ก ลำตัวแบ่งออกเป็นสามส่วน คือ ส่วนหัว อกและท้อง โดยปากของชันโรงมีลักษณะแบบกัดเลียและมีกรามที่แข็งแรง มีปีก 2 คู่ มีขา 3 คู่ โดยขาคู่ที่ 3 จะใช้เก็บน้ำหวาน ส่วนท้องของชันโรงไม่มีเหล็กในจึงไม่สามารถต่อยได้ ปัจจุบันมีการค้นพบแล้ว 60 สกุล 600 ชนิดทั่วโลก ในประเทศไทยพบ 32 ชนิด

ภาพที่ 2-1 เปรียบเทียบผึ้ง 4 ชนิด จากซ้าย: ผึ้งโพรง *Apis cerana*, ชันโรง *Heterotrigona itama*, ชันโรง *Tetrigona apicalis*, ชันโรง *Tetragonula lavincep* (ที่มา : https://wiki.nus.edu.sg)

สังคมภายในรังชันโรงประกอบด้วย สามวรรณะ คือ วรรณะนางพญา วรรณะเพศผู้ และวรรณะงาน (ภาพที่ 2-2) โดยชันโรงวรรณะงานจะเก็บเกสรดอกไม้ เก็บน้ำหวานจากพืชเป็นอาหาร การเก็บอาหารของชันโรงจะลงไปตอมทุกดอกโดยไม่มีพฤติกรรมการเลือกดอกไม้ ทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพของพืชดอกนานาชนิด

ภาพที่ 2-2 เปรียบเทียบวรรณะภายในรังผึ้ง และชันโรง จากซ้าย: ผึ้งพันธุ์ *Apis mellifera*, Mexican stingless bee *Melipona beecheii*, Brazilian stingless bee *Schwarziana quadripunctata* (ที่มา: https://science.sciencemag.org)

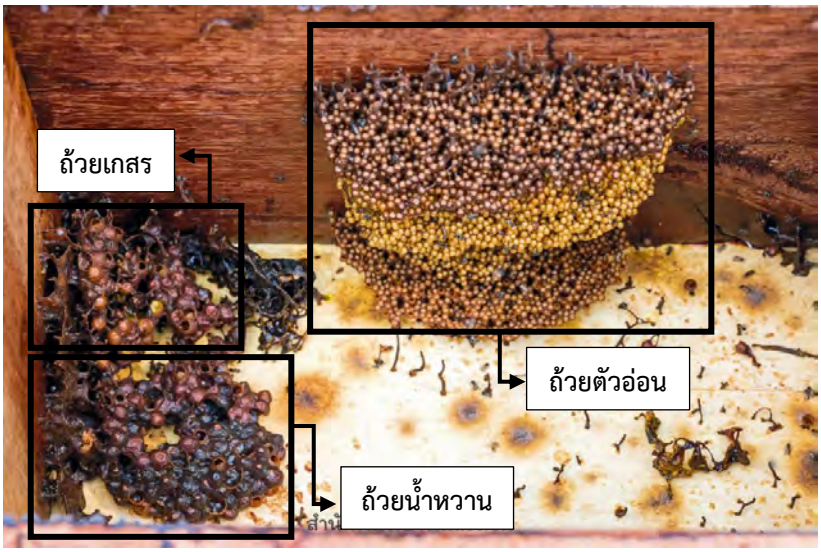
ชันโรงขนเงิน หรือ *Tetragonula pagdeni* (ภาพที่ 2-3) เป็นชันโรงที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทยขนาด 4-5 มิลลิเมตร มักอาศัยโพรงธรรมชาติเหนือดิน โดยพบทั้งโพรงในต้นไม้ ตามอาคารบ้านเรือน และยังสามารถอาศัยอยู่ในกล่องเลี้ยงที่มนุษย์สร้างขึ้นได้ ด้วยเหตุนี้ชันโรงขนเงินจึงเป็นที่นิยมสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยง เพราะนอกจากชันโรงเป็นตัวช่วยในการผสมเกสรทำให้ได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ยังสามารถหารายได้เสริมจากการนำน้ำผึ้ง และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงชันโรงไปขาย



ภาพที่ 2-3 ชันโรง *Tetragonula pagdeni* (ที่มา : https://www.researchgate.net/figure/lateral-view-of-worker-of—Scaura-Schwarz-new-species_fig1_331385578)

รังที่ใช้เลี้ยงชันโรงเป็นรังมาตรฐานแบบ OATH box (Original Australian Trigona hive) (ภาพที่ 2-4) โครงสร้างรังประกอบด้วยสี่ส่วน คือ 1) ปากทางเข้ารังเป็นปากท่อสั้น 2) ห้องตัวอ่อน (brood cell) 3) ถ้วยอาหาร ประกอบด้วยถ้วยน้ำผึ้ง (honey pot) และถ้วยเก็บเกสร (pollen pot) ทั้งถ้วยตัวอ่อน และถ้วยอาหารมี ลักษณะเรียงตัวเป็นกลุ่ม (Cluster type) 4) อินโวลูครัม (involucrum) เกิดขึ้นจากไขผึ้ง (bee wax) และยางไม้ (resin) ที่ผสมกันเป็นซีรูเมน (cerumen) และมีการเรียงตัวเป็นแผ่นซ้อนกัน (ภาพที่ 2-5) (อัญชลี สวาสดิ์ธรรม, 2555)

ภาพที่ 2-4 รังเลี้ยงชันโรง OATH box (ที่มา: http://chunnarong.blogspot.com, https://www.gotoknow.org)



ภาพที่ 2-5 องค์ประกอบภายในรังชันโรง (ที่มา: https://www.baanlaesuan.com)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

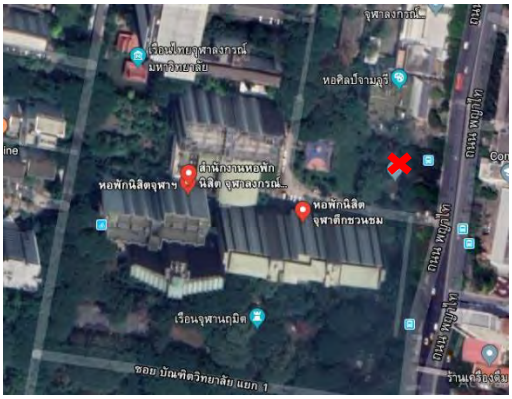
3.1. วัสดุและอุปกรณ์

1) รังชันโรง แบบ standard OATH box จำนวน 5 รัง
2) ชั้นวางรังชันโรง
3) petri dish 12 คู่
4) น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล
5) ถุงดำ
6) กระดาษ A4
7) เทปกาว
8) น้ำกรอง
9) เครื่องชั่งดิจิตอล Satorius® รุ่น CP 224 S
10) syringe ปริมาตร 20 มิลลิตร จำนวน 4 หลอด
11) ตลับเมตร
12) เทอร์โมไฮโกรมิเตอร์ SK SATO®
13) เครื่องวัดความเข้มแสง Mastech® MS6612
14) เก้าอี้ไม้จำนวน 13 ตัว
15) กระดาษทิชชู่ 12 ม้วน
16) กล้องถ่ายรูป DSLR canon 1500D และ Nikon 5600D
17) ขวดแก้ว Scott Duran® ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 6 ขวด

3.2. วิธีการดำเนินงาน

3.2.1. <u>การเก็บข้อมูลภาคสนาม</u>

พื้นที่ทำการทดลองตั้งอยู่ที่ บริเวณสนามหญ้า หอพักนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร (13°44'27.4"N 100°31'41.7"E)



ภาพที่ 3-1 พื้นที่ทำการทดลอง หอพักนิสิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร (ที่มา: map.google.com) เครื่องหมายกากบาทคือบริเวณที่ทำการศึกษา

3.2.2.<u>การเก็บข้อมูลภาคสนามเลือกเก็บอาหารเข้าสู่รัง</u>

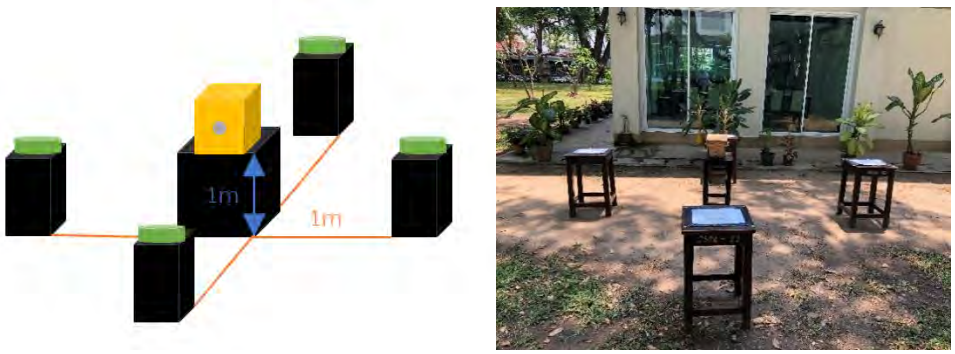
3.2.2.1 การเตรียมน้ำหวานจากน้ำตาลซูโครส

1) น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 50% w/v เตรียมโดยชั่งน้ำตาลซูโครส 100 กรัม ใส่ขวดแก้วปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากัน
2) น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 35% w/v เตรียมโดยชั่งน้ำตาลซูโครส 70 กรัม ใส่ขวดแก้วปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากัน
3) น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 15% w/v เตรียมโดยชั่งน้ำตาลซูโครส 30 กรัม ใส่ขวดแก้วปริมาตร 250 มิลลิลิตร เติมน้ำปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากัน

น้ำหวานใช้ในการทดลองมีการเตรียมใหม่ทุกวัน

3.2.2.2 การทดลองความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส

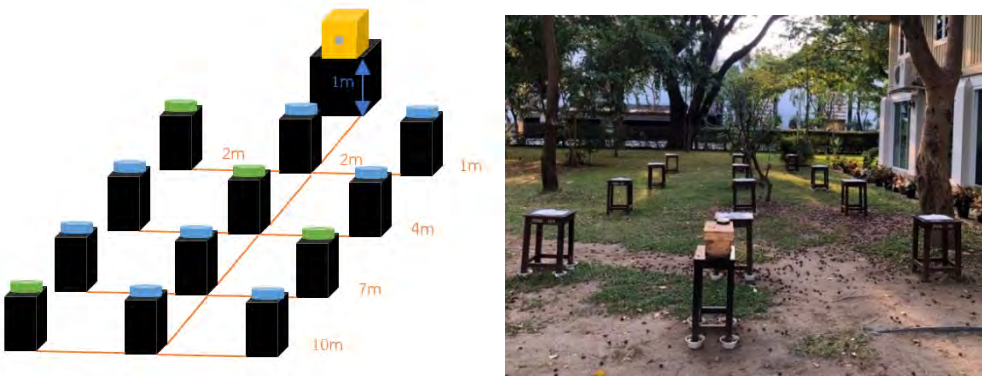
1) วาง petri dish 4 จาน ลงบนเก้าอี้แต่ละตัว โดยวางห่างจากรังชันโรงที่ใช้ทดลอง 1 เมตร สูงจากพื้น 1 เมตร และวางเป็นมุมทั้งสี่ในทิศตามเข็มนาฬิกา (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก) (ภาพที่ 3–2)
2) เติมน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 0%, 15%, 35% และ 50% w/v ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ลงใน petri dish ที่มีกระดาษทิชชู่รองอยู่ (น้ำตาลซูโครส 1 ความเข้มข้น ต่อ 1 petri dish)
3) ทำการถ่ายรูปชันโรง *T. pagdeni* ทุก 20 นาที เป็นเวลา 10 ชั่วโมง
4) ทำการสลับตำแหน่งเก้าอี้ทุกๆ 3 ชั่วโมง
5) ทำการวัดความเข้มแสงบริเวณหน้ารัง อุณหภูมิอากาศ และความชื้นในอากาศ ทุกๆ 1 ชั่วโมง
6) ทำซ้ำตามขั้นตอน 1, 2, 3, 4 และ 5 ทั้งหมด 2 ครั้ง จำนวน 5 รัง



ภาพที่ 3-2 การจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองที่1 ดัดแปลงมาจากการทดลองของ Ciar et al. สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองแทนรังชันโรงที่ใช้ทดลอง จุดวงกลมสีเทาบนรังชันโรงแทนปากทางเข้ารัง วงกลมสีเขียวแทน petri dish ซึ่งบรรจุน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นต่างกัน (0%, 15%, 35% และ 50% w/v) โดยวาง petri dish ตามทิศทั้ง 4 (ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก) และวางห่างจากรัง 1 เมตร ทุกๆ สามชั่วโมงทำการย้าย petri dish โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา สี่เหลี่ยมผืนผ้าสีดำแทนเก้าอี้สำหรับวางรังชันโรงและ petri dish ซึ่งบรรจุน้ำตาลซูโครส

3.2.2.3 การทดลองระยะทางของแหล่งอาหาร

1) แบ่งแถวออกเป็น 4 แถว โดยแถวแรกห่างจากรัง 1 เมตร แถวที่สอง 3 เมตร แถวที่สาม 7 เมตร แถวที่สี่ 10 เมตร แต่ละแถวประกอบด้วย petri dish และเก้าอี้สำหรับวาง 3 ชุด การวาง petri dish วางแบบสุ่ม (ภาพที่ 3–3)
2) เติมสารละลายซูโครสความเข้มข้น 50% w/v ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ลงใน petri dish 1 ชุด ทั้งหมด 4 แถว เติมน้ำกรอง 15 มิลลิลิตร ลงใน petri dish ที่เหลืออยู่ทุกแถว
3) ทำการถ่ายรูปชันโรง *T. pagdeni* ทุก 20 นาที เป็นเวลา 11 ชั่วโมง
4) ทำการสลับตำแหน่งเก้าอี้ทุกๆ 3 ชั่วโมง
5) ทำการวัดความเข้มแสงบริเวณหน้ารัง อุณหภูมิอากาศ และความชื้นในอากาศ ทุกๆ 1 ชั่วโมง
6) ทำซ้ำตามขั้นตอน 1, 2, 3, 4 และ 5 ทั้งหมด 2 ครั้ง จำนวน 5 รัง



ภาพที่ 3-3 การจัดตั้งอุปกรณ์สำหรับการทดลองที่ 2 ดัดแปลงมาจากการทดลองของ Ciar et al. สี่เหลี่ยมจัตุรัสสีเหลืองแทนรังชันโรงที่ใช้ทดลอง จุดวงกลมสีเทาบนรังชันโรงแทนปากทางเข้ารัง วงกลมสีเขียวแทน petri dish บรรจุน้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 50% w/v ทั้งหมด 4 จาน โดยแต่ละจานวางห่างจากรังที่ระยะ 1, 4, 7 และ 10 เมตร ตามลำดับ และทำการวางแบบสุ่มโดย วงกลมสีฟ้าแทน petri dish บรรจุน้ำเปล่า ทั้งหมด 8 จาน โดยวางจานที่ระยะ 1, 4, 7 และ 10 เมตร ตามลำดับ ทุกๆ สามชั่วโมงทำการย้าย petri dish โดยหมุนตามเข็มนาฬิกา สี่เหลี่ยมผืนผ้าสีดำแทนเก้าอี้สำหรับวางรังชันโรงและ petri dish ซึ่งบรรจุน้ำตาลซูโครส

3.2.2.4 โครงสร้างรัง และประมาณสัดส่วนของตัวอ่อน และอาหารที่เก็บสะสมภายในรัง

1) ทำการวัดขนาดรังเลี้ยง
2) ทำการทำการประมาณสัดส่วนของถ้วยตัวอ่อน ถ้วยเก็บน้ำหวาน และถ้วยเก็บเกสร
3) ทำการถ่ายภาพทั้งหมด 5 รัง

3.2.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS version 22

1) เพื่อดูความแตกต่างของจำนวนชันโรงที่มาเยือนจานน้ำตาลซูโครสที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลต่างกันในการทดลองที่ 1 และจำนวนชันโรงที่มาเยือนจานน้ำหวาที่ตั้งห่างจากรังเป็นระยะทางต่างกันในการทดลองที่ 2 ด้วยวิธี Kruskal – Wallis test โดยคำนวณค่าทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$)
2) เพื่อดูความแตกต่างของจำนวนชันโรงที่ออกหาอาหารในเวลาต่างกัน โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นสามช่วงเวลาเพื่อลดความแปรปรวน คือเช้า (07.00 น. ถึง 10.40 น.), เที่ยงวัน (11.00 น. ถึง 14.40 น.) และตอนบ่าย (15.00 น. ถึง 18.00 น.) ด้วยวิธี Generalized Linear Model: GLM
3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชันโรงที่มาเยือนจานน้ำตาลซูโครส กับปัจจัยทางกายภาพ (อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และค่าความเข้มแสง) ด้วยวิธี Spearman's rank-order correlation
4) ประมาณสัดส่วนของตัวอ่อน และอาหารที่เก็บสะสมภายในรัง

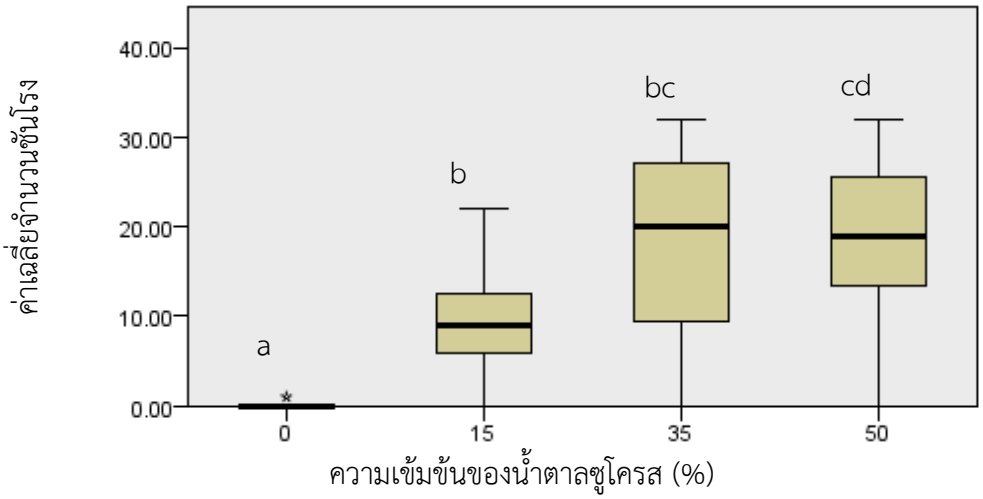
3.2.2.6 สรุปผลและเขียนรายงาน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

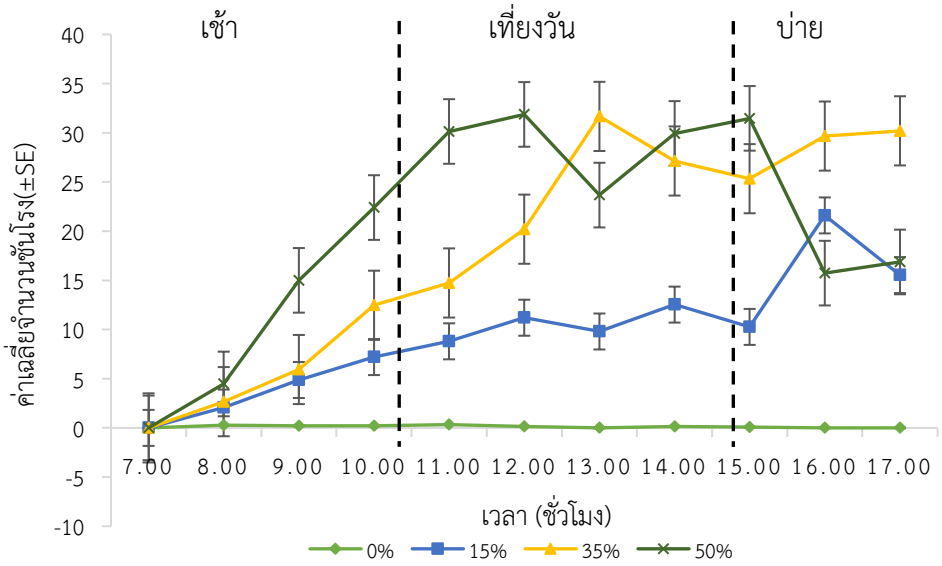
4.1. ความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชันโรง *T. pagdeni* จำนวน 5 รัง รังละ 3 ซ้ำพบว่าจำนวนชันโรง *T. pagdeni* เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกัน (0%, 15%, 35% และ 50%) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test = 75.31 $p<0.01$, ภาพที่ 4–1) โดยเมื่อพิจารณาน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นที่ 0% และ 15%, มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) ในขณะที่น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 15% และ 35% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.081$) และความเข้มข้น 35% และ 50% ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=1.000$) โดยน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นที่ 35% และ 50% มีจำนวนชันโรง *T. pagdeni* เข้ามากินน้ำหวานมากที่สุด (ภาพที่ 4–1)

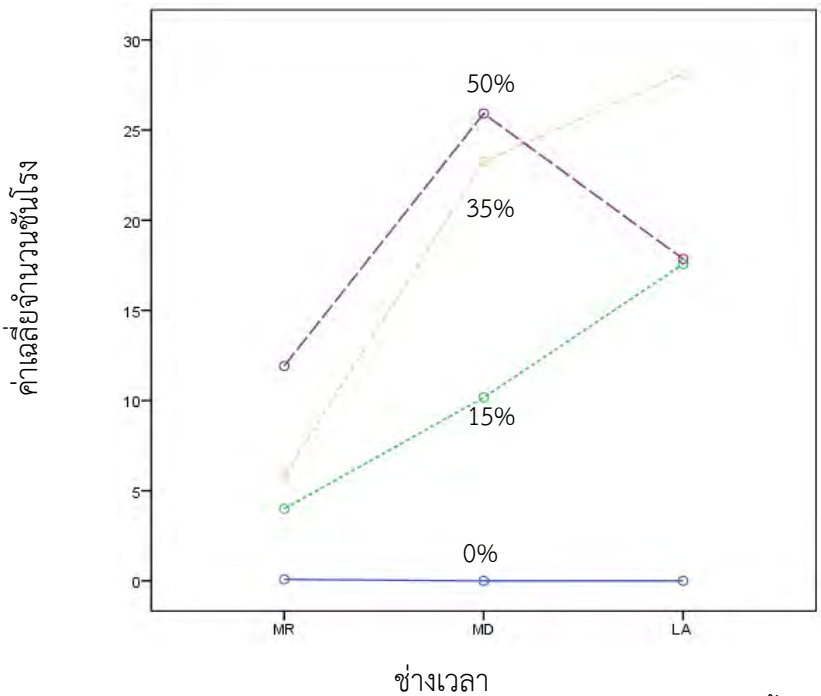
เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชันโรง *T. pagdeni* เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกันในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (เช้า 7.00 – 10.40 น., เที่ยงวัน 11.00 – 14.40 น. และบ่าย 15.00 – 17.40 น.) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (GLM: $F=66.485$, $p<0.01$, ภาพที่ 4–2) และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสกับช่วงเวลาที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (GLM: $F=15.717$, $p<0.01$, ภาพที่ 4–3) โดยความเข้มข้นน้ำตาลซูโครสที่ 35% และ 50% มีชันโรงเข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารมากที่สุดตลอดทั้งวัน และพบว่าน้ำตาลซูโครสความเข้มข้นที่ 35% มีชันโรงเข้ามากินน้ำหวานมากที่สุด ในขณะที่น้ำตาลซูโครสความเข้มข้น 50% มีชันโรงมากกินน้ำหวานมากที่สุดในช่วงเช้า และเที่ยงวัน (ภาพที่ 4–3)



ภาพที่ 4-1 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50%) ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$, $n=15$)



ภาพที่ 4-2 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50%) ในเวลาแตกต่างกัน เป็นเวลา 10 ชั่วโมง และแบ่งออกเป็นสามช่วง (เช้า 7.00 – 10.40 น., เที่ยงวัน 11.00 – 14.40 น. และ บ่าย 15.00 – 17.00 น.)

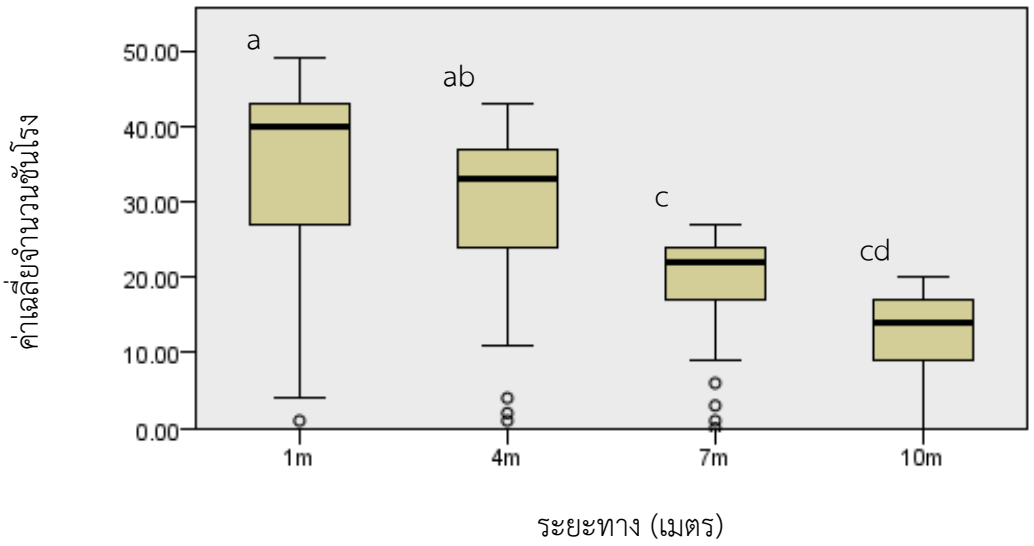


ภาพที่ 4-3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50%) ในสามช่วงเวลา (เช้า 7.00 – 10.40 น., เที่ยงวัน 11.00 – 14.40 น. และ บ่าย 15.00 – 17.00 น.)

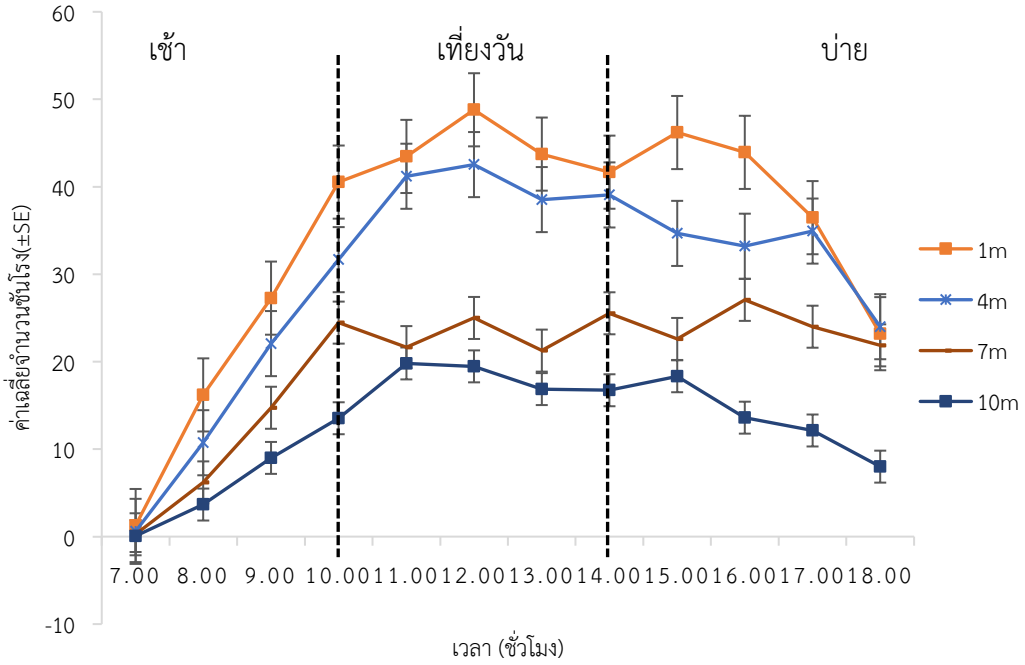
4.2. ระยะทางของแหล่งอาหาร

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชันโรง *T. pagdeni* จำนวน 5 รัง รังละ 3 ซ้ำ พบว่าจำนวนชันโรงที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีระยะห่างจากรังแตกต่างกัน (1 เมตร, 3 เมตร, 7 เมตร, 10 เมตร) พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Kruskal-Wallis test = 62.56 $p<0.05$, ภาพที่ 4–4) โดยเมื่อพิจารณาระยะทางทั้ง 4 ค่าพบว่า ระยะ 1 เมตร และ 4 เมตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.660$) ที่ ระยะ 7 เมตร และ 10 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.050$) เมตร และระยะของจานอาหารที่วางห่างจากรังเป็นระยะ 1 เมตร มีจำนวนชันโรงมากินอาหารบนจานอาหารมากที่สุด ตามด้วย 4 เมตร 7 เมตร และ 10 เมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4–4)

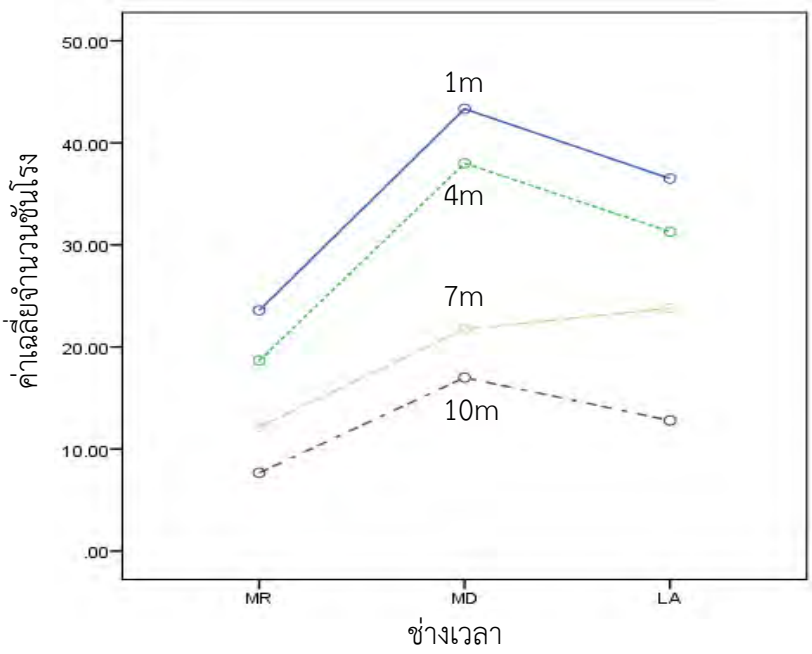
เมื่อเปรียบเทียบจำนวนชันโรง *T. pagdeni* เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่ตั้งห่างจากรังต่างกันในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (เช้า 7.00–10.40 น., เที่ยงวัน 11.00–14.40 น. และบ่าย 15.00–18.00 น.) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (GLM: $F=52.302$, $p<0.01$, ภาพที่ 4–5) และเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชันโรงที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีระยะห่างต่างกันกับช่วงเวลาที่แตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (GLM: $F=2.463$, $p=0.028$, ภาพที่ 4–6) โดยชันโรงเข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่ตั้งห่างจากหน้ารังระยะ 1 เมตรมากที่สุด และระยะ 1 เมตรมีชันโรงเข้ามากินน้ำหวานมากที่สุด โดยช่วงเวลาที่มีการเข้ามากินน้ำหวานมากที่สุดคือ ช่วงเที่ยงวัน (11.00–14.40 น.) (ภาพที่ 4–6)



ภาพที่ 4-4 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีระยะห่างต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร, 10 เมตร) ตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงค่าเฉลี่ยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p<0.05$, $n=15$)



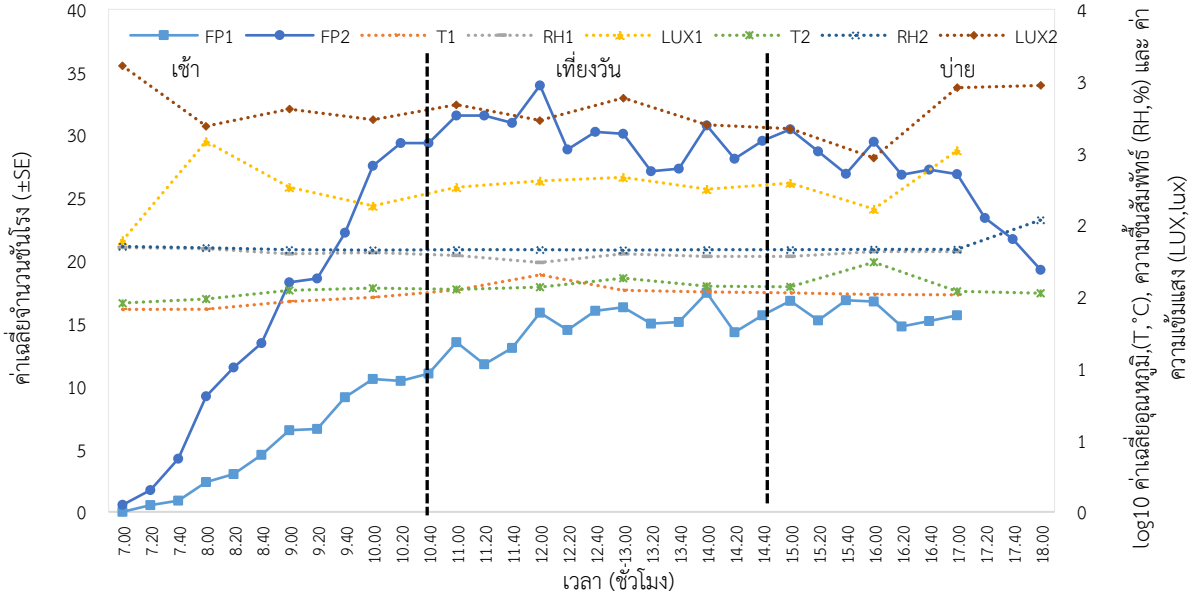
ภาพที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่ตั้งห่างจากรังต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร และ 10 เมตร) ในเวลาแตกต่างกัน เป็นเวลา 11 ชั่วโมง และแบ่งออกเป็นสามช่วง (เช้า 7.00–10.40 น., เที่ยงวัน 11.00–14.40 น. และ บ่าย 15.00–17.00 น.)



ภาพที่ 4-6 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่ตั้งห่าง จากต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร และ 10 เมตร) ในสามช่วงเวลา (เช้า 7.00–10.40 น., เที่ยงวัน 11.00–14.40 น. และ บ่าย 15.00–18.00 น.)

4.3. รูปแบบการหาอาหาร

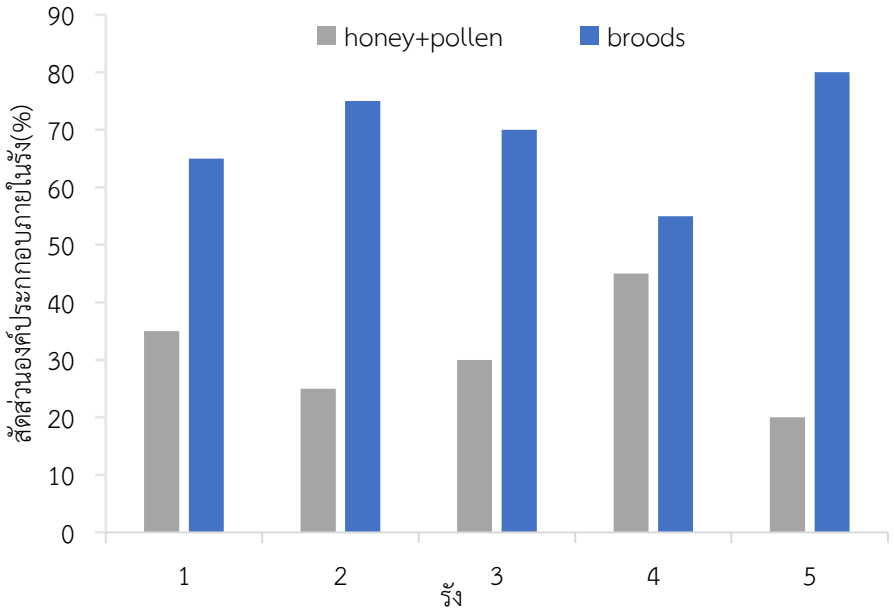
เมื่อพิจารณาจำนวนชันโรง *T. pagdeni* ที่ออกมากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสแตกต่างกันในการทดลองที่1 พบว่าจำนวนชันโรงที่ออกหาอาหารไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (Kruskal-Wallis test = 26.06, p=0.672, ภาพที่ 4–7) ในส่วนของการทดลองที่ 2 เป็นการสำรวจผลของระยะทางจากรังสู่แหล่งอาหารที่มีระยะทางต่างกัน พบว่ามีจำนวนชันโรงออกมาหาอาหารเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่เวลา 7.00 น. และออกหาอาหารสูงสุดที่เวลา 12.00 น. (Kruskal-Wallis test = 60.570, p<0.01, ภาพที่ 4–7) จำนวนชันโรงเริ่มลดลง (12.20–13.00 น.) และเพิ่มจำนวนขึ้นอีกครั้งหลังผ่านช่วงเที่ยงวัน (13.20–15.00 น). จากนั้นจำนวนชันโรงเริ่มลดลงอีกครั้งจนสิ้นสุดการทดลอง (18.00 น.) เมื่อพิจารณาการทดลองที่1 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชันโรงที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารกับอุณหภูมิมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r_s= 0.304, p<0.01) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r_s=-0.214, p<0.01) และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเข้มแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r_s=-0.107, p<0.01) การทดลองที่ 2 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชันโรงที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่ตั้งในระยะทางที่แตกต่างกันจากรังกับมีอุณหภูมิความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r_s= 0.339, p<0.01) มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r_s= -0.386, p<0.01) และไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มแสงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r_s=-0.264, p=0.07)



ภาพที่ 4-7 รูปแบบการหาอาหารของ (FP) *T. pagdeni* จากข้อมูลที่เก็บรวบรวมในการทดลองที่ 1 (FP1) และการทดลองที่ 2 (FP2) ระยะเวลาในการทดลองที่ 1 10 ชั่วโมง การทดลองที่ 2 11 ชั่วโมง ตัวอักษร T1, RH1 และ LUX1 หมายถึง ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ, ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ และค่าเฉลี่ยความเข้มแสง ในการทดลองที่ 1 ชั่วโมง ตัวอักษร T2, RH2 และ LUX2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ, ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ และค่าเฉลี่ยความเข้มแสง ในการทดลองที่ 2 (FP1: เช้า; T1: 27.94±2.70°C , RH1: 65.94±3.15%, LUX1: 193.92±131.17 lux, เที่ยงวัน; T1: 37.19±5.03°C , RH1: 59.66±3.56%, LUX1: 193.54±17.31 lux, บ่าย; T1: 32.88±0.48 °C, RH1: 63.32±2.79%, LUX1: 217.50±102.44 lux FP2 : เช้า; T1: 32.47±3.63°C , RH1: 68.24±1.92%, LUX1: 734.92±367.13 lux, เที่ยงวัน; T1: 37.99±3.10°C , RH1: 66.81±0.21%, LUX1: 618.52±125.26 lux, บ่าย; T1: 39.87±10.07 °C, RH1: 77.37±20.36%, LUX1: 648.27±319.10 lux)

4.4. ปริมาณสัดส่วนของตัวอ่อน และอาหารที่เก็บสะสมภายในรัง

เมื่อทำการเปิดรังชันโรงที่ใช้ทดลอง ทั้ง 5 รัง พบว่าทั้ง 5 รัง มีสัดส่วนของตัวอ่อนมากกว่าสัดส่วนของอาหารที่เก็บสะสมภายในรัง โดยรังที่มีสัดส่วนของตัวอ่อนชันโรงมากที่สุดคือ รังที่ 5, รังที่ 2, รังที่ 3, รังที่ 1 และรังที่ 4 ตามลำดับ รังที่มีสัดส่วนอาหารที่เก็บสะสมมากที่สุด ได้แก่ รังที่ 4, รังที่ 1, รังที่ 3, รังที่ 2 และ รังที่ 5 ตามลำดับ (ภาพที่ 4–8)



ภาพที่ 4-8 ปริมาณสัดส่วนองค์ประกอบภายในรังชันโรง ได้แก่ สัดส่วนของตัวอ่อน และอาหารที่เก็บสะสมภายในรัง (ปริมาณน้ำต้อย และปริมาณเกสร) ทั้ง 5 รัง

บทที่ 5
อภิปรายผลการศึกษา

5.1. ความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสและระยะของแหล่งอาหารที่ห่างจากรัง

การวิเคราะห์ผลข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ยืนยันว่ามีความแตกต่างของการเข้ามากินน้ำตาลซูโครสที่มีความเข้มข้นต่างกันในชันโรง *T. pagdeni* โดยพบว่าน้ำตาลซูโครสที่มีความเข้มข้น 35% และ 50% มีชันโรงเข้ามากินน้ำหวานจำนวนมากที่สุดเมื่อเทียบกับน้ำตาลซูโครสที่มีความเข้มข้นที่ต่ำกว่า อย่างไรก็ตามพบว่าการเข้ามากินน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้นที่ 15% และ 35% และความเข้มข้นที่ 35% และ 50% นั้นไม่มีความแตกต่างกัน เป็นที่ทราบกันว่าผึ้งจะเลือกและใช้ประโยชน์จากแหล่งอาหารที่ให้ผลกำไรหรือผลประโยชน์มากที่สุดแม้ว่าจะพบแหล่งอาหารทั้งสองแหล่งพร้อมกัน (Schmidt et al., 2006) และความเข้มข้นน้ำหวานที่อยู่ระหว่าง 20%–60% เป็นความเข้มข้นที่ชันโรงชอบ (Roubik et al., 1995) และจากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีการเข้ามากินน้ำตาลซูโครสที่มีความเข้มข้น 50% ของ *T. pagdeni* สูงสุดในช่วงเที่ยงวันเนื่องจากการที่อุณหภูมิสูงขึ้นนั้นส่งผลให้ความเข้มข้นของน้ำหวานเพิ่มมากขึ้นด้วย (Roubik , 1989) จากการศึกษาของ Macías-Macías และคณะ (2017) พบว่าผึ้งมีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม และความเข้มข้นของน้ำหวาน นี่อาจเป็นหนึ่งในสาเหตุในการตัดสินใจของผึ้ง เนื่องจากการดูดน้ำหวานที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงทำให้ผึ้งสามารถรวบรวมน้ำหวานได้มากในช่วงเวลาสั้น ๆ (Kim et al., 2011 และ Nicolson et al., 2013) อีกทั้งยังสามารถประหยัดพลังงานได้เมื่อออกหาอาหารในขณะที่อุณหภูมิสูง นอกจากนี้ความเข้มของแสงยังส่งผลต่อการออกหาอาหาร โดยพบว่าในตอนเช้ามีจำนวนชันโรงออกมาหาอาหารเล็กน้อย เมื่อมีแสงเพิ่มมากขึ้นจำนวนชันโรงที่ออกหาอาหารจะเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Streinzer et al., 2016) ขนาดตัวของผึ้งมีผลต่อระยะการหาอาหาร (Heard., 2016) ผึ้งที่มีขนาดใหญ่สามารถบินได้ไกลขึ้นในขณะที่ค้นหาแหล่งอาหารที่ให้ผลกำไร (Roubik et al., 1983, Wille 1983 และ Araújo et al. 2004) ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า *T. pagdeni* จะเลือกแหล่งอาหารที่อยู่ใกล้กับรัง (1 เมตร) มากกว่าระยะทางที่ไกลกว่า

5.2. รูปแบบของกิจกรรมการหาอาหาร

รูปแบบการหาอาหารของชันโรงส่วนมากเริ่มมีการเก็บน้ำหวานในช่วงเช้า และเพิ่มจำนวนมากในช่วงเที่ยงวัน ซึ่งมีอุณหูมิสูงขึ้นน้ำหวานจากดอกไม้จะมีความเข้มข้นมากขึ้น (Roubik , 1989) และจะมีช่วงเวลาที่มีการออกหาอาหารสูงสุด มักจะใช้เวลาหนึ่งถึงสองชั่วโมง ขึ้นอยู่กับชนิดของชันโรง (Layek, et al., 2017) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสอาจส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการหาอาหารของชันโรง *T. pagdeni* โดยในการทดลองที่ 1 ที่มีการกำหนดความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกันนั้น มีกิจกรรมการออกหาอาหารเริ่มตั้งแต่เช้า (7.00 น.) และเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆ จนถึงช่วงเที่ยงวัน (12.00 น.) หลังจากนั้นจึงค่อยๆ ลดจำนวนลง เช่นเดียวกับการศึกษาของ Inoue และคณะ (1985) พบว่า มีชันโรงสามชนิด ได้แก่ *T. itama* *T. minangkabau* และ *T. moorei* ที่มีการออกหาอาหารสูงสุดในช่วงเที่ยงวัน ในการทดลองที่ 2 ระยะทางของแหล่งอาหารที่ตั้งห่างจากรังแตกต่างกัน มีการออกหาอาหารแบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงเช้า (10.00–12.00 น.) และ ช่วงบ่าย (14.00–16.00 น.) ซึ่งชันโรงสายพันธุ์ *Heterotrigona itama* มีรูปแบบการหาอาหารคล้ายกันกับการศึกษาครั้งนี้ โดยที่ระยะเวลาการหาอาหารสูงสุดแบ่งออกเป็นสองช่วง ได้แก่ ช่วงเช้า (09.00–11.00 น.) และช่วงบ่าย (15:00–16:00 น.) (Basari et al., 2018) ทั้งสองการทดลองพบว่าระหว่างช่วง 12.00–13.00 น. นั้นจะมีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากช่วงเที่ยงวันนั้นอุณหภูมิใน

อากาศเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งการหาอาหารในขณะที่อุณหภูมิสูงจะส่งผลให้ชันโรงต้องใช้พลังงานมาก และมีการสูญเสียน้ำมากตามไปด้วย (Basari et al., 2018) นอกจากนี้การหาอาหารยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางกายภาพอีกด้วย โดยมีการศึกษาพบว่าการออกหาอาหารมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์ (Jaapar et al., 2018, Macías-Macías et al., 2017) โดยในการศึกษาครั้งนี้ให้ผลในทำนองเดียวกัน คือ พบว่าการออกหาอาหารของทั้งสองการทดลองมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอุณหภูมิ และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความชื้นสัมพัทธ์ นอกจากนี้การออกหาอาหารยังมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเข้มของแสง (Wang et al., 2009) โดยในการทดลองที่ 1 มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความเข้มของแสง แต่ในการทดลองที่2 นั้นไม่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มของแสง อย่างไรก็ตามรูปแบบของกิจกรรมการหาอาหารในแต่ละวันมักจะมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับแหล่งอาหาร และความแตกต่างของฤดูกาล (Inoue et al., 1985)

5.3. ข้อดีของการรู้เกี่ยวกับความชอบความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส, ระยะทางของแหล่งอาหาร และรูปแบบของการหาอาหาร

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกร และผู้เลี้ยงชันโรงในการบริหารจัดการเกี่ยวกับการจัดวางรังชันโรงให้สัมพันธ์กับทรัพยากรแหล่งอาหารที่มีอยู่ และยังเป็นการเพิ่มความรู้ผู้เลี้ยงชันโรงเกี่ยวกับพฤติกรรมการหาอาหารของชันโรง *T. pagdeni* อีกด้วย

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

6.1. สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของน้ำหวาน และระยะทางของแหล่งอาหารมีผลต่อการใช้ประโยชน์จากแหล่งอาหาร และรูปแบบการหาอาหารของชันโรง *Tetragonula pagdeni* โดย *T. pagdeni* มีความชอบน้ำหวานที่มีความเข้มข้นมากกว่า 35% และชอบหาอาหารในแหล่งที่อยู่ใกล้กับรัง กิจกรรมการหาอาหารของชันโรง *T. pagdeni* จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และมากที่สุดในช่วงเที่ยงวัน (12.00 น.) และค่อยๆ ลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงที่สุดในช่วง 12.00–13.00 น.

6.2. ข้อเสนอแนะ

6.1.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการพัฒนาการเลี้ยงชันโรง *T. pagdeni* ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยสามารถเลือกพื้นที่ในการจัดวางรังให้สัมพันธ์กับแหล่งอาหารเพื่อให้ชันโรงสามารถผลิตน้ำผึ้ง หรือผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้เลี้ยงต่อไปในอนาคต

6.1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกหาอาหารของชันโรง เพื่อให้สามารถบริหารจัดการในการเลี้ยงชันโรงให้ได้ประโยชน์สูงสุดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2561. ความหลากชนิดของชันโรงและการนำไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และลำพูน. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ.

อัญชลี สวาสดิ์ธรรม. 2556. มหัศจรรย์ชันโรง. ปทุมธานี: บริษัท ทริปเพิ้ล กรุ๊ป จำกัด.

ภาษาอังกฤษ

Abou-Shaara, H.F. 2014. The foraging behaviour of honey bees, *Apis mellifera*: a review. Vet Med. 59: 1–10.

Aguilar, I. and Briceño, D. 2002. Sounds in Melipona costaricensis (Apidae: Meliponini): effect of sugar concentration and nectar source distance. Apidologie. 33: 375–388.

Araújo, E.D., Costa, M., Chaud-Netto, J., and Fowler, H.G. 2004. Body size and flight distance in stingless bees (Hymenoptera: Meliponini): inference of flight range and possible ecological implications. Brazilian Journal of Biology. 64(3B): 563–568.

Backhaus, W. 1993. Color vision and color choice behavior of the honeybee. Apidologie. 24: 309–331

Basari, N., Ramli, S. N. and Mohd Khairi N. S. 2018. Food Reward and Distance Influence the Foraging Pattern of Stingless Bee, Heterotrigona itama. Insects. 9(4): 138

Bradbear, N. 2009. Bees and their role in forest livelihoods: a guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Chuttong, B. Chanbang, Y and Burgett, M. 2014. Meliponiculture. Bee World. 91(2): 41–45.

Ciar, R. R., Bonto, L. S., Bayer, M. H. P., Rabajante, J. F., Lubag, S. P., Fajardo, A. C. and Cervancia, C. R. 2013. Foraging Behavior of Singles Bees *Teragonula biroi* Friese: Distance, Direction and Height of Preferred Food Source. Cornell University Library: Ithaca, NY, USA.

Dag, A. and Eisikowitch, D. 1995. The influence of hive location on honeybee foraging activity and fruit set in melons grown in plastic greenhouses. Apidologie. 26: 511–519.

Dag, A. and Eisikowitch, D. 1995. The influence of hive location on honeybee foraging activity and fruit set in melons grown in plastic greenhouses. Apidologie. 26: 511–519.

Fulop, A. and Menzel, R. 2000. Risk in different foraging behaviour in honeybees. Animal Behaviour. 60: 657–666.

Gil, M. and Farina, W. M. 2003. Crop scents affect the occurrence of trophallaxis among forager honeybees. Journal of Comparative Physiology A. 189: 379–382.

Greenleaf, S. S., Williams, N. M., Winfree, R. and Kremen, C. 2007. Bee foraging ranges and their relationship to body size. Oecologia. 153: 589–596.

Heard, T. 2016. The Australian Bee Book. Sugarbag Bees. Brisbane: Queensland. Australia.

Hilário, S. D., Imperatriz-Fonseca, V. L. and Kleinert, A. M. P. 2013. Flight Activity And Colony Strength In The Stingless Bee Melipona Bicolor (Apidae, Meliponinae). Revista Brasileira de Biologia. 60(2): 299–306.

Inoue, T., Salmah, S., Abbas, I. and Yusuf, E. 1985. Foraging behavior of individual workers and foraging dynamics of colonies of three Sumatran stingless bees. Research on Population Ecology. 27: 373–392.

Jaapar, M. F., Jajuli, R., Mispan, M. R. and Abd Ghani, I. 2018. Foraging behavior of stingless bee *Heterotrigona itama* (Cockerell, 1918) (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). AIP Conf. Proc. 1940: 020037-1–020037-7.

Keasar, T., Shmida, A. and Motro, U. 1996. Innate movement rules in foraging bees: flight distances are affected by recent rewards and are correlated with choice of flower type. Behavioral Ecology and Sociobiology. 39: 381–388.

Kim, W., Gilet, T., and Bush, J. W. M. 2011. Optimal concentrations in nectar feeding. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 108(40): 16618–16621.

Macías-Macías, J. O., Tapia-Gonzalez, J. M. and Contreras-Escareño, F. 2017. Foraging behavior, environmental parameters and nests development of *Melipona colimana* Ayala (Hymenoptera: Meliponini) in temperate climate of Jalisco, México. Brazilian Journal of Biology. 77(2): 383–387.

Nest B. N. V. and Moore D. 2012. Energetically optimal foraging strategy is emergent property of timekeeping behavior in honeybees. Behavioral Ecology. 23: 649–658.

Nicolson, S. W., De Veer, L., Köhler, A., and Pirk, C. W. W. 2013. Honeybees prefer warmer nectar and less viscous nectar, regardless of sugar concentration. Proceedings of the Royal Society. 280: 20131597.

Polatto, L. P., Chaud-Netto, J., and Alves-Junior, V. V. 2014. Influence of abiotic factors and floral resource availability on daily foraging activity of bees. Journal of Insect Behavior. 27(5): 593–612.

Roubik, D. W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. New York: Cambridge University Press.

Roubik, D. W. and Buchmann, S. L. 1984. Nectar selection by *Melipona* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) and the ecology of nectar intake by bee colonies in a tropical forest. Oecologia. 61(1): 1–10.

Roubik, D. W., and Aluja, M. 1983. Flight ranges of *Melipona* and *Trigona* in tropical forest. Journal of the kansas entomological Society. 56(2): 217–222.

Roubik, D. W., Yanega, D., Aluja, M. S., Buchmann, S. L., and Inouye, D. W. 1995. On optimal nectar foraging by some tropical bees (Hymenoptera: Apidae). Apidologie. 26: 197–211.

Scheiner R., Barnert M. and Erber J. 2003. Variation in water and sucrose responsiveness during the foraging season affect proboscis extension learning in honeybees. Apidologie. 34: 67–72.

Scheiner, R., Erber J., Page R. E. Jr. 1999. Tactile learning and the individual evaluation of the reward in honeybees (*Apis mellifera* L.). Journal of Comparative Physiology A. 185: 1–10.

Scheiner, R., Page, R. E. and Erber, J. 2004. Sucrose responsiveness and behavioral plasticity in honeybees (*Apis mellifera*). Apidologie. 35: 133–142.

Schmidt, V. M., Zucchi, R. and Barth, F. G. 2006. Recruitment in a scent trail laying stingless bee (Scaptotrigona aff. depilis): Changes with reduction but not with increase of the energy gain. Apidologie. 37: 487–500.

Seeley, T. D. 1986. Social foraging by honeybees: how colonies allocate foragers among patches of flowers. Behavioral Ecology and Sociobiology. 19: 343–354

Seeley, T. D. 1995. The Wisdom of the Hive. London: Harvard University Press.

Streinzer, M., Huber, W., and Spaethe, J. 2016. Body size limits dim-light foraging activity in stingless bees (Apidae: Meliponini). Journal of Comparative Physiology. 202: 643–655.

Vijayan, M., Saravanan, P. A. and Srinivasan, M. R. 2018. Effect of Season and Timings on the Foraging Behaviour of Stingless Bee, *Tetragonula iridipennis* Smith (Hymenoptera: Apidae). Madras Agricultural Journal. 105(7-9): 286–290.

Walter, M. F., Núñez, J. A. 1991. Trophallaxis in the honeybee, *Apis mellifera* (L.) as related to the profitability of food sources. Animal Behaviour. 42: 389–394.

Wang, X., Liu, H., Li, X., Song, Y., Chen, L. and Jin, L. 2009. Correlations Between Environmental Factors and Wild Bee Behavior on Alfalfa (Medicago sativa) in Northwestern China. Environmental Entomology. 38(5): 1480–1484.

Wehner, R. 1972. Dorsoventral asymmetry in the visual field of the bee *Apis mellifica*. Journal of comparative physiology A. 77(3): 256–277.

Wille, A. 1983. Biology of the stingless bees. Annual Review of Entomology. 28: 41–64.

Yucel, B. and Duman, I. 2005. Effects of foraging activity ofhoneybees (*Apis mellifera* L.) on onion (*Allium cepa*) seed production and quality. Pakistan Journal of Bio-logical Sciences. 8: 123–126.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1 ชันโรง *T. pagdeni* ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่างกัน 4 ความเข้มข้น (0%, 15%, 35% และ 50%) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง ในการทดลองที่ 1

รังที่ 1 ครั้งที่ 1

รังที่ 1							
เวลา	**Temp**	**RH**	**Lux**	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	27.00	74	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	0	0	0
7.40	-	-	-	0	0	0	1
8.00	28.50	72	0.00	0	0	0	0
8.20	-	-	-	0	0	0	2
8.40	-	-	-	0	0	0	4
9.00	29.50	67	0.00	0	1	3	4
9.20	-	-	-	0	1	4	4
9.40	-	-	-	0	2	6	5
10.00	31.50	61.50	0.00	0	1	5	5
10.20	-	-	-	0	1	7	2
10.40	-	-	-	0	0	6	5
11.00	34.50	56.00	0.00	0	0	9	5
11.20	-	-	-	0	0	8	5
11.40	-	-	-	0	2	6	7
12.00	35.00	56.50	0.00	0	3	3	7
12.20	-	-	-	0	2	0	10
12.40	-	-	-	0	3	0	12
13.00	36.00	57.60	0.00	0	2	11	2
13.20	-	-	-	0	1	10	2
13.40	-	-	-	0	3	6	3
14.00	35.50	57.00	0.00	0	6	5	4
14.20	-	-	-	0	4	1	6
14.40	-	-	-	0	5	6	7
15.00	34.50	60.00	0.00	1	4	3	8
15.20	-	-	-	0	3	4	2
15.40	-	-	-	0	5	7	4
16.00	32.00	60.00	0.00	0	6	4	6
16.20	-	-	-	0	4	6	9
16.40	-	-	-	0	3	3	8
17.00	31.50	61.00	0.00	0	5	2	5

รังที่ 1 ครั้งที่ 2

รังที่ 1							
เวลา	**Temp**	**RH**	**Lux**	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	26.00	72.00	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	0	0	0
7.40	-	-	-	0	0	0	0
8.00	27.00	71.50	0.00	0	2	1	1
8.20	-	-	-	0	0	2	3
8.40	-	-	-	1	1	2	5
9.00	30.00	68.50	0.00	0	0	2	7
9.20	-	-	-	0	1	3	7
9.40	-	-	-	0	0	3	7
10.00	35.00	62.50	0.00	0	0	4	8
10.20	-	-	-	0	0	5	10
10.40	-	-	-	0	1	6	6
11.00	30.50	62.00	0.00	0	1	10	9
11.20	-	-	-	0	0	9	11
11.40	-	-	-	1	1	0	19
12.00	41.50	37.00	0.00	0	0	0	11
12.20	-	-	-	0	2	11	3
12.40	-	-	-	0	0	18	4
13.00	34.00	56.50	0.00	0	1	11	9
13.20	-	-	-	0	0	1	15
13.40	-	-	-	0	0	0	13
14.00	32.50	55.00	0.00	0	0	1	16
14.20	-	-	-	0	0	4	15
14.40	-	-	-	0	0	3	10
15.00	31.50	49.50	0.00	0	0	3	16
15.20	-	-	-	1	2	14	3
15.40	-	-	-	0	0	14	5
16.00	31.50	52.50	0.00	0	0	17	3
16.20	-	-	-	0	0	8	5
16.40	-	-	-	0	0	12	5
17.00	32.00	53.50	0.00	0	0	7	7

รังที่ 1 ครั้งที่ 3

รังที่ 1							
เวลา	Temp	RH	Lux	0%	15%	35%	50%
7.00	21.50	52.00	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	0	0	0
7.40	-	-	-	0	0	0	0
8.00	26.00	56.00	0.00	0	0	0	0
8.20	-	-	-	0	0	0	1
8.40	-	-	-	0	1	0	0
9.00	28.00	5.00	0.00	1	2	1	0
9.20	-	-	-	0	1	2	3
9.40	-	-	-	1	2	2	5
10.00	30.00	53.00	0.00	0	4	5	10
10.20	-	-	-	0	1	4	10
10.40	-	-	-	0	0	6	11
11.00	31.00	52.00	0.00	0	3	7	13
11.20	-	-	-	0	0	8	15
11.40	-	-	-	0	1	6	13
12.00	50.00	33.00	0.00	0	4	14	1
12.20	-	-	-	0	5	16	7
12.40	-	-	-	0	4	20	6
13.00	38.50	56.00	0.00	0	2	22	11
13.20	-	-	-	0	2	12	9
13.40	-	-	-	0	0	9	10
14.00	33.50	5.85	0.00	0	1	13	10
14.20	-	-	-	0	1	7	7
14.40	-	-	-	0	1	11	7
15.00	32.00	59.00	0.00	0	1	14	7
15.20	-	-	-	0	5	10	3
15.40	-	-	-	0	4	8	3
16.00	32.50	60.00	0.00	0	6	13	3
16.20	-	-	-	0	3	12	4
16.40	-	-	-	0	6	15	6
17.00	32.00	60.00	0.00	0	3	8	8

รังที่ 2 ครั้งที่ 1

รังที่ 2							
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	0%	15%	35%	50%
7.00	27.00	73.00	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	1	1	4
7.40	-	-	-	2	1	1	6
8.00	30.00	68.50	0.00	0	0	4	5
8.20	-	-	-	1	2	3	12
8.40	-	-	-	1	0	2	12
9.00	32.00	65.00	0.00	1	0	4	8
9.20	-	-	-	0	1	6	5
9.40	-	-	-	0	1	6	7
10.00	32.50	63.00	0.00	0	2	7	3
10.20	-	-	-	0	1	4	9
10.40	-	-	-	0	0	5	8
11.00	34.00	62.00	0.00	0	0	6	12
11.20	-	-	-	0	1	7	3
11.40	-	-	-	0	1	13	7
12.00	49.00	41.00	0.00	0	3	11	14
12.20	-	-	-	0	4	10	2
12.40	-	-	-	0	5	10	4
13.00	35.00	60.50	0.00	0	6	13	6
13.20	-	-	-	0	9	8	9
13.40	-	-	-	0	11	15	9
14.00	34.50	61.50	0.00	0	5	20	9
14.20	-	-	-	0	7	12	10
14.40	-	-	-	0	7	19	10
15.00	34.00	63.00	0.00	0	5	14	4
15.20	-	-	-	0	10	3	12
15.40	-	-	-	0	10	6	6
16.00	32.00	64.00	0.00	0	12	4	6
16.20	-	-	-	0	9	4	7
16.40	-	-	-	1	13	3	7
17.00	32.00	63.00	0.00	0	14	3	5

รังที่ 2 ครั้งที่ 2

รังที่ 2							
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	28.00	73.00	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	1	0	1	2
7.40	-	-	-	0	0	2	2
8.00	29.00	69.50	0.00	0	2	5	8
8.20	-	-	-	0	2	5	15
8.40	-	-	-	1	3	8	35
9.00	30.50	64.00	0.00	0	4	11	47
9.20	-	-	-	0	9	12	8
9.40	-	-	-	0	4	8	17
10.00	32.00	63.00	0.00	0	7	20	12
10.20	-	-	-	0	6	7	11
10.40	-	-	-	0	11	5	19
11.00	34.50	60.00	0.00	0	10	4	12
11.20	-	-	-	0	9	4	22
11.40	-	-	-	0	5	7	20
12.00	50.00	40.00	0.00	0	13	11	18
12.20	-	-	-	0	10	7	10
12.40	-	-	-	0	6	10	7
13.00	31.00	61.50	0.00	0	5	11	4
13.20	-	-	-	1	5	27	6
13.40	-	-	-	0	18	31	7
14.00	34.50	61.00	0.00	0	20	28	9
14.20	-	-	-	0	12	30	11
14.40	-	-	-	0	21	27	6
15.00	32.50	64.00	0.00	0	19	22	14
15.20	-	-	-	0	38	3	12
15.40	-	-	-	0	40	9	13
16.00	32.00	66.00	0.00	0	35	4	6
16.20	-	-	-	0	22	5	9
16.40	-	-	-	0	20	5	12
17.00	31.00	61.00	0.00	0	22	4	8

รังที่ 2 ครั้งที่ 3

รังที่ 2							
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	0%	15%	35%	50%
7.00	27.00	72.00	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	0	1	1
7.40	-	-	-	0	0	0	6
8.00	28.50	71.00	0.00	1	3	3	15
8.20	-	-	-	0	2	4	21
8.40	-	-	-	0	3	2	20
9.00	29.00	67.00	0.00	0	4	2	25
9.20	-	-	-	0	2	2	17
9.40	-	-	-	0	4	4	30
10.00	32.00	63.50	0.00	0	4	3	33
10.20	-	-	-	0	7	1	31
10.40	-	-	-	0	4	4	29
11.00	34.00	60.00	0.00	0	4	2	38
11.20	-	-	-	0	5	3	19
11.40	-	-	-	0	11	6	24
12.00	50.00	46.00	0.00	0	10	6	43
12.20	-	-	-	0	13	25	10
12.40	-	-	-	0	23	16	10
13.00	36.00	62.00	0.00	0	29	6	24
13.20	-	-	-	0	42	11	18
13.40	-	-	-	0	16	8	11
14.00	34.50	65.50	0.00	0	29	12	14
14.20	-	-	-	1	15	7	17
14.40	-	-	-	1	28	11	22
15.00	34.00	66.00	0.00	0	24	22	17
15.20	-	-	-	0	12	4	6
15.40	-	-	-	0	24	12	12
16.00	32.00	66.00	0.00	0	29	16	10
16.20	-	-	-	0	15	1	17
16.40	-	-	-	0	21	8	6
17.00	32.00	67.00	0.00	0	21	11	11

รังที่ 3 ครั้งที่ 1

รังที่ 3							
ความเข้มข้น	**Temp**	**RH**	**Lux**	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	26.00	68.00	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	0	0	0
7.40	-	-	-	0	0	1	2
8.00	27.50	62.00	0.00	0	1	3	8
8.20	-	-	-	1	1	1	9
8.40	-	-	-	0	3	3	16
9.00	29.00	57.00	0.00	0	5	8	14
9.20	-	-	-	1	7	15	9
9.40	-	-	-	1	7	14	17
10.00	31.50	56.00	0.00	0	8	18	23
10.20	-	-	-	0	5	16	21
10.40	-	-	-	1	7	17	20
11.00	37.00	51.00	0.00	0	10	10	27
11.20	-	-	-	0	7	7	19
11.40	-	-	-	0	11	12	19
12.00	50.00	52.00	0.00	2	4	11	31
12.20	-	-	-	0	12	23	7
12.40	-	-	-	0	11	23	16
13.00	35.00	62.00	0.00	0	6	45	17
13.20	-	-	-	0	10	39	17
13.40	-	-	-	0	6	24	23
14.00	34.00	63.00	0.00	0	2	34	18
14.20	-	-	-	0	6	36	13
14.40	-	-	-	0	4	29	16
15.00	33.00	66.00	0.00	0	3	33	21
15.20	-	-	-	0	38	15	8
15.40	-	-	-	0	40	23	11
16.00	32.00	67.00	0.00	0	41	14	13
16.20	-	-	-	0	34	19	17
16.40	-	-	-	0	24	24	23
17.00	31.50	68.00	0.00	0	28	16	10

รังที่ 3 ครั้งที่ 2

รังที่ 3							
ความเข้มข้น	**Temp**	**RH**	**Lux**	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	25.50	71.00	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	2	0	0
7.40	-	-	-	0	2	2	1
8.00	26.50	69.00	0.00	0	8	6	6
8.20	-	-	-	1	7	3	13
8.40	-	-	-	0	6	9	17
9.00	29.50	68.00	0.00	0	10	8	29
9.20	-	-	-	1	8	18	24
9.40	-	-	-	0	7	14	47
10.00	32.00	65.50	0.00	0	5	21	57
10.20	-	-	-	2	4	21	50
10.40	-	-	-	1	5	23	62
11.00	33.50	59.50	0.00	2	17	28	25
11.20	-	-	-	0	11	26	29
11.40	-	-	-	2	17	30	26
12.00	35.00	60.00	0.00	0	44	29	31
12.20	-	-	-	0	36	27	23
12.40	-	-	-	1	49	50	17
13.00	36.00	64.00	0.00	0	10	53	35
13.20	-	-	-	0	10	43	31
13.40	-	-	-	0	16	51	31
14.00	33.50	63.50	0.00	0	25	53	37
14.20	-	-	-	0	16	33	30
14.40	-	-	-	0	18	29	37
15.00	34.00	64.50	0.00	0	27	31	40
15.20	-	-	-	0	30	26	13
15.40	-	-	-	0	20	28	18
16.00	32.00	68.00	0.00	0	28	32	27
16.20	-	-	-	0	10	32	18
16.40	-	-	-	0	10	36	22
17.00	31.50	68.00	0.00	0	9	30	22

รังที่ 3 ครั้งที่ 3

รังที่ 3							
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	27.00	72.00	0.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	2	2	2
7.40	-	-	-	0	2	1	2
8.00	26.50	70.50	0.00	0	2	2	2
8.20	-	-	-	0	2	2	5
8.40	-	-	-	1	2	3	6
9.00	30.00	69.00	0.00	1	4	3	13
9.20	-	-	-	0	2	6	21
9.40	-	-	-	0	4	8	29
10.00	31.00	67.00	0.00	1	2	10	44
10.20	-	-	-	0	2	13	40
10.40	-	-	-	0	2	11	53
11.00	35.00	64.00	0.00	0	3	17	68
11.20	-	-	-	1	1	12	48
11.40	-	-	-	0	2	19	54
12.00	35.00	65.50	0.00	0	4	47	58
12.20	-	-	-	0	18	70	20
12.40	-	-	-	0	19	80	24
13.00	35.00	68.00	0.00	0	23	94	30
13.20	-	-	-	0	21	38	29
13.40	-	-	-	0	14	40	28
14.00	36.50	68.00	0.00	1	21	61	40
14.20	-	-	-	0	4	44	57
14.40	-	-	-	1	6	47	54
15.00	36.00	68.00	0.00	0	3	58	73
15.20	-	-	-	0	19	50	24
15.40	-	-	-	0	40	80	35
16.00	35.00	68.50	0.00	0	12	94	35
16.20	-	-	-	0	4	15	38
16.40	-	-	-	0	13	44	42
17.00	34.00	68.00	0.00	0	10	75	40

รังที่ 4 ครั้งที่ 1

รังที่ 4							
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	25.50	70.00	137.50	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	1	0	1
7.40	-	-	-	0	1	0	1
8.00	2.50	70.50	342.00	1	2	2	3
8.20	-	-	-	0	2	2	3
8.40	-	-	-	0	2	3	3
9.00	26.00	70.00	382.00	0	5	8	13
9.20	-	-	-	0	10	10	16
9.40	-	-	-	0	20	14	13
10.00	29.00	67.00	360.00	0	10	19	19
10.20	-	-	-	0	11	26	26
10.40	-	-	-	1	13	16	28
11.00	43.00	62.00	710.00	0	11	34	46
11.20	-	-	-	0	17	27	49
11.40	-	-	-	0	8	20	45
12.00	39.00	66.00	432.00	0	10	21	57
12.20	-	-	-	0	12	61	19
12.40	-	-	-	0	15	45	34
13.00	32.00	66.00	358.00	0	15	45	43
13.20	-	-	-	0	12	37	43
13.40	-	-	-	0	5	29	39
14.00	33.00	66.00	461.00	0	8	20	46
14.20	-	-	-	0	7	33	41
14.40	-	-	-	0	8	27	61
15.00	32.00	66.50	335.00	0	7	25	45
15.20	-	-	-	0	19	56	10
15.40	-	-	-	0	17	37	22
16.00	32.00	66.50	201.00	0	19	46	23
16.20	-	-	-	0	28	31	27
16.40	-	-	-	0	24	26	37
17.00	32.50	67.00	116.80	0	14	38	31

รังที่ 4 ครั้งที่ 2

รังที่ 4							
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	24.00	68.00	169.10	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	1	1	0
7.40	-	-	-	1	1	1	2
8.00	26.00	65.00	867.00	0	4	2	4
8.20	-	-	-	0	2	4	6
8.40	-	-	-	1	3	1	12
9.00	28.50	67.00	171.00	0	2	13	20
9.20	-	-	-	0	7	9	18
9.40	-	-	-	0	11	17	40
10.00	30.50	66.50	265.00	2	8	20	33
10.20	-	-	-	1	12	17	31
10.40	-	-	-	0	15	11	16
11.00	32.00	66.00	379.00	2	9	21	48
11.20	-	-	-	0	17	29	47
11.40	-	-	-	0	13	29	47
12.00	52.00	62.00	425.00	0	13	39	50
12.20	-	-	-	1	11	45	40
12.40	-	-	-	0	14	39	43
13.00	37.00	60.00	354.00	0	10	42	58
13.20	-	-	-	1	5	31	38
13.40	-	-	-	0	8	42	50
14.00	33.00	68.00	381.00	0	11	33	56
14.20	-	-	-	0	9	34	50
14.40	-	-	-	0	9	39	50
15.00	34.00	68.00	196.00	0	10	30	49
15.20	-	-	-	0	21	66	14
15.40	-	-	-	0	21	68	20
16.00	33.00	63.50	109.00	0	24	63	19
16.20	-	-	-	0	10	42	26
16.40	-	-	-	0	20	53	23
17.00	33.00	68.50	732.00	0	17	50	21

รังที่ 4 ครั้งที่ 3

รังที่ 4							
ความเข้มข้น	**Temp**	**RH**	**Lux**	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	25.00	68.00	207.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	1	1	2	0
7.40	-	-	-	1	2	3	0
8.00	26.00	67.00	1218.00	1	3	4	3
8.20	-	-	-	0	2	1	6
8.40	-	-	-	1	10	3	7
9.00	28.50	67.00	168.00	0	13	8	10
9.20	-	-	-	0	8	12	11
9.40	-	-	-	0	10	11	13
10.00	30.00	67.00	266.00	0	10	7	18
10.20	-	-	-	1	10	11	20
10.40	-	-	-	0	18	20	24
11.00	37.00	65.50	358.00	1	15	18	38
11.20	-	-	-	0	13	15	33
11.40	-	-	-	0	17	21	42
12.00	54.00	62.00	643.00	0	18	35	36
12.20	-	-	-	0	21	27	25
12.40	-	-	-	0	38	34	18
13.00	35.00	68.00	313.00	0	18	34	32
13.20	-	-	-	0	11	36	33
13.40	-	-	-	0	17	31	24
14.00	35.00	68.00	274.00	0	33	25	43
14.20	-	-	-	0	11	21	37
14.40	-	-	-	0	17	22	42
15.00	34.00	6.00	170.00	0	23	25	38
15.20	-	-	-	0	20	48	15
15.40	-	-	-	0	25	43	19
16.00	34.00	69.00	158.00	0	14	49	25
16.20	-	-	-	0	32	78	29
16.40	-	-	-	0	9	86	31
17.00	34.00	68.50	1109.00	0	5	70	33

รังที่ 5 ครั้งที่ 1

รังที่ 5							
ความเข้มข้น	**Temp**	**RH**	**Lux**	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	25.00	67.00	148.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	0	0	0
7.40	-	-	-	0	1	0	1
8.00	26.50	67.00	1250.00	0	0	1	2
8.20	-	-	-	0	2	1	3
8.40	-	-	-	0	2	4	6
9.00	28.50	67.00	177.00	0	6	5	7
9.20	-	-	-	0	4	8	5
9.40	-	-	-	1	10	10	11
10.00	29.50	66.50	238.00	0	12	8	12
10.20	-	-	-	0	14	6	16
10.40	-	-	-	0	17	10	25
11.00	32.00	67.00	394.00	0	20	13	24
11.20	-	-	-	1	9	12	34
11.40	-	-	-	0	12	27	28
12.00	53.00	67.00	524.00	0	14	19	49
12.20	-	-	-	0	12	24	20
12.40	-	-	-	0	11	26	20
13.00	34.00	67.00	1488.00	0	6	21	18
13.20	-	-	-	0	9	27	54
13.40	-	-	-	0	11	28	50
14.00	33.00	67.50	547.00	0	10	26	62
14.20	-	-	-	0	9	27	55
14.40	-	-	-	0	10	18	30
15.00	33.00	68.00	813.00	0	12	40	48
15.20	-	-	-	1	39	62	12
15.40	-	-	-	0	29	49	15
16.00	33.00	68.00	256.00	0	46	48	22
16.20	-	-	-	0	35	52	20
16.40	-	-	-	0	30	47	21
17.00	33.00	67.50	131.70	0	47	68	2

รังที่ 5 ครั้งที่ 2

รังที่ 5							
ความเข้มข้น	**Temp**	**RH**	**Lux**	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	25.00	68.00	131.70	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	0	1	1
7.40	-	-	-	0	0	1	2
8.00	27.00	68.00	806.00	0	1	4	4
8.20	-	-	-	0	2	4	5
8.40	-	-	-	2	4	6	9
9.00	28.00	68.00	1631.00	0	10	9	13
9.20	-	-	-	3	18	14	15
9.40	-	-	-	0	16	12	16
10.00	29.00	68.00	452.00	0	22	18	24
10.20	-	-	-	0	10	28	24
10.40	-	-	-	1	19	14	30
11.00	36.50	65.50	395.00	0	25	28	29
11.20	-	-	-	0	10	19	24
11.40	-	-	-	0	18	18	39
12.00	41.50	64.50	486.00	0	20	37	36
12.20	-	-	-	3	11	40	46
12.40	-	-	-	0	15	46	48
13.00	35.00	66.00	422.00	0	6	33	48
13.20	-	-	-	0	4	34	44
13.40	-	-	-	0	11	47	61
14.00	34.00	66.00	360.00	0	7	44	63
14.20	-	-	-	0	6	34	33
14.40	-	-	-	0	5	35	64
15.00	33.00	65.50	1092.00	0	10	36	65
15.20	-	-	-	0	37	57	9
15.40	-	-	-	0	31	50	19
16.00	32.50	65.50	994.00	0	39	20	22
16.20	-	-	-	0	29	44	20
16.40	-	-	-	0	14	33	22
17.00	34.00	66.00	932.00	0	24	46	36

รังที่ 5 ครั้งที่ 3

รังที่ 5							
ความเข้มข้น	**Temp**	**RH**	**Lux**	**0%**	**15%**	**35%**	**50%**
7.00	26.00	71.00	370.00	0	0	0	0
7.20	-	-	-	1	0	0	1
7.40	-	-	-	0	0	0	2
8.00	28.50	71.00	1214.00	1	3	3	6
8.20	-	-	-	1	4	3	8
8.40	-	-	-	0	5	5	16
9.00	30.00	71.00	211.00	0	7	4	15
9.20	-	-	-	0	6	8	14
9.40	-	-	-	0	6	18	36
10.00	32.50	68.00	454.00	0	13	22	35
10.20	-	-	-	0	2	15	53
10.40	-	-	-	0	3	12	39
11.00	42.50	65.00	494.00	0	4	14	58
11.20	-	-	-	0	7	17	35
11.40	-	-	-	0	9	14	33
12.00	35.50	66.00	521.00	0	8	20	36
12.20	-	-	-	0	14	40	13
12.40	-	-	-	0	8	46	12
13.00	33.50	66.50	269.00	0	8	34	18
13.20	-	-	-	0	6	25	23
13.40	-	-	-	0	6	30	15
14.00	34.00	66.00	624.00	1	10	32	22
14.20	-	-	-	0	4	24	17
14.40	-	-	-	0	9	24	25
15.00	34.00	67.50	314.00	0	6	24	27
15.20	-	-	-	0	19	27	12
15.40	-	-	-	0	30	21	17
16.00	34.50	68.50	208.00	0	13	21	16
16.20	-	-	-	0	14	28	13
16.40	-	-	-	0	11	14	18
17.00	34.00	68.00	1920.00	0	14	25	14

ภาคผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนชันโรง T. pagdeni ที่เข้ามากินน้ำหวานบนจานอาหารที่มีระยะห่างจากรังต่างกัน (1 เมตร, 4 เมตร, 7 เมตร, 10 เมตร) อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเข้มแสง ในการทดลองที่ 2

รังที่ 1 ครั้งที่ 1

รังที่ 1															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	69.5	1122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
7.40	-	-	-	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.00	31.50	69.5	283	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
8.20	-	-	-	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8.40	-	-	-	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9.00	41.00	66.0	874	7	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
9.20	-	-	-	7	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
9.40	-	-	-	11	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0
10.00	41.00	66.0	1147	16	0	0	4	0	0	2	0	0	0	0	0
10.20	-	-	-	13	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	0
10.40	-	-	-	15	0	0	7	0	0	3	0	0	2	0	0
11.00	36.00	66.0	536	19	0	0	9	0	0	4	0	0	0	0	0
11.20	-	-	-	17	0	0	7	0	0	3	0	0	1	0	0
11.40	-	-	-	18	0	0	12	0	0	4	0	0	2	0	0
12.00	38.00	66.0	1057	20	0	0	10	0	0	4	0	0	1	0	0
12.20	-	-	-	13	0	0	5	0	0	4	0	0	4	0	0
12.40	-	-	-	17	0	0	12	0	0	5	0	0	6	0	0
13.00	53.00	66.0	645	14	0	0	11	0	0	4	0	0	5	0	0
13.20	-	-	-	15	0	0	11	0	0	5	0	0	5	0	0
13.40	-	-	-	12	0	0	10	0	0	7	0	0	2	0	0
14.00	40.00	67.0	462	19	0	0	7	0	0	5	0	0	7	0	0
14.20	-	-	-	17	0	0	13	0	0	6	0	0	5	0	0
14.40	-	-	-	16	0	0	1	0	0	7	0	0	4	0	0
15.00	37.50	67.0	269	21	0	0	11	0	0	4	0	0	5	0	0
15.20	-	-	-	17	0	0	11	0	0	5	0	0	3	0	0
15.40	-	-	-	15	0	0	15	0	0	4	0	0	5	0	0
16.00	36.00	67.0	262	14	0	0	13	0	0	7	0	0	3	0	0
16.20	-	-	-	17	0	0	12	0	0	6	0	0	14	0	0
16.40	-	-	-	10	0	0	18	0	0	7	0	0	6	0	0
17.00	33.00	67.0	925	15	0	0	16	0	0	6	0	0	12	0	0
17.20	-	-	-	22	0	0	10	0	0	5	0	0	11	0	0
17.40	-	-	-	8	0	0	12	0	0	4	0	0	8	0	0
18.00	33.00	675.0	594	14	0	0	6	0	0	5	0	0	2	0	0

รังที่ 1 ครั้งที่ 2

รังที่ 1															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	69.0	1168	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	15	0	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0
7.40	-	-	-	20	1	0	8	1	0	9	0	0	4	0	0
8.00	31.00	69	361	31	0	0	6	0	0	10	0	0	3	0	0
8.20	-	-	-	18	0	0	6	0	0	17	0	0	7	0	0
8.40	-	-	-	21	0	0	9	0	0	9	0	0	9	0	0
9.00	34.00	67	64	26	0	0	12	0	0	10	0	0	9	0	0
9.20	-	-	-	27	0	0	17	0	0	13	1	0	10	0	0
9.40	-	-	-	33	0	0	25	0	0	14	0	0	13	0	0
10.00	38.00	66	228	39	0	0	16	0	0	20	0	0	12	0	0
10.20	-	-	-	40	0	0	25	0	0	17	1	0	21	0	0
10.40	-	-	-	38	0	0	19	0	0	15	0	0	20	0	0
11.00	37.00	67	452	34	0	0	24	0	0	15	0	0	16	0	0
11.20	-	-	-	33	0	0	24	0	0	15	0	0	18	0	0
11.40	-	-	-	32	0	0	2	0	0	14	0	0	14	0	0
12.00	38.00	67	519	33	0	0	15	0	0	17	0	0	19	0	0
12.20	-	-	-	15	0	0	36	0	0	6	0	0	4	0	0
12.40	-	-	-	20	0	0	44	0	0	12	2	0	11	0	0
13.00	50.00	66	532	19	0	0	25	0	0	10	0	0	22	0	0
13.20	-	-	-	26	0	0	43	0	0	9	0	0	20	0	0
13.40	-	-	-	23	0	0	22	0	0	9	0	0	16	0	0
14.00	40.00	68	483	23	0	0	28	0	0	12	0	0	13	0	0
14.20	-	-	-	23	0	0	23	0	0	11	0	0	14	0	0
14.40	-	-	-	24	0	0	19	0	0	8	0	0	21	0	0
15.00	37.50	67	328	23	0	0	17	0	0	7	0	0	15	0	0
15.20	-	-	-	31	0	0	10	0	0	27	0	0	13	0	0
15.40	-	-	-	27	0	0	11	0	0	20	0	0	13	0	0
16.00	35.00	67	38	25	0	0	10	0	0	27	0	0	14	0	0
16.20	-	-	-	16	0	0	6	0	0	21	0	0	12	0	0
16.40	-	-	-	29	0	0	14	0	0	18	0	0	10	0	0
17.00	32.00	67	1303	15	0	0	7	0	0	19	0	0	6	0	0
17.20	-	-	-	16	0	0	9	0	0	19	0	0	17	0	0
17.40	-	-	-	20	0	0	7	0	0	11	0	0	16	0	0
18.00	32.00	68	610	11	0	0	4	0	0	10	0	0	7	0	0

รังที่ 1 ครั้งที่ 3

รังที่ 1															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	26.00	72.0	1005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.40	-	-	-	2	0	0	4	0	0	3	0	0	2	0	0
8.00	28.50	68.0	387	6	0	0	3	0	0	3	0	0	1	0	0
8.20	-	-	-	10	0	0	9	0	0	5	0	0	3	0	0
8.40	-	-	-	12	0	0	10	0	0	7	0	0	5	0	0
9.00	32.00	61.0	873	24	0	0	16	0	0	18	0	0	12	0	0
9.20	-	-	-	25	0	0	21	0	0	10	0	0	5	0	0
9.40	-	-	-	31	0	0	21	0	0	22	0	0	12	0	0
10.00	33.00	63.0	522	30	0	0	20	0	0	20	0	0	6	0	0
10.20	-	-	-	35	0	0	29	0	0	20	0	0	16	0	0
10.40	-	-	-	41	0	0	33	0	0	24	0	0	1	0	0
11.00	33.00	64.5	765	43	0	0	32	0	0	36	0	0	17	0	0
11.20	-	-	-	35	0	0	40	0	0	22	0	0	12	0	0
11.40	-	-	-	50	0	0	23	0	0	20	0	0	17	0	0
12.00	34.00	64.5	249	36	0	0	36	0	0	29	0	0	19	0	0
12.20	-	-	-	34	0	0	34	0	0	28	0	0	25	0	0
12.40	-	-	-	28	0	0	16	0	0	21	0	0	19	0	0
13.00	36.00	64.0	1327	37	0	0	27	0	0	29	0	0	20	0	0
13.20	-	-	-	29	0	0	31	0	0	28	0	0	25	0	0
13.40	-	-	-	29	0	0	25	0	0	34	0	0	23	0	0
14.00	37.50	62.0	1110	36	0	0	23	0	0	32	0	0	27	0	0
14.20	-	-	-	2	0	0	20	0	0	23	0	0	18	0	0
14.40	-	-	-	39	0	0	21	0	0	26	0	0	19	0	0
15.00	36.00	63.5	729	35	0	0	25	0	0	31	0	0	30	0	0
15.20	-	-	-	30	0	0	18	0	0	28	0	0	20	0	0
15.40	-	-	-	25	0	0	17	0	0	26	0	0	33	0	0
16.00	36.00	63.5	349	14	0	0	14	0	0	37	0	0	33	0	0
16.20	-	-	-	15	0	0	12	0	0	30	0	0	29	0	0
16.40	-	-	-	19	0	0	12	0	0	31	0	0	15	0	0
17.00	33.00	66.0	987	28	0	0	14	0	0	32	0	0	9	0	0
17.20	-	-	-	10	0	0	6	0	0	30	0	0	15	0	0
17.40	-	-	-	18	0	0	13	0	0	8	0	0	12	0	0
18.00	32.00	66.0	831	10	0	0	11	0	0	10	0	0	9	0	0

รังที่ 2 ครั้งที่ 1

รังที่ 2															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	28.00	72.0	964	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	7	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0
7.40	-	-	-	12	0	0	5	0	0	7	0	0	2	0	0
8.00	31.00	68.0	386	24	0	0	12	0	0	5	0	0	6	0	0
8.20	-	-	-	23	0	0	13	0	0	11	0	0	9	0	0
8.40	-	-	-	33	0	0	25	0	0	16	0	0	14	0	0
9.00	33.50	63.5	1264	34	0	0	24	0	0	26	0	0	22	0	0
9.20	-	-	-	32	0	0	28	0	0	13	0	0	17	0	0
9.40	-	-	-	45	0	0	29	0	0	21	0	0	19	0	0
10.00	33.00	63.5	507	40	0	0	28	0	0	33	0	0	31	0	0
10.20	-	-	-	31	0	0	32	0	0	12	0	0	34	0	0
10.40	-	-	-	27	0	0	26	0	0	17	0	0	34	0	0
11.00	35.00	64.0	1359	21	0	0	39	0	0	13	0	0	27	0	0
11.20	-	-	-	28	0	0	35	0	0	22	0	0	29	0	0
11.40	-	-	-	33	0	0	8	0	0	20	0	0	30	0	0
12.00	36.00	65.5	696	24	0	0	16	0	0	19	0	0	23	0	0
12.20	-	-	-	28	0	0	29	0	0	25	0	0	15	0	0
12.40	-	-	-	28	0	0	27	0	0	23	0	0	28	0	0
13.00	39.00	65.0	805	26	0	0	15	0	0	23	0	0	18	0	0
13.20	-	-	-	4	0	0	15	0	0	25	0	0	12	0	0
13.40	-	-	-	7	0	0	12	0	0	23	0	0	11	0	0
14.00	35.50	67.0	351	11	0	0	17	0	0	32	0	0	15	0	0
14.20	-	-	-	23	0	0	36	0	0	24	0	0	16	0	0
14.40	-	-	-	14	0	0	19	0	0	24	0	0	15	0	0
15.00	35.00	67.5	418	15	0	0	22	0	0	30	0	0	19	0	0
15.20	-	-	-	9	0	0	22	0	0	26	0	0	17	0	0
15.40	-	-	-	14	0	0	21	0	0	29	0	0	10	0	0
16.00	335.00	67.0	372	13	0	0	16	0	0	28	0	0	14	0	0
16.20	-	-	-	15	0	0	12	0	0	14	0	0	13	0	0
16.40	-	-	-	14	0	0	14	0	0	24	0	0	7	0	0
17.00	33.00	67.0	206	16	0	0	9	0	0	17	0	0	9	0	0
17.20	-	-	-	16	0	0	9	0	0	26	0	0	12	0	0
17.40	-	-	-	6	0	0	9	0	0	12	0	0	4	0	0
18.00	30.00	70.0	427	14	0	0	8	0	0	24	0	0	5	0	0

รังที่ 2 ครั้งที่ 2

รังที่ 2

ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	28.00	77.0	1463	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
7.20	-	-	-	4	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0
7.40	-	-	-	9	2	0	4	0	0	5	0	0	2	0	0
8.00	31.00	69	538	17	0	0	16	0	0	10	0	0	6	0	0
8.20	-	-	-	20	0	0	20	0	0	15	0	0	8	0	0
8.40	-	-	-	30	0	0	18	0	0	14	0	0	6	0	0
9.00	34.00	69	682	24	0	0	27	0	0	36	0	0	10	0	0
9.20	-	-	-	19	0	0	20	0	0	13	0	0	12	0	0
9.40	-	-	-	30	0	0	24	0	0	13	0	0	6	0	0
10.00	35.00	67	275	22	0	0	23	0	0	19	0	0	6	0	0
10.20	-	-	-	37	0	0	28	0	0	26	0	0	8	0	0
10.40	-	-	-	29	0	0	22	0	0	15	0	0	11	0	0
11.00	36.00	67	325	30	0	0	20	0	0	22	0	0	16	0	0
11.20	-	-	-	29	0	0	22	0	0	28	0	0	12	0	0
11.40	-	-	-	39	0	0	31	0	0	56	0	0	18	0	0
12.00	37.00	66	234	36	0	0	26	0	0	44	0	0	17	0	0
12.20	-	-	-	34	0	0	34	0	0	33	0	0	12	0	0
12.40	-	-	-	19	0	0	21	0	0	27	0	0	14	0	0
13.00	41.00	66	359	40	0	0	33	0	0	28	0	0	11	0	0
13.20	-	-	-	32	0	0	45	0	0	48	0	0	15	0	0
13.40	-	-	-	31	0	0	40	0	0	36	0	0	19	0	0
14.00	38.50	66	369	32	0	0	46	0	0	44	0	0	15	0	0
14.20	-	-	-	30	0	0	38	0	0	26	0	0	10	0	0
14.40	-	-	-	36	0	0	56	0	0	29	0	0	21	0	0
15.00	34.00	66	668	51	0	0	31	0	0	21	0	0	7	0	0
15.20	-	-	-	30	0	0	34	0	0	12	0	0	6	0	0
15.40	-	-	-	42	0	0	39	0	0	16	0	0	8	0	0
16.00	34.00	66	340	53	0	0	37	0	0	8	0	0	5	0	0
16.20	-	-	-	33	0	0	26	0	0	13	0	0	9	0	0
16.40	-	-	-	34	0	0	14	0	0	30	0	0	8	0	0
17.00	32.00	66	226	33	0	0	17	0	0	16	0	0	4	0	0
17.20	-	-	-	36	0	0	34	0	0	24	0	0	7	0	0
17.40	-	-	-	32	0	0	26	0	0	2	0	0	2	0	0
18.00	31.00	66	601	31	0	0	14	0	0	11	0	0	1	0	0

รังที่ 2 ครั้งที่ 3

รังที่ 2															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	71.0	1411	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
7.40	-	-	-	7	0	0	3	0	0	3	0	0	1	0	0
8.00	30.00	69	288	20	0	0	12	0	0	6	0	0	2	0	0
8.20	-	-	-	26	0	0	15	0	0	13	0	0	3	0	0
8.40	-	-	-	19	0	0	17	0	0	8	0	0	2	0	0
9.00	32.00	69	1198	30	0	0	30	0	0	11	0	0	5	0	0
9.20	-	-	-	27	0	0	22	0	0	5	0	0	4	0	0
9.40	-	-	-	15	0	0	13	0	0	5	0	0	5	0	0
10.00	37.00	66	288	22	0	0	20	0	0	13	0	0	8	0	0
10.20	-	-	-	34	0	0	43	0	0	24	0	0	9	0	0
10.40	-	-	-	40	0	0	35	0	0	23	0	0	6	0	0
11.00	34.50	66	916	21	0	0	22	0	0	6	0	0	11	0	0
11.20	-	-	-	25	0	0	22	0	0	21	0	0	9	0	0
11.40	-	-	-	20	0	0	29	0	0	27	0	0	12	0	0
12.00	37.00	66	415	32	0	0	53	0	0	25	0	0	6	0	0
12.20	-	-	-	24	0	0	21	0	0	16	0	0	10	0	0
12.40	-	-	-	33	0	0	25	0	0	26	0	0	10	0	0
13.00	40.00	66	329	35	0	0	27	0	0	14	0	0	8	0	0
13.20	-	-	-	33	0	0	29	0	0	8	0	0	12	0	0
13.40	-	-	-	34	0	0	21	0	0	12	0	0	15	0	0
14.00	37.00	66	372	48	0	0	45	0	0	15	0	0	19	0	0
14.20	-	-	-	41	0	0	37	0	0	19	0	0	10	0	0
14.40	-	-	-	45	0	0	30	0	0	23	0	0	13	0	0
15.00	37.00	66	626	36	0	0	40	0	0	25	0	0	12	0	0
15.20	-	-	-	38	0	0	50	0	0	33	0	0	11	0	0
15.40	-	-	-	31	0	0	32	0	0	28	0	0	9	0	0
16.00	32.00	66	381	32	0	0	29	0	0	26	0	0	13	0	0
16.20	-	-	-	27	0	0	14	0	0	4	0	0	6	0	0
16.40	-	-	-	33	0	0	20	0	0	8	0	0	6	0	0
17.00	33.00	66	216	30	0	0	18	0	0	18	0	0	9	0	0
17.20	-	-	-	12	0	0	8	0	0	5	0	0	2	0	0
17.40	-	-	-	29	0	0	15	0	0	13	0	0	3	0	0
18.00	32.00	66	883	14	0	0	17	0	0	12	0	0	10	0	0

รังที่ 3 ครั้งที่ 1

รังที่ 3															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	69.0	1370	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	2	0	0	2	0	0	1	0	1	1	0	0
7.40	-	-	-	7	0	0	3	0	0	1	0	0	1	0	0
8.00	31.00	69	310	14	0	0	12	0	0	6	0	0	2	0	0
8.20	-	-	-	9	0	0	9	0	0	8	0	0	3	0	0
8.40	-	-	-	26	0	0	17	0	0	7	0	0	8	0	0
9.00	34.00	69	433	32	0	0	28	0	0	10	0	0	6	0	0
9.20	-	-	-	31	0	0	29	0	0	14	0	0	4	0	0
9.40	-	-	-	37	0	0	38	0	0	13	0	0	9	0	0
10.00	36.00	67	1562	32	0	0	32	0	0	10	0	0	9	0	0
10.20	-	-	-	31	0	0	24	0	0	12	0	0	14	0	0
10.40	-	-	-	48	0	0	49	0	0	25	0	0	4	0	0
11.00	36.00	67	880	37	0	0	24	0	0	28	0	0	12	0	0
11.20	-	-	-	46	0	0	39	0	0	16	0	0	10	0	0
11.40	-	-	-	38	0	0	42	0	0	22	0	0	13	0	0
12.00	36.50	67	385	52	0	0	28	0	0	18	0	0	7	0	0
12.20	-	-	-	22	0	0	25	0	0	10	0	0	6	0	0
12.40	-	-	-	50	0	0	28	0	0	22	0	0	13	0	0
13.00	41.00	66	440	36	0	0	18	0	0	11	0	0	8	0	0
13.20	-	-	-	21	0	0	24	0	0	6	0	0	6	0	0
13.40	-	-	-	24	0	0	28	0	0	12	0	0	10	0	0
14.00	38.00	67	385	21	0	0	25	0	0	8	0	0	7	0	0
14.20	-	-	-	36	0	0	34	0	0	23	0	0	6	0	0
14.40	-	-	-	42	0	0	30	0	0	15	0	0	13	0	0
15.00	37.00	67	617	37	0	0	15	0	0	11	0	0	34	0	0
15.20	-	-	-	15	0	0	14	0	0	13	0	0	20	0	0
15.40	-	-	-	20	0	0	22	0	0	16	0	0	4	0	0
16.00	33.00	68	327	29	0	0	21	0	0	8	0	0	5	0	0
16.20	-	-	-	20	0	0	29	0	0	10	0	0	10	0	0
16.40	-	-	-	20	0	0	9	0	0	15	0	0	11	0	0
17.00	34.00	67	208	28	0	0	21	0	0	8	0	0	6	0	0
17.20	-	-	-	20	0	0	22	0	0	6	0	0	6	0	0
17.40	-	-	-	15	0	0	13	0	0	15	0	0	5	0	0
18.00	31.00	66	1026	15	0	0	12	0	0	8	0	0	5	0	0

รังที่ 3 ครั้งที่ 2

รังที่ 3															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	69.5	1122	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7.40	-	-	-	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
8.00	29.00	69.5	1277	5	0	0	3	0	0	2	0	0	1	0	0
8.20	-	-	-	8	0	0	4	0	0	3	0	0	1	0	0
8.40	-	-	-	12	0	0	6	0	0	7	0	0	2	0	0
9.00	38.00	67.0	1583	14	0	0	13	0	0	6	0	0	8	0	0
9.20	-	-	-	19	0	0	11	0	0	7	0	0	8	0	0
9.40	-	-	-	25	0	0	13	0	0	14	0	0	6	0	0
10.00	36.00	67.0	343	31	0	0	24	0	0	12	0	0	13	0	0
10.20	-	-	-	29	0	0	20	0	0	11	0	0	12	0	0
10.40	-	-	-	40	0	0	38	0	0	18	0	0	14	0	0
11.00	37.00	67.0	458	42	0	0	37	0	0	12	0	0	15	0	0
11.20	-	-	-	33	0	0	30	0	0	16	0	0	19	0	0
11.40	-	-	-	37	0	0	26	0	0	8	0	0	6	0	0
12.00	37.00	67.0	521	16	0	0	30	0	0	5	0	0	8	0	0
12.20	-	-	-	27	0	0	44	0	0	11	0	0	7	0	0
12.40	-	-	-	22	0	0	25	0	0	12	0	0	4	0	0
13.00	45.00	66.0	1947	27	0	0	35	0	0	7	0	0	14	0	0
13.20	-	-	-	25	0	0	33	0	0	10	0	0	12	0	0
13.40	-	-	-	38	0	0	45	0	0	5	0	0	9	0	0
14.00	37.00	68.0	523	22	0	0	32	0	0	10	0	0	7	0	0
14.20	-	-	-	29	0	0	34	0	0	8	0	0	6	0	0
14.40	-	-	-	28	0	0	36	0	0	9	0	0	12	0	0
15.00	35.00	69.0	754	28	0	0	15	0	0	4	0	0	10	0	0
15.20	-	-	-	18	0	0	19	0	0	6	0	0	11	0	0
15.40	-	-	-	23	0	0	28	0	0	4	0	0	9	0	0
16.00	34.50	69.0	283	35	0	0	26	0	0	8	0	0	2	0	0
16.20	-	-	-	28	0	0	21	0	0	13	0	0	6	0	0
16.40	-	-	-	42	0	0	22	0	0	19	0	0	4	0	0
17.00	34.00	69.0	221	22	0	0	14	0	0	6	0	0	3	0	0
17.20	-	-	-	23	0	0	19	0	0	7	0	0	2	0	0
17.40	-	-	-	19	0	0	15	0	0	13	0	0	3	0	0
18.00	32.00	69.0	1037	27	0	0	16	0	0	6	0	0	2	0	0

รังที่ 3 ครั้งที่ 3

รังที่ 3															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	28.00	70.0	1488	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
7.40	-	-	-	3	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0
8.00	30.00	70.0	351	6	0	0	3	0	0	3	0	0	2	0	0
8.20	-	-	-	15	0	0	8	0	0	4	0	0	3	0	0
8.40	-	-	-	11	0	0	9	0	0	4	0	0	5	0	0
9.00	37.00	66.0	253	16	0	0	23	0	0	6	0	0	5	0	0
9.20	-	-	-	14	0	0	16	0	0	4	0	0	3	0	0
9.40	-	-	-	18	0	0	17	0	0	12	0	0	7	0	0
10.00	38.00	67.0	918	20	0	0	11	0	0	10	0	0	7	0	0
10.20	-	-	-	22	0	0	20	0	0	7	0	0	11	0	0
10.40	-	-	-	10	0	0	21	0	0	8	0	0	4	0	0
11.00	36.00	68.5	528	29	0	0	25	0	0	7	0	0	13	0	0
11.20	-	-	-	42	0	0	18	0	0	8	0	0	14	0	0
11.40	-	-	-	22	0	0	20	0	0	5	0	0	8	0	0
12.00	37.50	68.0	585	17	0	0	12	0	0	10	0	0	11	0	0
12.20	-	-	-	21	0	0	11	0	0	7	0	0	5	0	0
12.40	-	-	-	23	0	0	30	0	0	8	0	0	11	0	0
13.00	37.00	67.0	387	20	0	0	28	0	0	6	0	0	7	0	0
13.20	-	-	-	29	0	0	26	0	0	7	0	0	8	0	0
13.40	-	-	-	25	0	0	15	0	0	6	0	0	7	0	0
14.00	37.00	67.0	535	23	0	0	23	0	0	7	0	0	12	0	0
14.20	-	-	-	41	0	0	23	0	0	5	0	0	10	0	0
14.40	-	-	-	38	0	0	29	0	0	7	0	0	9	0	0
15.00	36.00	67.0	512	27	0	0	17	0	0	8	0	0	10	0	0
15.20	-	-	-	41	0	0	20	0	0	9	0	0	11	0	0
15.40	-	-	-	29	0	0	21	0	0	11	0	0	8	0	0
16.00	35.00	67.0	249	39	0	0	21	0	0	10	0	0	6	0	0
16.20	-	-	-	20	0	0	37	0	0	12	0	0	2	0	0
16.40	-	-	-	18	0	0	23	0	0	13	0	0	10	0	0
17.00	37.00	68.0	1574	14	0	0	34	0	0	10	0	0	7	0	0
17.20	-	-	-	17	0	0	35	0	0	15	0	0	5	0	0
17.40	-	-	-	7	0	0	15	0	0	9	0	0	6	0	0
18.00	37.50	68.0	1592	27	0	0	24	0	0	4	0	0	3	0	0

รังที่ 4 ครั้งที่ 1

รังที่ 4															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	69.0	1009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7.40	-	-	-	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
8.00	33.00	68.0	332	4	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
8.20	-	-	-	7	0	0	4	0	0	2	0	0	1	0	0
8.40	-	-	-	10	0	0	4	0	0	3	0	0	2	0	0
9.00	37.50	68.0	304	9	0	0	4	0	0	7	0	0	3	0	0
9.20	-	-	-	8	0	0	6	0	0	5	0	0	3	0	0
9.40	-	-	-	17	0	0	16	0	0	6	0	0	6	0	0
10.00	36.00	69.0	453	14	0	0	17	0	0	11	0	0	7	0	0
10.20	-	-	-	17	0	0	16	0	0	11	0	0	4	0	0
10.40	-	-	-	20	0	0	17	0	0	11	0	0	7	0	0
11.00	36.00	69.0	534	29	0	0	39	0	0	13	0	0	10	0	0
11.20	-	-	-	33	0	0	32	0	0	12	0	0	7	0	0
11.40	-	-	-	36	0	0	35	0	0	19	0	0	11	0	0
12.00	36.00	69.0	615	37	0	0	28	0	0	22	0	0	15	0	0
12.20	-	-	-	30	0	0	23	0	0	12	0	0	6	0	0
12.40	-	-	-	31	0	0	35	0	0	21	0	0	12	0	0
13.00	40.00	67.5	678	30	0	0	24	0	0	22	0	0	9	0	0
13.20	-	-	-	28	0	0	13	0	0	11	0	0	10	0	0
13.40	-	-	-	44	0	0	34	0	0	12	0	0	19	0	0
14.00	37.00	67.5	569	52	0	0	36	0	0	15	0	0	17	0	0
14.20	-	-	-	52	0	0	28	0	0	15	0	0	13	0	0
14.40	-	-	-	53	0	0	26	0	0	13	0	0	9	0	0
15.00	37.50	68.0	423	44	0	0	40	0	0	19	0	0	12	0	0
15.20	-	-	-	57	0	0	27	0	0	21	0	0	11	0	0
15.40	-	-	-	49	0	0	25	0	0	20	0	0	11	0	0
16.00	35.50	68.0	272	67	0	0	37	0	0	26	0	0	11	0	0
16.20	-	-	-	63	0	0	40	0	0	19	0	0	13	0	0
16.40	-	-	-	52	0	0	36	0	0	18	0	0	15	0	0
17.00	36.00	68.0	272	46	0	0	30	0	0	19	0	0	7	0	0
17.20	-	-	-	44	0	0	40	0	0	18	0	0	12	0	0
17.40	-	-	-	45	0	0	53	0	0	24	0	0	9	0	0
18.00	33.00	68.0	819	23	0	0	26	0	0	13	0	0	9	0	0

รังที่ 4 ครั้งที่ 2

รังที่ 4															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	69.0	1522	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	5	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
7.40	-	-	-	11	0	0	4	0	0	1	0	0	1	0	0
8.00	30.00	69.0	525	19	0	0	13	0	0	1	0	0	1	0	0
8.20	-	-	-	22	0	0	8	0	0	1	0	0	3	0	0
8.40	-	-	-	23	0	0	9	0	0	5	0	0	5	0	0
9.00	30.00	67.0	289	33	0	0	23	0	0	9	0	0	6	0	0
9.20	-	-	-	48	0	0	28	0	0	13	0	0	15	0	0
9.40	-	-	-	43	0	0	37	0	0	16	0	0	6	0	0
10.00	36.50	67.0	301	59	0	0	33	0	0	22	0	0	16	0	0
10.20	-	-	-	72	0	0	47	0	0	22	0	0	23	0	0
10.40	-	-	-	56	0	0	41	0	0	25	0	0	17	0	0
11.00	35.00	67.0	543	64	0	0	56	0	0	19	0	0	29	0	0
11.20	-	-	-	58	0	0	69	0	0	20	0	0	24	0	0
11.40	-	-	-	56	0	0	57	0	0	16	0	0	16	0	0
12.00	37.00	67.5	599	78	0	0	64	0	0	24	0	0	28	0	0
12.20	-	-	-	90	0	0	62	0	0	23	0	0	22	0	0
12.40	-	-	-	82	0	0	60	0	0	25	0	0	16	0	0
13.00	49.00	67.0	333	47	0	0	41	0	0	24	0	0	15	0	0
13.20	-	-	-	43	0	0	34	0	0	26	0	0	15	0	0
13.40	-	-	-	56	0	0	23	0	0	18	0	0	13	0	0
14.00	37.00	68.0	378	79	0	0	42	0	0	28	0	0	18	0	0
14.20	-	-	-	62	0	0	23	0	0	10	0	0	18	0	0
14.40	-	-	-	67	0	0	22	0	0	19	0	0	18	0	0
15.00	38.00	68.0	234	78	0	0	27	0	0	30	0	0	14	0	0
15.20	-	-	-	74	0	0	33	0	0	17	0	0	10	0	0
15.40	-	-	-	64	0	0	60	0	0	20	0	0	16	0	0
16.00	34.00	67.0	214	68	0	0	40	0	0	28	0	0	17	0	0
16.20	-	-	-	41	0	0	49	0	0	15	0	0	11	0	0
16.40	-	-	-	43	0	0	53	0	0	20	0	0	12	0	0
17.00	35.00	67.5	1093	75	0	0	100	0	0	34	0	0	19	0	0
17.20	-	-	-	16	0	0	58	0	0	31	0	0	9	0	0
17.40	-	-	-	18	0	0	52	0	0	28	0	0	5	0	0
18.00	35.00	68.0	1018	13	0	0	52	0	0	12	0	0	4	0	0

รังที่ 4 ครั้งที่ 3

รังที่ 4															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	28.00	69.00	1209	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	0
7.40	-	-	-	6	0	0	4	0	0	4	0	0	2	0	0
8.00	29.00	69.00	495	13	0	0	11	0	0	7	0	0	5	0	0
8.20	-	-	-	16	0	0	18	0	0	11	0	0	4	0	0
8.40	-	-	-	22	0	0	20	0	0	18	0	0	4	0	0
9.00	31.00	69.00	335	26	0	0	24	0	0	13	0	0	8	0	0
9.20	-	-	-	29	0	0	24	0	0	12	0	0	6	0	0
9.40	-	-	-	38	0	0	40	0	0	22	0	0	10	0	0
10.00	33.00	69.00	274	68	0	0	59	0	0	42	0	0	30	0	0
10.20	-	-	-	63	0	0	53	0	0	37	0	0	32	0	0
10.40	-	-	-	46	0	0	77	0	0	20	0	0	25	0	0
11.00	35.00	69.00	1355	44	0	0	75	0	0	21	0	0	26	0	0
11.20	-	-	-	53	0	0	63	0	0	33	0	0	37	0	0
11.40	-	-	-	68	0	0	77	0	0	20	0	0	33	0	0
12.00	36.00	69.00	554	83	0	0	89	0	0	40	0	0	37	0	0
12.20	-	-	-	52	0	0	64	0	0	34	0	0	33	0	0
12.40	-	-	-	60	0	0	66	0	0	34	0	0	44	0	0
13.00	38.00	70.00	1925	69	0	0	70	0	0	19	0	0	36	0	0
13.20	-	-	-	73	0	0	70	0	0	34	0	0	26	0	0
13.40	-	-	-	60	0	0	68	0	0	34	0	0	27	0	0
14.00	36.00	69.00	425	76	0	0	57	0	0	46	0	0	29	0	0
14.20	-	-	-	66	0	0	42	0	0	27	0	0	24	0	0
14.40	-	-	-	61	0	0	66	0	0	35	0	0	24	0	0
15.00	40.00	69.00	249	51	0	0	51	0	0	31	0	0	31	0	0
15.20	-	-	-	73	0	0	70	0	0	55	0	0	29	0	0
15.40	-	-	-	51	0	0	46	0	0	26	0	0	12	0	0
16.00	36.00	70.00	249	56	0	0	52	0	0	56	0	0	23	0	0
16.20	-	-	-	52	0	0	48	0	0	47	0	0	16	0	0
16.40	-	-	-	46	0	0	60	0	0	39	0	0	13	0	0
17.00	35.00	68.50	1972	46	0	0	56	0	0	30	0	0	14	0	0
17.20	-	-	-	66	0	0	29	0	0	24	0	0	10	0	0
17.40	-	-	-	75	0	0	49	0	0	33	0	0	18	0	0
18.00	36.00	67.00	1290	36	0	0	32	0	0	20	0	0	3	0	0

รังที่ 5 ครั้งที่ 1

รังที่ 5															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	28.00	71.0	1116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	4	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
7.40	-	-	-	7	0	0	6	0	0	2	0	0	2	0	0
8.00	30.00	69.0	872	10	0	0	13	0	0	5	0	0	6	0	0
8.20	-	-	-	19	0	0	9	0	0	8	0	0	5	0	0
8.40	-	-	-	21	0	0	16	0	0	15	0	0	12	0	0
9.00	40.00	66.0	347	35	0	0	25	0	0	20	0	0	12	0	0
9.20	-	-	-	28	0	0	30	0	0	19	0	0	15	0	0
9.40	-	-	-	32	0	0	30	0	0	20	0	0	13	0	0
10.00	37.00	67.0	466	40	0	0	43	0	0	32	0	0	16	0	0
10.20	-	-	-	40	0	0	41	0	0	38	0	0	16	0	0
10.40	-	-	-	46	0	0	34	0	0	36	0	0	20	0	0
11.00	31.00	67.0	628	57	0	0	64	0	0	34	0	0	24	0	0
11.20	-	-	-	48	0	0	52	0	0	29	0	0	24	0	0
11.40	-	-	-	48	0	0	66	0	0	25	0	0	20	0	0
12.00	38.00	67.0	430	53	0	0	51	0	0	16	0	0	22	0	0
12.20	-	-	-	45	0	0	58	0	0	15	0	0	22	0	0
12.40	-	-	-	57	0	0	43	0	0	10	0	0	17	0	0
13.00	44.00	67.0	647	42	0	0	54	0	0	19	0	0	13	0	0
13.20	-	-	-	29	0	0	36	0	0	21	0	0	10	0	0
13.40	-	-	-	46	0	0	44	0	0	29	0	0	14	0	0
14.00	37.00	67.0	581	44	0	0	55	0	0	45	0	0	17	0	0
14.20	-	-	-	60	0	0	50	0	0	42	0	0	12	0	0
14.40	-	-	-	58	0	0	52	0	0	25	0	0	21	0	0
15.00	38.00	67.0	258	53	0	0	60	0	0	43	0	0	29	0	0
15.20	-	-	-	58	0	0	48	0	0	46	0	0	18	0	0
15.40	-	-	-	54	0	0	54	0	0	34	0	0	16	0	0
16.00	36.00	67.0	393	46	0	0	51	0	0	52	0	0	22	0	0
16.20	-	-	-	45	0	0	46	0	0	54	0	0	20	0	0
16.40	-	-	-	53	0	0	54	0	0	34	0	0	22	0	0
17.00	36.00	67.0	1033	50	0	0	43	0	0	29	0	0	29	0	0
17.20	-	-	-	48	0	0	47	0	0	45	0	0	15	0	0
17.40	-	-	-	39	0	0	39	0	0	30	0	0	22	0	0
18.00	36.00	67.0	965	53	0	0	48	0	0	34	0	0	17	0	0

รังที่ 5 ครั้งที่ 2

รังที่ 5															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	71.0	1291	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	5	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0
7.40	-	-	-	13	0	0	11	0	0	3	0	0	5	0	0
8.00	30.00	70.0	329	24	0	0	19	0	0	7	0	0	6	0	0
8.20	-	-	-	42	0	0	31	0	0	14	0	0	7	0	0
8.40	-	-	-	36	0	0	37	0	0	16	0	0	12	0	0
9.00	36.00	68.0	521	42	0	0	43	0	0	16	0	0	15	0	0
9.20	-	-	-	50	0	0	49	0	0	22	0	0	16	0	0
9.40	-	-	-	53	0	0	66	0	0	22	0	0	16	0	0
10.00	37.50	67.0	374	89	0	0	68	0	0	52	0	0	25	0	0
10.20	-	-	-	87	0	0	66	0	0	50	0	0	25	0	0
10.40	-	-	-	74	0	0	47	0	0	44	0	0	29	0	0
11.00	37.00	68.0	451	100	0	0	73	0	0	37	0	0	51	0	0
11.20	-	-	-	99	0	0	67	0	0	47	0	0	43	0	0
11.40	-	-	-	98	0	0	62	0	0	40	0	0	37	0	0
12.00	37.00	68.0	479	107	0	0	71	0	0	39	0	0	48	0	0
12.20	-	-	-	74	0	0	61	0	0	30	0	0	39	0	0
12.40	-	-	-	101	0	0	52	0	0	32	0	0	28	0	0
13.00	44.00	68.0	240	102	0	0	67	0	0	38	0	0	44	0	0
13.20	-	-	-	81	0	0	46	0	0	45	0	0	25	0	0
13.40	-	-	-	84	0	0	40	0	0	26	0	0	29	0	0
14.00	37.00	68.0	413	74	0	0	61	0	0	51	0	0	13	0	0
14.20	-	-	-	91	0	0	50	0	0	61	0	0	20	0	0
14.40	-	-	-	100	0	0	49	0	0	45	0	0	13	0	0
15.00	37.00	68.0	439	113	0	0	64	0	0	44	0	0	17	0	0
15.20	-	-	-	79	0	0	50	0	0	40	0	0	15	0	0
15.40	-	-	-	73	0	0	32	0	0	42	0	0	20	0	0
16.00	35.00	68.0	368	81	0	0	46	0	0	61	0	0	19	0	0
16.20	-	-	-	73	0	0	60	0	0	34	0	0	20	0	0
16.40	-	-	-	69	0	0	55	0	0	37	0	0	12	0	0
17.00	36.00	68.0	1571	73	0	0	75	0	0	43	0	0	21	0	0
17.20	-	-	-	89	0	0	97	0	0	52	0	0	14	0	0
17.40	-	-	-	72	0	0	80	0	0	61	0	0	16	0	0
18.00	34.00	68.0	978	58	0	0	84	0	0	73	0	0	19	0	0

รังที่ 5 ครั้งที่ 3

รังที่ 5															
ความเข้มข้น	Temp	RH	Lux	1m(S1)	W1	W2	4m(S2)	W3	W4	7m(S3)	W5	W6	10m(S4)	W7	W8
7.00	29.00	71.0	1899	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
7.20	-	-	-	6	0	0	2	0	0	3	0	0	1	0	0
7.40	-	-	-	12	0	0	9	0	0	5	0	0	2	0	0
8.00	31.00	69	539	47	0	0	35	0	0	27	0	0	12	0	0
8.20	-	-	-	51	0	0	37	0	0	29	0	0	12	0	0
8.40	-	-	-	44	0	0	37	0	0	28	0	0	6	0	0
9.00	33.00	68	558	57	0	0	38	0	0	32	0	0	14	0	0
9.20	-	-	-	74	0	0	48	0	0	40	0	0	16	0	0
9.40	-	-	-	79	0	0	40	0	0	59	0	0	26	0	0
10.00	35.00	66	427	86	0	0	77	0	0	69	0	0	17	0	0
10.20	-	-	-	76	0	0	89	0	0	57	0	0	24	0	0
10.40	-	-	-	90	0	0	91	0	0	76	0	0	30	0	0
11.00	36.00	67	528	82	0	0	79	0	0	58	0	0	30	0	0
11.20	-	-	-	96	0	0	84	0	0	26	0	0	37	0	0
11.40	-	-	-	103	0	0	82	0	0	36	0	0	19	0	0
12.00	36.00	66	638	108	0	0	109	0	0	63	0	0	31	0	0
12.20	-	-	-	99	0	0	81	0	0	52	0	0	18	0	0
12.40	-	-	-	86	0	0	87	0	0	57	0	0	19	0	0
13.00	40.00	66	830	112	0	0	103	0	0	65	0	0	23	0	0
13.20	-	-	-	80	0	0	80	0	0	24	0	0	34	0	0
13.40	-	-	-	84	0	0	80	0	0	29	0	0	29	0	0
14.00	36.00	67	497	65	0	0	89	0	0	33	0	0	35	0	0
14.20	-	-	-	64	0	0	61	0	0	30	0	0	25	0	0
14.40	-	-	-	64	0	0	70	0	0	35	0	0	29	0	0
15.00	39.00	67	469	81	0	0	85	0	0	31	0	0	30	0	0
15.20	-	-	-	70	0	0	63	0	0	30	0	0	30	0	0
15.40	-	-	-	74	0	0	71	0	0	23	0	0	36	0	0
16.00	35.00	67	284	87	0	0	85	0	0	24	0	0	17	0	0
16.20	-	-	-	105	0	0	69	0	0	68	0	0	18	0	0
16.40	-	-	-	112	0	0	77	0	0	71	0	0	24	0	0
17.00	36.00	67	1699	56	0	0	70	0	0	73	0	0	27	0	0
17.20	-	-	-	3	0	0	18	0	0	53	0	0	28	0	0
17.40	-	-	-	3	0	0	7	0	0	68	0	0	31	0	0
18.00	36.00	67	1345	2	0	0	6	0	0	86	0	0	24	0	0