



ประสิทธิภาพการไล่มดของขอล็กไบกะเพรา ขอล็กเมล็ด พริกไทยดำ และขอล็กน้ำส้มควันไม้

จากรุวรรณ วิโรจน์*, ภิญญาพัชญ์ ดุงโคกรวด**, ณัชชลิตา ยุคะลัง*** กู้เกียรติ ทุดโป****, นิรุวรรณ เทรินโบล*****, เสาวลักษณ์ ศรีดาเกษ*****
และสุไวยรินทร์ ศรีชัย*****

Received : September 14, 2020

Revised : October 18, 2020

Accepted: November 16, 2020

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการไล่มดของขอล็กไบกะเพรา ขอล็กเมล็ด พริกไทยดำ และขอล็กน้ำส้มควันไม้ การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การเตรียมและสกัดไบกะเพรา เมล็ดพริกไทยดำและน้ำส้มควันไม้ ระยะที่ 2 การผลิตขอล็ก ระยะที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพของขอล็กในการไล่มดในห้องปฏิบัติการ ระยะที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพของขอล็กในการไล่มดในครัวเรือน และระยะที่ 5 การวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของขอล็กด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี – แมสสเปกโตรเมทรี สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการไล่มดคือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง และ เปรียบเทียบประสิทธิภาพการไล่มดรายคู่ด้วยวิธีแอลเอสดีของฟิชเชอร์

ผลการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่าขอล็กเมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้นร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพในการไล่มด ร้อยละ 98.33 ขอล็กน้ำส้มควันไม้ความเข้มข้นร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพในการไล่มดร้อยละ 99.33 และขอล็กไบกะเพราความเข้มข้นร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพในการไล่มดร้อยละ 94.50 ผลการศึกษาในครัวเรือนพบว่า ขอล็กเมล็ดพริกไทย ขอล็กไบกะเพรา และขอล็กน้ำส้มควันไม้สามารถไล่มดได้นาน 360 , 180 และ 60 นาที ตามลำดับ ขอล็กไบกะเพราและขอล็กน้ำส้มควันไม้ พบกรดแอซิดิกมากที่สุด ร้อยละ 41.26 และ 66.75 และขอล็กพริกไทยดำพบสารคาร์โบฟิลลีนมากที่สุดร้อยละ 24.67

สรุปขอล็กไบกะเพรา ขอล็กเมล็ดพริกไทยดำ และขอล็กน้ำส้มควันไม้มีประสิทธิภาพในการไล่มดระดับปานกลางและยังมีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาในการไล่มด ดังนั้น ควรมีการพัฒนาคุณภาพของขอล็กโดยการใช้การเพิ่มส่วนประกอบอื่น ๆ เพื่อยืดระยะเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการไล่มด

คำสำคัญ: ไล่มด / ขอล็ก / กะเพรา / พริกไทยดำ / น้ำส้มควันไม้

ผู้รับผิดชอบบทความ: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จากรุวรรณ วิโรจน์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150 โทรศัพท์: 043754353 โทรสาร: 043754353 อีเมล:jaruwan.v@msu.ac.th

* ป.ร.ด. (นิเวศวิทยาสุขภาพ) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

** ป.ร.ด. (เภสัชศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์) อาจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

*** ป.ร.ด. (อนามัยสิ่งแวดล้อม) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

**** ป.ร.ด. (วิทยาศาสตร์การแพทย์) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

***** ป.ร.ด. (วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

***** ส.ด. (สาธารณสุขศาสตร์) อาจารย์ วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธรจังหวัดขอนแก่น

***** ส.ม. (การพัฒนาระบบสุขภาพ) อาจารย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม



Effectiveness of Basil Chalk, Black Pepper Chalk, and Wood Vinegar Chalk as Ant Repellents

Jaruwan Viroj*, Pinyapach Dungkokkruad**, Nachalida Yukalang***, Kukiatt Tudpor****, Niruwan Turnbull*****, Saowaluk Seedaket*****, and Suwairin Srichai*****

Abstract

This experimental research aimed to study the effectiveness of basil chalk, black pepper chalk, and wood vinegar chalk as ant repellents. There were five phases of research consisting of : 1) preparing and extracting basil, black pepper, and wood vinegar, 2) producing chalks; 3) testing the effectiveness of the ant repellent chalks developed in a laboratory; chemical components by gas chromatography- mass spectrometry. Effectiveness of ant repellents were compared by One-way ANOVA, Two-way ANOVA and Fisher LSD.

Results showed that the effectiveness of black pepper, wood vinegar, and basil at concentration of 70% could repel 98.33, 99.33, and 94.50% of the ants, respectively. Black pepper chalk, basil chalk, and wood vinegar chalk could repel the ants in a house for 360, 180, 60 minutes, respectively. The most common compound found in basil chalk and wood vinegar chalk were acetic acid at concentration of 41.26% and 66.75%, respectively whereas the most common compound in black pepper chalk was caryophyllene 24.67%.

In conclusion, these results demonstrated that basil chalk, black pepper chalk, and wood vinegar chalk were moderate effective to repel the ants, and a limitation was that they were not lasting for long time. For further study, other active compounds should be added extend the time of action and increase effectiveness of the ant repellents.

Keywords: Ant repellent / Chalk / Basil / Black pepper / Wood vinegar

Corresponding Author: Assistant Professor Dr. Jaruwan Viroj Faculty of Public Health, Mahasarakham University, Kantarawichai District, Mahasarakham Province, 44150. Tel :043754353, Fax: 043754353, E-mail : jaruwan.v@msu.ac.th

* Ph.D. (Health Ecology,) Assistant Professor, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

** Ph.D. (Applied Biopharmaceutical Sciences), Instructor, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

*** Ph.D. (Environmental Health), Assistant Professor, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

**** Ph.D. (Medical Sciences), Assistant Professor, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

***** Ph.D. (Computer Science), Assistant Professor, Faculty of Public Health, Mahasarakham University

***** D.P.H. (Public Health), Instructor, Sirindhorn College of Public Health Khon Kaen

***** M.P.H. (Health System Development), Instructor, Faculty of Public Health, Mahasarakham University



1. บทนำ

มดเป็นสัตว์ที่พบได้มากในเขตร้อน (Rizali, Bos, Buchori, Yamane, & Schulze, 2008) และมีความสำคัญต่อการปรับความสมดุลในระบบนิเวศ (Carroll & Risch, 1983) อย่างไรก็ตาม มดก่อความรำคาญและทำความเสียหายต่อมนุษย์ในครัวเรือนด้วยเช่นกัน โดยมดหลายชนิด เช่น มดละเอียด มดดำ เป็นต้น มักเข้ามาทำรังและหาอาหารในครัวเรือน และก่อให้เกิดการปนเปื้อนของแบคทีเรียในอาหารได้ โดยแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่พบในมดในครัวเรือนเป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Lee, 2002) นอกจากนี้ มดยังสามารถทำอันตรายกับมนุษย์ด้วยการกัดต่อย พร้อมกับปล่อยน้ำพิษลงไปบนรอยแผลที่กัดต่อย ทำให้บริเวณนั้นมีอาการคัน ปวด บวม ปวดแสบปวดร้อน หรือเกิดการแพ้ได้ (deShazo & Banks, 1994)

ปัจจุบันการใช้สารเคมีในการไล่มดในครัวเรือนมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งสารเคมีที่มีจำหน่ายในท้องตลาดเป็นสารเคมีที่มีส่วนผสมพร้อมใช้งานในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของสเปรย์ ผงโรย และขอลค์ เป็นต้น (Tavares *et al.*, 2018) ผลิตภัณฑ์เคมีดังกล่าวผู้บริโภคสามารถใช้ไล่มดได้ทันที จึงทำให้เป็นที่นิยมใช้ในกลุ่มผู้บริโภค ในประเทศไทยได้นำสารเดลต้าเมทริน (Deltamethrin) มาเป็นสารประกอบสำคัญในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตขอลค์เพื่อไล่แมลงคลานและมด (โชติมา วิไลวัลย์, 2547) แต่สารเคมีเดลต้าเมทรินเป็นสารมีพิษต่อผู้บริโภค โดยจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ผิวหนัง และอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย สารเคมีสามารถสะสมและก่อให้เกิดพิษในผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม (Johnson, Luukinen, Buhl, & Stone, 2010)

พืชและวัตถุดิบเหลือใช้ในชุมชนหลายชนิดมีสารสำคัญซึ่งมีผลต่อการไล่มดและแมลง เช่น สารลินาลูล (Linalool) ที่พบในใบกะเพรา (Chokechaijaroenporn, Bunyapraphatsara, & Kongchuensin, 1994) และเมล็ดพริกไทยดำ (Kim *et al.*, 2020) กรดแอสติก (acetic acid) ที่พบในน้ำส้มควันไม้ (จารุวรรณ วิโรจน์, 2563) นอกจากนี้ กะเพรา และพริกไทยดำ เป็นพืชในท้องถิ่นสามารถปลูกและหาได้ง่ายในประเทศไทย และน้ำส้มควันไม้เป็นวัตถุดิบเหลือใช้ในชุมชนซึ่งมีความเป็นมิตรต่อสิ่งมีชีวิตและสภาพแวดล้อมมากกว่าสารเคมี การนำพืชสมุนไพรและวัตถุดิบเหลือใช้จากชุมชนมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในการไล่มดนับได้ว่าเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในครัวเรือน

ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาและนำใบกะเพรา เมล็ดพริกไทยดำ และน้ำส้มควันไม้มาผลิตเป็นขอลค์ในการไล่มดในครัวเรือน ดังนั้น การดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพของขอลค์และองค์ประกอบทางเคมีของขอลค์ใบกะเพรา เมล็ดพริกไทยดำ และน้ำส้มควันไม้ต่อการไล่มดนับว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการส่งเสริมการใช้สมุนไพรเพื่อทดแทนการใช้สารเคมี ซึ่งก่อให้เกิดความปลอดภัยแก่สุขภาพของผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าของสมุนไพรและวัตถุดิบเหลือใช้ในชุมชนต่อไป

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการไล่มดของขอลค์ใบกะเพรา ขอลค์เมล็ดพริกไทยดำ และขอลค์น้ำส้มควันไม้ในห้องปฏิบัติการ

2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการไล่มดของขอลค์ใบกะเพรา ขอลค์เมล็ดพริกไทยดำ และขอลค์น้ำส้มควันไม้ในครัวเรือน



2.3 เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของขอล็กใบกะเพรา ขอล็กเมล็ดพริกไทยดำ และขอล็กน้ำส้มควั่นไม้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง (experimental Study) แบ่งระยะการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การเตรียมและสกัดใบกะเพรา เมล็ดพริกไทยดำและน้ำส้มควั่นไม้

การเตรียมใบกะเพรา นำใบกะเพรา (*Ocimum tenuiflorum*) ที่เก็บมาจากจังหวัดมหาสารคาม ประเทศไทย ในเดือนพฤศจิกายน ปริมาณ 1,000 กรัม ที่ทำความสะอาดแล้วไปอบโดยใช้ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดให้ละเอียดโดยใช้ครก จากนั้นแบ่งใบกะเพราใส่ลงในขวดทดลองรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร จำนวน 2 ขวด ขวดละ 500 กรัม แล้วเติมเอทานอลจำนวน 500 มิลลิลิตรลงในแต่ละขวด (คณา พฤษภากร, สุธีร์ นนทภา, สันธุ์ สโรบล, และไมตรี สุทธิจิตต์, 2014) แล้วนำไปเขย่าโดยเครื่องบ่มเพาะเชื้อแบบเขย่าหมุนวน (orbital shaking incubator) เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำมากรองโดยผ้าขาวบาง เพื่อแยกเอาแต่น้ำ แล้วนำน้ำที่ได้ไปเข้าเครื่องกลั่นระเหยสุญญากาศ (rotary evaporator) เพื่อสกัดเอาสารบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 41 องศาเซลเซียส อัตราความเร็วในการหมุนที่ 90 รอบต่อนาที

การเตรียมเมล็ดพริกไทยดำ นำเมล็ดพริกไทยดำ (*Piper nigrum*) ที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้าในจังหวัดมหาสารคาม ประเทศไทย ปริมาณ 1000 กรัม มาเตรียมโดยใช้กระบวนการเช่นเดียวกับการเตรียมใบกะเพรา

การเตรียมน้ำส้มควั่นไม้ นำไม้มะขาม (*Tamarindus indica* L.) ที่เก็บมาจากจังหวัดมหาสารคาม ประเทศไทย ในเดือนสิงหาคม มาผึ่งแดดเพื่อไล่ความชื้นจำนวน 4 สัปดาห์ และนำมาเผาด้วยถังสกัดน้ำส้มควั่นไม้แบบนอน ทำการเก็บน้ำส้มควั่นไม้ หลังจากนั้นนำน้ำส้มควั่นไม้ที่ผลิตได้ตั้งทิ้งไว้ 3 เดือนในภาชนะที่บ่มแสงที่อุณหภูมิห้อง (จารุวรรณ วิโรจน์, และน้ำผึ้ง ดุงโคกรวด, 2556) จากนั้นนำน้ำส้มควั่นไม้มากรองในขวดกรองที่ทำด้วยขวดพลาสติกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร โดยขวดกรองประกอบด้วยชั้นกรองจำนวน 3 ชั้น คือ ชั้นแรกใส่กรวดขนาดเล็กสูง 6 เซนติเมตร ชั้นที่สองใส่ทรายสูง 6 เซนติเมตร ชั้นที่สามใส่ถ่านทุบละเอียดสูง 6 เซนติเมตร และตัดก้นขวดและหุ้มปลายขวดด้วยผ้าขาวบางจำนวน 5 ชั้น เพื่อใช้ในการกรองชั้นสุดท้าย หลังจากนั้นนำส้มควั่นไม้ที่ผ่านการกรองด้วยขวดกรองมาทำการดูดซับด้วยดอกรูปที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อเป็นการลดสารพิษในน้ำส้มควั่นไม้ แล้วนำมารองด้วยผ้าขาวบางอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ได้น้ำส้มควั่นไม้ที่บริสุทธิ์

ระยะที่ 2 การผลิตขอล็ก

นำสารสกัดที่ได้จากใบกะเพรา เมล็ดพริกไทยดำ และน้ำส้มควั่นไม้มาเจือจางด้วยเอทานอล โดยทำการเจือจางสารสกัดเป็น 4 ความเข้มข้น

- (1) ความเข้มข้นร้อยละ 100 คือ สารบริสุทธิ์ร้อยละ 100 ไม่เจือจาง
- (2) ความเข้มข้นร้อยละ 70 คือ สารบริสุทธิ์ : เอทานอล, 70 : 30 (v/v)



(3) ความเข้มข้นร้อยละ 50 คือ สารบริสุทธิ์ : เอทานอล, 50 : 50 (v/v)

(4) ความเข้มข้นร้อยละ 30 คือ สารบริสุทธิ์ : เอทานอล, 30 : 70 (v/v)

จากนั้นนำสารสกัดที่เจือจางในแต่ละความเข้มข้นมาผสมกับดินสอพองจำนวน 10 กรัม และปูน พลาสเตอร์จำนวน 10 กรัม ทำการคนให้เข้ากันจากนั้นเทใส่พิมพ์เพื่อขึ้นรูปเป็นแท่งและรอให้แห้งเป็นระยะเวลา 1 วัน จากนั้นแกะออกจากพิมพ์แล้วนำไปอบด้วยเครื่องตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

ระยะที่ 3 การทดสอบคุณสมบัติของขอลักในการไล่แมลงในห้องปฏิบัติการ

มดที่ใช้ทดลองในห้องปฏิบัติการคือ มดละเอียด (*Tapinoma sessile*) ซึ่งเป็นมดที่ดักจับโดยการล่อด้วยอาหาร มดที่นำมาใช้ในการทดลองจะนำไปแช่เย็นเป็นเวลา 3 นาทีเพื่อลดการเคลื่อนไหวของมด โดยมดที่นำมาทดลองจะมีขนาด 1-2 มิลลิเมตร นักวิจัยทำการชั่งขอลักปริมาณ 1 กรัม เป็นรูปร่างกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร แล้วนำอาหารใส่ภายในวงกลม โดยลำดับการชั่งขอลักทั้ง 4 ความเข้มข้นมาจากการสุ่มด้วยการวิธีการจับฉลาก จากนั้นนำมดลงใส่ลงกล่องทดลอง กล่องละ 50 ตัว และทำปิดฝากล่อง ทดลอง 3 ซ้ำ แล้วบันทึกผลตามเวลาที่ 30, 60, 90, 120 นาที

$$\text{ร้อยละการไล่ (Repellency)} = 100 - [(T \times 100)/N]$$

โดย T คือ จำนวนมดละเอียดในพื้นที่ทดลอง

N คือ จำนวนมดละเอียดในพื้นที่ควบคุม (Thavara *et al.*, 2007)

ระยะที่ 4 การทดสอบคุณสมบัติของขอลักในการไล่แมลงในครัวเรือน

ระยะนี้ได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของขอลักสมุนไพรในครัวเรือน โดยทำการเลือกขอลักที่มีประสิทธิภาพในการไล่แมดสูงที่สุดมาทดลองในครัวเรือนจำนวน 5 ครัวเรือน ในเขตตำบลท่าขนอย อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม โดยครัวเรือนที่ใช้ในการศึกษานี้ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง โดยนักวิจัยทำการชั่งขอลักทั้งหมด 9 จุดต่อครัวเรือน ได้แก่ ขอลักน้ำส้มควันไม้ 3 จุด ขอลักกะเพรา 3 จุด และขอลักพริกไทย 3 จุด รูปแบบในการชั่งขอลักคือ สี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 10 เซนติเมตร โดยใช้ขอลักปริมาณ 2 กรัม แล้วนำอาหารใส่ภายในสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีการชั่งขอลักไว้ แล้วบันทึกผลที่ระยะเวลา 30, 60, 180, 360, 720 และ 1,440 นาที แล้วทำการทดลองซ้ำจำนวน 3 ซ้ำ

ระยะที่ 5 การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของขอลักใบกะเพรา ขอลักพริกไทยดำ และขอลักน้ำส้มควันไม้

ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของขอลักแต่ละสูตรที่มีประสิทธิภาพในการไล่แมดสูงที่สุด ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี – แมสสเปกโตรเมทรี (Gas Chromatography – Mass Spectrometry; GC – MS) ยี่ห้อซีมัส ผลิตจากประเทศญี่ปุ่น ซึ่งประกอบด้วย เครื่องฉีดอัตโนมัติเอไอซี 500 (AOC 500) คอลัมน์ ชนิดอาร์ทีเอ็กซ์-5เอ็มเอส (RTX-5MS) ขนาด 30 เมตร x 0.25 มิลลิเมตร x 0.25 ไมโครเมตร ในการวิเคราะห์ตั้งอุณหภูมิของการฉีดสารที่ 200 องศาเซลเซียส ปริมาตรการฉีดตัวอย่าง 1 ไมโครลิตร โปรแกรมอุณหภูมิของตู้อบเริ่มต้นที่ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิถึง 250 องศาเซลเซียส ด้วยอัตรา 5 องศาเซลเซียสต่อนาที วัดอุณหภูมิของไอออนที่ 250 องศาเซลเซียส โดยมีก๊าซฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพาที่มีอัตราไหล 1 มิลลิเมตรต่อนาที วิเคราะห์ด้วยโหมดสแกน (Scan mode) โดยให้สแกนมวลไอออนช่วง 40 – 500 เอเอ็มยู (amu) (จารุวรรณ วิโรจน์, และน้ำผึ้ง ดุจโคกกรวด, 2556)



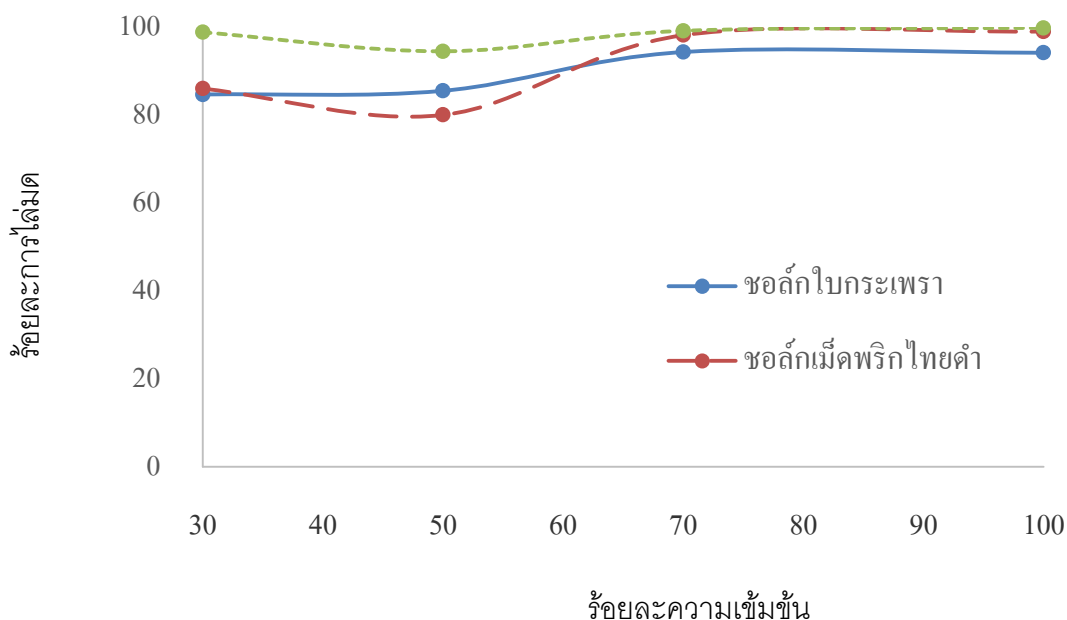
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ประสิทธิภาพการไล่แมลงโดยนำเสนอด้วย ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วิเคราะห์สารประกอบหลักทางเคมีของซอล์กแต่ละชนิดโดยนำเสนอด้วย ร้อยละ เปรียบเทียบประสิทธิภาพของซอล์กแต่ละชนิดในการไล่แมลงด้วย การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA), การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-way ANOVA) และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการไล่แมลงรายคู่ด้วยวิธีแอลเอสดีของฟิชเชอร์ (Fisher LSD)

5. ผลการศึกษา

5.1 ประสิทธิภาพของซอล์กใบกะเพรา ซอล์กเมล็ดพริกไทยดำ และซอล์กน้ำส้มควันไม้ต่อการไล่แมลงในห้องปฏิบัติการ

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของซอล์กใบกะเพรา ซอล์กเมล็ดพริกไทยดำ และซอล์กน้ำส้มควันไม้ต่อการไล่แมลงพบว่า ซอล์กแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพในการไล่แมลงที่ต่างกัน โดยซอล์กที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 และ 50 พบว่าซอล์กน้ำส้มควันไม้มีประสิทธิภาพการไล่แมลงสูงสุด ซอล์กที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 และ 100 พบว่าซอล์กเมล็ดพริกไทยดำและซอล์กน้ำส้มควันไม้มีประสิทธิภาพการไล่แมลงสูงสุด ซอล์กทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 และ 100 มีประสิทธิภาพการไล่แมลงใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ประสิทธิภาพการไล่แมลงของซอล์กใบกะเพรา ซอล์กเมล็ดพริกไทยดำ และซอล์กน้ำส้มควันไม้



เมื่อเปรียบเทียบร้อยละในการไถ่ของซอลก์ไบกะเพรา ซอลก์เมลิคพริกไทยดำ และซอลก์น้ำส้มควนไม้ ตามระยะเวลาและระดับร้อยละความเข้มข้นโดยการทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง ผลการศึกษาพบว่า ระยะเวลาในการไถ่ของซอลก์ไบกะเพรา ซอลก์เมลิคพริกไทยดำ และซอลก์น้ำส้มควนไม้ ที่เวลา 30, 60, 90, 120 นาทีให้ประสิทธิภาพในการไถ่แตกต่างกันอย่างไม่มีสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.123, 0.069$ และ 0.900 ตามลำดับ) ในแต่ละระดับร้อยละความเข้มข้นของซอลก์ไบกะเพรา ซอลก์เมลิคพริกไทยดำ และซอลก์น้ำส้มควนไม้พบผลการไถ่แตกต่างกันอย่างมีสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบร้อยละการไถ่ของซอลก์ไบกะเพรา ซอลก์เมลิคพริกไทยดำ และซอลก์น้ำส้มควนไม้ตามช่วงเวลาและร้อยละความเข้มข้น

สูตรขอล้ก	ร้อยละการไล่มัด		F-test	p-value
	df	Mean Square		
ใบกะเพรา				
เวลา	3.00	85.56	2.07	0.123
ความเข้มข้น	3.00	337.56	2.07	< 0.001
เมล็ดพริกไทยดำ				
เวลา	3.00	31.64	2.60	0.069
ความเข้มข้น	3.00	1044.75	2.60	< 0.001
น้ำส้มควนไม้				
เวลา	3.00	1.00	0.19	0.900
ความเข้มข้น	3.00	70.56	0.19	< 0.001

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการไถ่ตามระดับร้อยละความเข้มข้นของซอลก์ไบกะเพรา ซอลก์เมลิคพริกไทยดำ และซอลก์น้ำส้มควนไม้โดยการทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่า ร้อยละความเข้มข้นที่แตกต่างกันของซอลก์ไบกะเพรา ซอลก์เมลิคพริกไทยดำ และซอลก์น้ำส้มควนไม้มีประสิทธิภาพการไถ่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.001, <0.001$ และ <0.001 ตามลำดับ) ดังตารางที่ 2

เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างของประสิทธิภาพการไถ่โดยการทดสอบรายคู่โดยใช้วิธีแอลเอสดีของฟิชเชอร์พบว่า ซอลก์ไบกะเพรา ซอลก์เมลิคพริกไทยดำ และซอลก์น้ำส้มควนไม้ที่ร้อยละความเข้มข้น 70 และ 100 ให้ประสิทธิภาพการไถ่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ดังตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาถึง



ประสิทธิภาพและต้นทุนการผลิตซอลล์พบว่า ซอลล์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 ให้ประสิทธิภาพในการไล่แมลงสูงที่สุด

ซอลล์น้ำส้มควันไม้ความเข้มข้นร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพไล่แมลงร้อยละ 99.33 ซอลล์เมล็ดพริกไทยดำความเข้มข้นร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพไล่แมลงร้อยละ 98.33 และซอลล์ใบกะเพราความเข้มข้นร้อยละ 70 มีประสิทธิภาพไล่แมลงร้อยละ 94.50 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบการไล่แมลงของซอลล์ใบกะเพรา ซอลล์เมล็ดพริกไทยดำ และซอลล์น้ำส้มควันไม้ตามระดับร้อยละความเข้มข้น

ร้อยละความเข้มข้น	ร้อยละการไล่แมลง		
	ซอลล์ใบกะเพรา	ซอลล์เมล็ดพริกไทยดำ	ซอลล์น้ำส้มควันไม้
	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD	mean $\pm$ SD
30	84.83 $\pm$ 10.03 ^a	86.17 $\pm$ 5.69 ^a	99.00 $\pm$ 1.35 ^a
50	85.67 $\pm$ 6.60 ^a	80.17 $\pm$ 4.39 ^b	94.67 $\pm$ 3.65 ^b
70	94.50 $\pm$ 6.22 ^b	98.33 $\pm$ 1.87 ^c	99.33 $\pm$ 0.98 ^a
100	94.33 $\pm$ 3.50 ^b	99.17 $\pm$ 1.99 ^c	100.00 $\pm$ 0.00 ^a
F-test	6.92	70.76	17.51
p-value	0.001	< 0.001	< 0.001

* หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษในตารางแสดง ผลการทดสอบรายคู่โดยใช้วิธีแอลเอสดีของฟิชเชอร์จำแนกตามประเภทของซอลล์ อักษรที่แตกต่างกัน หมายถึง ร้อยละการไล่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p_value < 0.05$)

5.2 ประสิทธิภาพของซอลล์กะเพรา ซอลล์พริกไทยดำ และซอลล์น้ำส้มควันไม้ต่อการไล่แมลงในครัวเรือน

นักวิจัยได้นำซอลล์ใบกะเพรา ซอลล์เมล็ดพริกไทยดำ และซอลล์น้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 ไปทดลองไล่แมลงในครัวเรือน ผลการศึกษพบว่า ซอลล์เมล็ดพริกไทยมีประสิทธิภาพไล่แมลงในครัวเรือนยาวนานที่สุด คือ สามารถไล่แมลงได้เป็นระยะเวลา 360 นาที ซอลล์ใบกะเพราสามารถไล่แมลงได้เป็นระยะเวลา 180 นาที และซอลล์น้ำส้มควันไม้สามารถไล่แมลงเป็นระยะเวลา 60 นาที ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพในการไล่แมลงของซอลล์ใบกะเพรา ซอลล์เมล็ดพริกไทยดำ และซอลล์น้ำส้มควันไม้ในครัวเรือน



ชนิดขอล็ก	เวลา (นาที)	ประสิทธิภาพการไล่มด
ใบกะเพรา	30	ไม่มีมดเข้ามากินอาหาร
	60	ไม่มีมดเข้ามากินอาหาร
	180	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร
	360	มีมดจำนวนมากเข้ามากินอาหาร
	720	มีมดจำนวนมากเข้ามากินอาหาร
	1,440	มีมดจำนวนมากเข้ามากินอาหาร
เมล็ดพริกไทยดำ	30	ไม่มีมดเข้ามากินอาหาร
	60	ไม่มีมดเข้ามากินอาหาร
	180	ไม่มีมดเข้ามากินอาหาร
	360	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร
	720	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร
	1,440	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร
น้ำส้มควันไม้	30	ไม่มีมดเข้ามากินอาหาร
	60	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร
	180	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร
	360	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร
	720	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร
	1,440	มีมดเล็กน้อยเข้ามากินอาหาร

5.3 คุณสมบัติทางเคมีของขอล็กใบกะเพรา ขอล็กเมล็ดพริกไทยดำ และขอล็กน้ำส้มควันไม้

ผลการวิเคราะห์สารประกอบทางเคมีของขอล็กใบกะเพรา ขอล็กเมล็ดพริกไทยดำ และขอล็กน้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี – แมสสเปกโตรเมตรี พบว่าขอล็กใบกะเพราพบสารประกอบที่สำคัญจำนวน 6 ชนิด โดยสารประกอบที่พบมากที่สุดคือ กรดแอซิดิก ร้อยละ 41.26 รองลงมาคือ คาริโอฟิลลีน (Caryophyllene) ร้อยละ 8.23 และบิวทานอล (Butanal) ร้อยละ 6.88

ขอล็กเมล็ดพริกไทยดำพบสารประกอบที่สำคัญทั้งสิ้น 11 ชนิด โดยสารประกอบที่พบมากที่สุดคือ คาริโอฟิลลีนร้อยละ 24.67 รองลงมาคือ ไซโคลเฮปทีน (Cycloheptene) ร้อยละ 10.82 และโคปาอิน (Copaene) ร้อยละ 9.59

ขอล็กน้ำส้มควันไม้พบสารประกอบที่สำคัญทั้งสิ้น 6 ชนิด โดยสารประกอบที่พบมากที่สุดคือ กรดแอซิดิกร้อยละ 66.75 รองลงมาคือ กรดโพรพิโอนิก (Propanoic acid) ร้อยละ 6.02 และ 2-กรดโพรพิโอนิก (2-Propenoic acid) ร้อยละ 2.24 ดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 ร้อยละของสารประกอบหลักที่พบในซอ์กไบกะเพรา ซอ์กเมลิ์ดพริกไทยดำ และซอ์กน้ำส้มควันไม้

สาร	ซอ์กไบกะเพรา	ปริมาณ (ร้อยละ)	
		ซอ์กเมลิ์ดพริกไทยดำ	ซอ์กน้ำส้มควันไม้
กรดแอซีติก	41.26	-	66.75
คาร์โอฟิลลีน	8.23	24.67	1.65
บิวทานอล	6.88	-	-
ฟีนอล (Phenol)	6.13	-	-
กรดลิโนเลนิกอัลฟา (Alpha.-Linolenic acid)	4.87	-	-
ลINALUL	0.61	4.87	-
ไซโคลเฮพทีน	-	10.82	-
โคปาอิน	-	9.59	-
เบต้า-บิสอะโบลีน (Beta.-Bisabolene)	-	9.22	-
แกมมา-เทอร์พีนีน (Gamma.-Terpinene)	-	4.89	-
2-แกมมา-พีนีน (2-, Beta.- Pinene)	-	4.68	-
เดลตา-เอลิมีน (Delta.-Elemene)	-	3.63	-
เดลตา-คาคินี (Delta.-Cadinene)	-	3.28	-
แอลฟา-อะมอร์ฟีน (Alpha.-Amorphene)	-	3.23	-
แอลฟา-ฮูมูลิน (Alpha.-Humulene)	-	3.2	-
กรดโพรพิโอนิก	-	-	6.02
2-กรดโพรพิโอนิก	-	-	2.24
กรดบิวทิริก (Butyric acid)	-	-	1.75
อะเซทาไมด์ (Acetamide)	-	-	1.46

6. อภิปรายผล

ผลการศึกษาพบว่า ซอ์กไบกะเพรา ซอ์กเมลิ์ดพริกไทยดำ และซอ์กน้ำส้มควันไม้มีประสิทธิภาพต่อการไล่แมลงทั้งในห้องปฏิบัติการและในครัวเรือน ร้อยละในการไล่แมลงของซอ์กแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันตามระดับร้อยละของความเข้มข้น โดยร้อยละความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการไล่แมลงเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าประสิทธิภาพในการไล่แมลงของพืช เช่น สารสกัดพริกไทย (Abd Mutalib et al., 2006) สารสกัดจากหญ้าหวานจะมีประสิทธิภาพในการไล่แมลงเพิ่มขึ้นเมื่อมีความเข้มข้นของพืชมากขึ้น (คมคาย พุกขาร, et al., 2014) แต่ซอ์กทั้ง 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ



ละ 70 และ 100 ให้ประสิทธิภาพการไล่มดไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าชอล์กที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 ให้ความคุ้มค่ามากที่สุดและให้ประสิทธิภาพในการไล่มดสูง

ผลการทดลองให้ปฏิบัติการและในครัวเรือนให้ผลการศึกษาที่คล้ายคลึงกัน โดยประสิทธิภาพในการไล่มดในครัวเรือนของชอล์กทั้ง 3 ชนิดที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 70 มีระยะเวลาการไล่มดในครัวเรือนไม่ยาวนานมากนัก โดยชอล์กเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพในการไล่มดยาวนานที่สุดคือ สามารถไล่มดได้เป็นระยะเวลา 360 นาที รองลงมาคือ ชอล์กใบกะเพราสามารถไล่มดได้เป็นระยะเวลา 180 นาที และชอล์กน้ำส้มคว้นไม่สามารถไล่มดเป็นระยะเวลา 60 นาที ทั้งนี้เนื่องจากชอล์กที่ผลิตขึ้นมีส่วนประกอบของพืชหลักเพียงชนิดเดียว จึงทำให้ระยะเวลาการออกฤทธิ์ในการไล่ไม่นานนัก การเพิ่มประสิทธิภาพของชอล์กในการไล่มดอาจทำได้โดยการเพิ่มสารประกอบที่มีคุณสมบัติการไล่มดและแมลงเข้าไปในผลิตภัณฑ์ (Abd Mutalib, et al., 2006; Babu, Murugan, Sivaramakrishnan, & Thiagarajan, 2001) ซึ่งจะสามารถยืดระยะเวลาในการไล่มดได้

การศึกษานี้ได้ทดสอบประสิทธิภาพการไล่มดของชอล์กทั้ง 3 ชนิดที่ความเข้มข้นร้อยละ 70 ในครัวเรือนพบว่า ชอล์กเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพการไล่มดในครัวเรือนได้ยาวนานที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากชอล์กเมล็ดพริกไทยดำพบปริมาณสารประกอบสำคัญที่มีผลต่อการไล่มดมากที่สุด โดยในชอล์กพริกไทยดำพบคาร์ีโอฟิลลีนร้อยละ 24.67 แต่พบคาร์ีโอฟิลลีนในชอล์กใบกะเพราและชอล์กน้ำส้มคว้นไม่เพียงร้อยละ 8.23 และ 1.65 ทั้งนี้ สารคาร์ีโอฟิลลีนเป็นสารในกลุ่มน้ำมันหอมระเหย (Bhavya, Chandu, & Devi, 2018) มีประสิทธิภาพในการไล่แมลง เช่น ยุง (Chokechaijaroenporn, et al., 1994) ตัวง (Bhavya, et al., 2018) เป็นต้น ในชอล์กน้ำส้มคว้นไม่พบกรดแอสติติกเป็นองค์ประกอบหลักที่พบมากที่สุด โดยพบปริมาณกรดแอสติติกมากถึงร้อยละ 66.75 ซึ่งกรดแอสติติกเป็นสารที่มีกลิ่นฉุนและมีการนำใช้สารประกอบที่ช่วยในการไล่แมลง (Marisi, 1996) จากผลการศึกษาพบว่าชอล์กน้ำส้มคว้นไม่มีประสิทธิภาพในการไล่มดแต่ระยะเวลาในการไล่มดสั้นที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชอล์กเมล็ดพริกไทยดำและชอล์กใบกะเพรา ทั้งนี้อาจเนื่องจากกลิ่นฉุนของสารกรดแอสติติกระเหยได้เร็วกว่าสารชนิดอื่น ๆ จึงทำให้ระยะเวลาการไล่มดสั้นที่สุด นอกจากนี้ในชอล์กเมล็ดพริกไทยดำและชอล์กใบกะเพราพบลินาลูล ร้อยละ 4.87 และ 0.61 ตามลำดับ โดยลินาลูลเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการไล่และฆ่าแมลง (Müller et al., 2009; Ojamelukwe & Adler, 1999) เป็นสารที่มีความปลอดภัยและมีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Kamatou & Viljoen, 2008) ดังนั้น ชอล์กไล่มดจากใบกะเพรา เมล็ดพริกไทยดำ และน้ำส้มคว้นไม่นับว่าเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภค และสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าแก่วัตถุดิบธรรมชาติและของเหลือใช้ได้

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

ชอล์กใบกะเพรา ชอล์กเมล็ดพริกไทยดำ และชอล์กน้ำส้มคว้น มีประสิทธิภาพในการไล่มดทั้งในห้องปฏิบัติการและในครัวเรือนระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาจากประสิทธิภาพในการไล่มดในครัวเรือนพบว่า ชอล์กเมล็ดพริกไทยดำมีประสิทธิภาพการไล่มดสูงที่สุด ชอล์กทั้ง 3 ชนิดยังมีข้อจำกัดในเรื่องระยะเวลาในการไล่มด ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการเพิ่มประสิทธิภาพในการไล่มด และเพิ่มส่วนประกอบเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงคุณภาพของชอล์ก เช่น การผลิตชอล์กที่มีส่วนประกอบ 3 ชนิดจากใบกะเพรา เมล็ด



พริกไทยดำ และน้ำส้มควันไม้ เป็นต้น นอกจากนี้ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ไล่แมลงจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติและวัสดุเหลือใช้ในชุมชนในรูปแบบผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบของสเปรย์ ผลิตภัณฑ์ในรูปแบบผงโรย เป็นต้น เนื่องด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณของการวิจัย งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีเพียงที่มีระดับความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพและคุ้มทุนมากที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้ต่อไปหากนักวิจัยมีงบประมาณที่เพียงพอ ควรทำการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของวัตถุดิบธรรมชาติก่อนนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ทราบข้อมูลการคงอยู่ของสารและเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจในการพัฒนาและเลือกผลิตภัณฑ์ และควรศึกษาคุณสมบัติครั้งชีวิตของผลิตภัณฑ์เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ต่อไป

8. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และขอขอบคุณนิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่เข้าร่วมในการทดลอง

9. เอกสารอ้างอิง

- Abd Mutalib, N., Azis, T. M. F., Mohamad, S., Azizan, N. I., Sidek, H. J., Roziana, M., *et al.* (2017). The repellent and lethal effects of black pepper (*Piper nigrum*), chilli pepper (*Capsicum annuum*) and cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) extracts towards the odorous house ant (*Tapinoma sessile*). *ARPJ Journal of Engineering and Applied Science*, 12(8), 2710-2714.
- Babu, R., Murugan, K., Sivaramakrishnan, S., & Thiagarajan, P. (2001). Laboratory studies on the efficacy of neem and the entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* on *Spodoptera litura* Fab. *ENTOMON-TRIVANDRUM*-, 26(1/4; SPI), 58-61.
- Bhavya, M. L., Chandu, A. G. S., & Devi, S. S. (2018). *Ocimum tenuiflorum* oil, a potential insecticide against rice weevil with anti-acetylcholinesterase activity. *Industrial Crops and Products*, 126, 434-439.
- Carroll, C. R., & Risch, S. J. (1983). Tropical annual cropping systems: ant ecology. *Environmental Management*, 7(1), 51-57.
- Chokechaijaroenporn, O., Bunyapraphatsara, N., & Kongchuensin, S. (1994). Mosquito repellent activities of ocimum volatile oils. *Phytomedicine*, 1(2), 135-139.
- deShazo, R. D., & Banks, W. A. (1994). Medical consequences of multiple fire ant stings occurring indoors. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 93(5), 847-850.



- Johnson, M., Luukinen, B., Buhl, K., & Stone, D. (2010). Deltamethrin technical fact sheet. *National Pesticide Information Center, Oregon State University Extension Services: Baker City, OR, USA.*
- Kim, T. J., Hyeon, H., Park, N. I., Yi, T. G., Lim, S.-H., Park, S.-Y., et al. (2020). A high-throughput platform for interpretation of metabolite profile data from pepper (*Capsicum*) fruits of 13 phenotypes associated with different fruit maturity states. *Food Chemistry*, 331, 127286.
- Lee, C.-Y. (2002). *Tropical household ants: pest status, species diversity, foraging behavior and baiting studies*. Paper presented at the Proceedings of the 4th International Conference on Urban Pests. Pocahontas Press, Blacksburg.
- Marisi, M. R. G. (1996). Insect repellent: Google Patents.
- Müller, G. C., Junnila, A., Butler, J., Kravchenko, V. D., Revay, E. E., Weiss, R. W., et al. (2009). Efficacy of the botanical repellents geraniol, linalool, and citronella against mosquitoes. *Journal of Vector Ecology*, 34(1), 2-8.
- Ojimelukwe, P., & Adler, C. (1999). Potential of zizitaldehyde, 4-allyl-anisol, linalool, terpineol and other phytochemicals for the control of the confused flour beetle (*Tribolium confusum* J. d. V.)(Col., Tenebrionidae). *Anzeiger für Schädlingskunde= Journal of pest science*, 72(4), 81-86.
- Rizali, A., Bos, M. M., Buchori, D., Yamane, S., & Schulze, C. H. (2008). Ants in Tropical Urban Habitats: The Myrmecofauna in a Densely Populated Area of Bogor, West Java, Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences*, 15(2), 77-84.
- Tavares, M., da Silva, M. R. M., de Oliveira de Siqueira, L. B., Rodrigues, R. A. S., Bodjolle-d'Almeida, L., dos Santos, E. P., et al. (2018). Trends in insect repellent formulations: A review. *International Journal of Pharmaceutics*, 539(1), 190-209.
- Thavara, U., Tawatsin, A., Bhakdeenuan, P., Wongsinkongman, P., Boonruad, T., Bansiddhi, J., et al. (2007). Repellent activity of essential oils against cockroaches (Dictyoptera: Blattidae, Blattellidae, and Blaberidae) in Thailand. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, 38(4), 663-673.
- คมคาย พงกษากร, สุธีร์ นนทภา, สันธุ์ สโรบล, และไมตรี สุทธจิตต์. (2014). การ พัฒนา ผลิตภัณฑ์ ได้มด จาก สาร สกัด หญ้า หวาน. *Naresuan Phayao Journal*, 7(2), 110-117.
- จารุวรรณ วิโรจน์. (2563). คุณสมบัติทางเคมีของน้ำส้มควันไม้จาก ต้นสะเดา ต้นยูคาลิปตัส ต้นข้าวโพด และ ใบมะม่วง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 1(39), 136-143.
- จารุวรรณ วิโรจน์, และน้ำผึ้ง ดุจโคกกรวด. (2556). การพัฒนาคุณภาพน้ำส้มควันไม้ต่อการกำจัดมด. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.



ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 ประจำเดือนมกราคม – มิถุนายน 2564

โชติมา วิไลวัลย์. (2547). ฐานความรู้ความปลอดภัยด้านสารเคมี. Retrieved 1 กรกฎาคม, 2563, from <http://www.chemtrack.org/News-Detail.asp?TID=4&ID=4>