วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมและขับไล่เพลี้ยแป้ง *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley

The Efficacy of Herb Plant Extracts to Controlling and Repellent of Mealybugs *Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley

เดือนเพ็ญ วงค์สอน[1]* และศฤงคาร ตจสารอุไร[1]

Duanpen Wongsorn[1]* and Slingkan Tachasan-urai[1]

[1] *สาขาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา*

[1] *Department of Agricultural Technology and Environment, Faculty of Science and Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Isan, 744 Suranarai Road, Muang, Nakhon Ratchasima 30000, Thailand*

บทคัดย่อ: เพลี้ยแป้งน้อยหน่า (Sugar apple mealybug) เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของน้อยหน่า โดยการดูดกินน้ำเลี้ยงที่ผลน้อยหน่าและขับถ่ายมูลหวาน (honeydew) ที่มีลักษณะเป็นของเหลว ข้นเหนียว และมีรสหวาน ทำให้เกิดราดำปกคลุมปิดบังส่วนผลของน้อยหน่า ทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง และเป็นปัญหาต่อการส่งออก การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการคัดเลือกสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการกำจัดเพลี้ยแป้งน้อยหน่า ด้วยการนำพืชสมุนไพร จำนวน 14 ชนิด มาสกัดด้วยน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ (ความเข้มข้น 70%) มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่า วัย 3 ในสภาพห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 26.80–30.80 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ 65.00 – 89.00%) ในการสกัดด้วยน้ำพบว่าสารสกัดจากใบยาสูบมีการตายของเพลี้ยแป้งสูงที่สุด (73.33%) แตกต่างทางสถิติ ($P<0.01$) กับสารสกัดชนิดอื่น ๆ ส่วนการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ สารสกัดจากใบน้อยหน่าและใบยาสูบ มีการตายของเพลี้ยแป้งสูงที่สุด เท่ากับ 100.00% โดยไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับสารสกัดจากใบชะพลู (83.33%) ส่วนประสิทธิภาพในการขับไล่เพลี้ยแป้ง หลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง พบว่าใบชะพลูมีการขับไล่สูงที่สุด ทั้งการสกัดด้วยน้ำ (76.67%) และการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (90.00%) รองลงมาคือสารสกัดจากใบน้อยหน่า จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า สารสกัดจากใบยาสูบ, ใบน้อยหน่าและใบชะพลูมีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งน้อยหน่ามากที่สุด ซึ่งจะสามารถใช้เป็นแนวทางในการสกัดสารออกฤทธิ์สำคัญและนำไปใช้การป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งในสภาพแปลงต่อไป

คำสำคัญ : เพลี้ยแป้งน้อยหน่า; สารสกัดจากพืชสมุนไพร; การควบคุม; การขับไล่

ABSTRACT: Sugar apple mealybug is an important pest of sugar apple. The infestation is by sucking plant sap of fruit and excreting honeydew, which is liquid, sticky substrance, and sweet. Black mold can grow on the honeydew covered parts of the fruit. This reduces photosynthesis and causes the problem for exports. This study aimed to screen the effectiveness of herb plant extract for controlling and repelling on sugar apple mealybugs. Fourteen plant species were extracted by water and 70%ethyl alcohol, and tested the controlling effect with 3rd instar nymph of sugar apple mealybugs in laboratory condition (26.80-30.80 °C, 65.00-89.00% RH). Tobacco leaf with water extraction method showed the highest mortality rate (73.33%) against sugar apple mealybug with significantly different ($P<0.01$) from all treatments. Meanwhile, sugar apple leaf and tobacco leaf extracted with ethyl alcohol had the highest mortality rate of the mealybugs (100%) with non-significant difference ($P>0.05$) between wildbetal leafbush extract (83.33%). Therefore, after 24 hours after the treatments, wildbetal leafbush extract was the most effective on mealybug repellent either water extraction (76.67%) or ethyl alcohol extraction (90.00%) followed by

* Corresponding author: duanpen.wo@rmuti.ac.th

Received: date; January 20, 2021 Accepted: date; April 23, 2021 Published: date; December 5, 2021

sugar apple leave extract. This study showed that tobacco leaves, sugar apple leaves, and wildbetal leafbush extracts were the most effective plant for controlling sugar apple mealybugs. This can be used as a guidline for the extraction and control sugar apple mealybugs under field condition.
Keywords: sugar apple mealybug; Herb plant extract; control; repellent

บทนำ

น้อยหน่า (Sugar apple) จัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและสร้างรายได้ให้เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง ในปี 2561 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูก 35,519 ไร่ ใน 58 จังหวัด โดยจังหวัดนครราชสีมามีพื้นที่ปลูกน้อยหน่าเป็นอันดับ 1 ของประเทศ ซึ่งมีพื้นที่ปลูก 22,834 ไร่ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2562) อย่างไรก็ตามการปลูกน้อยหน่ามักพบการระบาดของเพลี้ยแป้งน้อยหน่าหรือเพลี้ยแป้งสับปะรดสีเทา (*Dysmicoccus* neobrevipes) ที่สร้างความเสียหายให้กับน้อยหน่าอย่างมาก และพบเข้าทำลายพืชอีกหลายชนิด เช่น สับปะรด กาแฟ ฝ้าย ทานตะวัน หม่อน กล้วย และพืชตระกูลส้ม เป็นต้น (บุปผา และชลิดา, 2543) ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยสามารถเข้าทำลายผลน้อยหน่าด้วยการดูดกินน้ำเลี้ยง หากมีการเข้าทำลายในระยะพัฒนาของผลจะทำให้ผลเหี่ยวและร่วง (Maruthadurai and Karuppaiah, 2014) นอกจากนั้นเพลี้ยแป้งยังขับถ่ายมูลที่มีลักษณะเป็นของเหลว ข้นเหนียว และมีรสหวานหรือที่เรียกว่ามูลหวาน (honeydew) ซึ่งเป็นที่อาศัยและอาหารของราดำ เมื่อราดำเจริญปกคลุมปิดบังส่วนของใบพืช ทำให้การสังเคราะห์แสงของพืชไม่เต็มที่ ผลผลิตสกปรก ส่งผลกระทบต่อการส่งออก นอกจากนั้นมูลหวานยังดึงดูดมดให้มากินน้ำหวานและช่วยแพร่กระจายเพลี้ยแป้งด้วย อีกทั้งเพลี้ยแป้งยังเป็นพาหะนำโรคของเชื้อไวรัสเข้าสู่พืชได้ การป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งเพื่อให้ได้ผลที่รวดเร็ว เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organothiophosphate) เช่น chlorpyrifos, malathion และ dichlorvos สารเคมีกลุ่มนิโอนิโคตินอยด์ (neonicotinoid) เช่น imidacloprid เป็นต้น (Tanwar et al., 2007) รวมทั้งการควบคุมโดยใช้แมลงตัวห้ำ เช่น แมลงช้างปีกใส ด้วงเต่าทอง และแมลงตัวเบียน เช่น แตนเบียน *Anagyrus agraensis* (George et al., 2015) การใช้เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคแมลง (*Metarhizium anisopliae* และ *Beauveria bassiana*) ที่มีรายงานการควบคุมเพลี้ยแป้งได้อย่างมีประสิทธิภาพ (เดือนเพ็ญ และคณะ, 2561; FitzGerald et al., 2016) อย่างไรก็ตามการควบคุมด้วยวิธีการเหล่านี้ล้วนมีผลกระทบและข้อจำกัด โดยการใช้สารเคมีให้ผลในการกำจัดรวดเร็วแต่ตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม และเมื่อใช้เป็นระยะเวลานานเพลี้ยแป้งสามารถสร้างความต้านทานได้ (Charles, 2004) แมลงตัวห้ำ ตัวเบียน และเชื้อจุลินทรีย์มีข้อจำกัดด้านสภาพแวดล้อม เช่น ความชื้น และอุณหภูมิ ดังนั้นการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรจึงเป็นอีกทางเลือกในการนำมาใช้ควบคุมเพลี้ยแป้ง ถึงแม้สารสกัดจากพืชสมุนไพรจะมีความคงตัวต่ำถูกทำลายได้ง่ายด้วยรังสียูวีและการชะล้างของน้ำหรือน้ำฝนก็ตาม แต่มีข้อดีหลายประการ เช่น สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก ปลอดภัยต่อผู้ใช้และไม่มีสารพิษตกค้างในผลผลิตและสภาพแวดล้อม (Rahmam et al., 2016) อีกทั้งสารสกัดจากพืชสมุนไพรนี้ยังออกฤทธิ์ต่อแมลงศัตรูพืชได้หลายประการ เช่น เป็นพิษโดยตรงต่อระบบประสาทและระบบหายใจ มีผลต่อพฤติกรรม เช่น ยับยั้งการกิน ยับยั้งการวางไข่ และยับยั้งการสร้างฮอร์โมน และมีฤทธิ์ในการขับไล่แมลงศัตรูพืช เป็นต้น (Zoubiri and Boaliouamer, 2014; Degu et al., 2020) ซึ่งมีรายงานถึงการนำสารสกัดจากพืชสมุนไพรมาใช้ควบคุมเพลี้ยงแป้งมาอย่างต่อเนื่อง เช่น สารสกัดจากสะเดา, ยาสูบ และกระเทียม มาควบคุมเพลี้ยแป้งฝ้าย (*Phenacoccus solenopsis*) (Prishanthini and Vinobaba, 2014) การใช้สารสกัดจากสะเดาและยูคาลิปตัสควบคุมเพลี้ยแป้ง *Drosicha mangiferae* (Majeed et al., 2018) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการรายงานถึงการใช้สารสกัดจากพืชในการควบคุมเพลี้ยแป้งที่เข้าทำลายน้อยหน่า ซึ่งหากมีการศึกษาหาสารสกัดจากพืชสมุนไพรในท้องถิ่นที่มีฤทธิ์ในการกำจัดและขับไล่เพลี้ยแป้งก็จะเป็นแนวทางในการควบคุมเพลี้ยแป้งอย่างยั่งยืนต่อไป

วิธีการศึกษา

1. การเพาะเลี้ยงเพลี้ยแป้ง : เก็บรวบรวมเพลี้ยงแป้งที่เข้าทำลายน้อยหน่า มาจำแนกชนิดตามวิธีการของ Curry (2015) และ Sirisena et al. (2013) จากนั้นนำมาเลี้ยงบนฟักทอง โดยนำลูกฟักทองมาล้างด้วยน้ำสะอาด ซับให้แห้ง พ่นฆ่าเชื้อด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70% ทิ้งให้แห้ง แล้วใช้ฟู่กันเขี่ยกลุ่มไข่เพลี้ยแป้ง จำนวน 10 กลุ่มไข่ ลงบนฟักทอง นำไปใส่ในกล่องพลาสติก ขนาด

20x50x30 เซนติเมตร จากนั้นนำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 26.11 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 42.67% เมื่อเพลี้ยแป้งจะฟักออกจากไข่จะได้ประชากรเพลี้ยแป้งชั่วรุ่นที่ 1 เมื่อเพลี้ยแป้งเจริญเติบโตบนลูกฟักทอง เข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย และวางไข่อีกครั้งทำการเขี่ยกลุ่มไข่ลงในฟักทองลูกใหม่ รอจนกระทั่งกลุ่มไข่ฟักออกเป็นตัวอ่อนชั่วรุ่นที่ 2 จึงนำมาทดสอบ โดยวิธีการเพาะเลี้ยงเพลี้ยแป้งดัดแปลงตามวิธีการของ อัมพร (2553)

2. การเตรียมสารสกัดจากพืชสมุนไพร : เก็บรวบรวมพืชสมุนไพรที่มีรายงานถึงสารออกฤทธิ์ในการกำจัดแมลง จำนวน 14 ชนิด **(Table 1)** นำมาล้างด้วยน้ำสะอาด แล้วนำไปผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 55-60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เมื่อสมุนไพรแห้ง บดให้เป็นผงด้วยเครื่องปั่น และนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกันคือ น้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ (ความเข้มข้น 70%) โดยใช้ผงสมุนไพร 10 กรัมต่อตัวทำละลาย (น้ำกลั่น/เอทิลแอลกอฮอล์) ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (10% น้ำหนัก/ปริมาตร, w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำสารสกัดสมุนไพรที่ได้ไปทำการระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (Rotary evaporator) ภายใต้ความดัน 70 มิลลิบาร์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มาปรับความเข้มข้น 10% (w/v) ประยุกต์ตามวิธีของ Miah et al. (2018) แล้วเก็บตัวอย่างเพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป

Table 1 List of plant extracts used in this study

Common name	Scientific name	Extracted part
1. Tobacco	*Nicotiana tabacum* L.	Leaf
2. Castor	*Ricinus communis* L.	Leaf
3. Sugar Apple, Custard Apple	*Annona squamosa* L.	Leaf
4. Kaffir lime, Leech lime	*Citrus hystrix* DC.	peel
5. Chili, Pepper	*Capsicum armuum* L.	Fruits
6. Oleander, Rose bay	*Nerium oleander* L.	Leaf
7. Papaya, Melan Tree	*Carica papaya* L.	Leaf
8. Drumstick tree, Horse radish tree	*Moringa oleifera* Lam.	Leaf
9. Wildbetal Leafbush	*Piper sarmentosum* Roxb.	Leaf
10. Bitter bush, Siam weed	*Chromolaena odorata* L.	Leaf
11. Siamese neem, Nim, Margosa	*Azadirachta indica* A. Juss. var. *siamensis* Valeton	Leaf
12. Long Pepper	*Piper retrofractum* Vahl.	Leaf
13. Citronella Grass	*Cymbopogon nardus* Rendle	Leaf
14. Lemon, Common lime	*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle	Leaf

3. การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมเพลี้ยแป้ง

3.1 การเตรียมเพลี้ยแป้ง : ล้างฟักทองด้วยน้ำสะอาดแล้วซับด้วยกระดาษทิชชูให้แห้ง พ่นฆ่าเชื้อด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70% ทิ้งไว้ให้แห้ง หั่นฟักทองเป็นชิ้น ขนาดประมาณ 5x5x2 เซนติเมตร ใส่ลงในกล่องพลาสติก ขนาด 10x10x5 เซนติเมตร นำเพลี้ยแป้ง วัย 3 ที่เตรียมได้จากข้อ 1 ที่เลี้ยงในสภาพห้องปฏิบัติการด้วยฟักทอง จำนวน 1 ชั่วรุ่น มาเขี่ยลงบนชิ้นฟักทอง 10 ตัว/ชิ้น ก่อนทำการทดสอบ 1 วัน

3.2 การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมเพลี้ยแป้ง : นำเพลี้ยแป้งวัย 3 มาเขี่ยลงบนชิ้นฟักทอง 10 ตัว/ชิ้น ก่อนทำการทดสอบ 1 วัน พ่นสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่ความเข้มข้น 10% (w/v) ลงบนเพลี้ยแป้งน้อยหน่า ด้วยขวดหัวสเปรย์ ขนาดบรรจุ 5 มิลลิลิตร บรรจุสารสกัดจากพืชสมุนไพร ปริมาตร 3 มิลลิลิตร พ่นลงบนตัวเพลี้ยแป้งให้ทั่วชิ้นฟักทอง ทิ้งให้

สารสกัดแห้งหมาด ประมาณ 5 นาที แล้วเก็บเข้ากล่องพลาสติก สำหรับรอตรวจสอบผลต่อไป การทดสอบประยุกต์ตามวิธีการของ Prishanthini and Vinobaba (2014) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 14 ชนิดของสารสกัดสมุนไพร (กรรมวิธี) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่พ่นด้วยตัวทำละลาย (น้ำกลั่น/เอทิลแอลกอฮอล์) และกรรมวิธีที่ไม่พ่นสารใดๆ แต่ละกรรมวิธี มี 3 ซ้ำ

การตรวจสอบผล นับจำนวนการตายของเพลี้ยแป้งหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง ภายใต้กล้อง Stereo Microscope คำนวณการตายที่แท้จริงด้วย Abbott's formula (Abbott, 1925) วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธี โดยใช้ Least Significant Difference (LSD)

4. การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อการขับไล่เพลี้ยแป้ง

นำสารสกัดจากพืชสมุนไพรทั้ง 14 ชนิด ที่ความเข้มข้น 10% (w/v) ทดสอบแบบมีทางเลือกในจานแก้ว (Petri-dish choice bioassay) วิธีการทดสอบประยุกต์ตามวิธีการของ Roonjho et al. (2013) โดยนำกระดาษกรองเบอร์ 1 (Whatman No. 1) เส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร มาตัดออกเป็น 2 ส่วน เท่าๆ กัน ส่วนที่หนึ่งหยดสารสกัดจากพืชสมุนไพร ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ส่วนที่ 2 หยดตัวทำละลาย (น้ำกลั่น/เอทิลแอลกอฮอล์) จำนวน 2 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้แห้ง ติดกระดาษทั้ง 2 ส่วนด้วยเทปกาวใส จากนั้นวางในจานแก้ว (petri dish) นำเพลี้ยแป้ง วัย 3 จำนวน 10 ตัว ใส่ลงตรงกลางกระดาษกรอง วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 15 กรรมวิธี แต่ละกรรมวิธีประกอบด้วย 3 ซ้ำ

การตรวจสอบผล: นับจำนวนเพลี้ยแป้งที่พบบนกระดาษกรองแต่ละฝั่ง เมื่อเวลาผ่าน ไป 30 นาที, 2 ชั่วโมง และ 24 ชั่วโมง คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การขับไล่ โดยคำนวณจาก

Percentage repellency, PR (%) = [(Nc –Nt) / (Nc+Nt)]×100

โดย Nc = จำนวนของเพลี้ยแป้งที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่หยดน้ำกลั่น/เอทิลแอลกอฮอล์ (control)
Nt = จำนวนของเพลี้ยแป้งที่อยู่บนกระดาษกรองส่วนที่หยดสารสกัดจากพืชสมุนไพร

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธี ปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 3

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. ฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมเพลี้ยแป้ง

ผลการทดสอบฤทธิ์ของพืชสมุนไพรที่สกัดด้วยน้ำกลั่นและเอทิลแอลกอฮอล์ (ความเข้มข้น 70%) ในสภาพห้องปฏิบัติการ (อุณหภูมิ 26.80–30.80 องศาเซลเซียส, ความชื้นสัมพัทธ์ 65.00 – 89.00% R.H.) หลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง (**Table 2**) สมุนไพรที่สกัดด้วยน้ำนั้น สารสกัดจากใบยาสูบมีการตายของเพลี้ยแป้งสูงที่สุด (73.33%) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับสารสกัดสมุนไพรชนิดอื่น ๆ รองลงมาคือสารสกัดจากใบมะละกอ (33.33%), ใบละหุ่ง (30.00%) และใบสะเดา (26.67%) ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากใบมะรุมมีการตายของเพลี้ยแป้งน้อยที่สุด (3.33%) ในกรรมวิธีควบคุมที่ไม่พ่นสารใด ๆ และการพ่นด้วยน้ำกลั่นไม่พบการตายของเพลี้ยแป้ง (0.00%) ส่วนฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ยังคงพบว่าสารสกัดจากใบยาสูบมีการตายของเพลี้ยแป้งมากที่สุด ซึ่งเท่ากับการพ่นด้วยสารสกัดจากใบน้อยหน่า (100.00%) โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับใบชะพลู (83.33%) ส่วนสารสกัดจากใบมะละกอมีการตายน้อยที่สุด (33.33%) ในขณะที่ไม่พ่นสารใด ๆ และพ่นด้วยน้ำกลั่น ไม่พบการตายของเพลี้ยแป้ง

Table 2 Efficacy of plant extracts for controlling sugar apple mealybug

Treatments	Solvents/ Mortality (% ± SD)[1/, 2/]	
	Distilled water	**70% Ethyl alcohol**
Non-spraying	0.00±0.00^{f}	0.00±0.00^{g}
Distilled water (control)	0.00±0.00^{f}	-
70 % ethyl alcohol (control)	-	0.00±0.00^{g}
Tobacco leaves	**73.33±15.27^{a}**	**100.00±0.00^{a}**
Castor leaves	30.00±17.32^{bc}	76.67±15.28^{bc}
Sugar apple leaves	13.33±5.77^{c-f}	**100.00±0.00^{a}**
Kaffir lime peel	13.33±11.55^{c-f}	60.00±20.00^{c-e}
Chili	13.33±5.77^{c-f}	53.33±11.55^{d-f}
Oleander	16.67±5.28^{c-e}	36.67±11.55^{f}
Papaya leaves	33.33±11.55^{b}	33.33±11.55^{f}
Drumstick tree leaves	3.33±5.77^{f}	46.67±15.28^{ef}
Wildbetal leafbush	6.67±5.77^{ef}	83.33±15.28^{ab}
Siam weed	10.00±10.00^{d-f}	36.67±20.82^{f}
Neem leaves	26.67±11.55^{b-d}	66.67±20.82^{b-e}
Long pepper	16.67±11.55^{c-e}	76.67±11.55^{bc}
Citronella leaves	6.67±5.77^{ef}	36.67±15.28^{f}
Lemon leaves	23.33±11.55^{b-d}	63.33±15.28^{b-e}
p-value	**<0.0001**	**<0.0001**

[1/]Means ± sem in the column followed by the same common letter were not significantly different (P>0.05) according to LSD

[2/] SD= Standard deviation

จากการเปรียบเทียบตัวทำละลายที่นำมาสกัดพืชสมุนไพร (น้ำ และ เอทิลแอลกอฮอล์) จะเห็นว่าสมุนไพรทั้ง 14 ชนิด เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายต่างกันให้ผลในการกำจัดเพลี้ยแป้งได้ต่างกัน โดยสมุนไพรที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์มีการตายของเพลี้ยแป้งมากกว่าการสกัดด้วยน้ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ให้สารออกฤทธิ์มากกว่าการสกัดด้วยน้ำ เมื่อนำมาควบคุมเพลี้ยแป้งจึงทำให้เพลี้ยแป้งมีการตายมากกว่า สอดคล้องกับ Majeed et al. (2018) ที่รายงานว่าชนิดของสารสกัด ความเข้มข้น และตัวทำละลายมีผลต่อการตายของเพลี้ยแป้งส้ม โดยสารกัดจากเมล็ดสะเดาที่สกัดด้วยน้ำและอะซิโตนมีการตาย ของเพลี้ยแป้งสูงสุด ในขณะที่สารสกัดจากเมล็ดและใบของยูคาลิปตัสที่สกัดด้วยเอทานอลทำให้เพลี้ยแป้งส้มตายมากกว่าการสกัดด้วยอะซิโตนและน้ำ อีกทั้ง Fabrick et al. (2020) รายงานว่าการตายของมวน *Lygus hesperus* และ แมลงหวี่ขาว *Bemisia tabaci* ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัด และตัวทำละลาย โดยการใช้เมทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายทำให้แมลงตายได้มากกว่าการสกัดด้วยน้ำ จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าสารสกัดจากใบยาสูบและใบน้อยหน่าที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์มีการตายของเพลี้ยแป้งทั้งหมด โดยไม่แตกต่างกับสารสกัดจากใบชะพลู สอดคล้องกับ Prishanthini and Vinobaba (2014) ที่รายงานว่าสารสกัดจากใบยาสูบที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 1.5% มีฤทธิ์ให้เพลี้ยแป้งฝ้าย (*Phenacoccus solenopsis* Tinsley) ตายถึง 100% เช่นเดียวกับสารสกัดจากใบน้อยหน่าที่ Mar (2019) รายงานว่าสารสกัดหยาบจากใบน้อยหน่าสามารถควบคุมเพลี้ยแป้ง *Phenacoccus solenopsis* ได้ อีกทั้ง Sikdar et al. (2016) ยังพบว่าน้ำมันที่สกัดจากเมล็ดน้อยหน่าสามารถควบคุมเพลี้ยแป้ง *Planococcus pacificus* ได้เป็นอย่างดี ซึ่งทั้งใบยาสูบ ใบน้อยหน่าและใบชะพลูมีสารออกฤทธิ์สำคัญที่มีผลทำให้แมลงตายได้ ในใบยาสูบมีสารนิโคติน (nicotine) ที่เป็นสารในกลุ่มอัลคาลอยด์

(alkaloid) ที่ออกฤทธิ์กับแมลงด้วยการสัมผัสตัวตาย (contact poison) ซึ่งออกฤทธิ์ได้ดีกับแมลงที่มีขนาดเล็กและผนังลำตัวอ่อนบาง เช่น เพลี้ยอ่อน, แมลงหวี่ขาว, เพลี้ยกระโดด, เพลี้ยไฟ เป็นต้น อีกทั้งยังออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลางของแมลง ยับยั้งการส่งสัญญาณระหว่างเซลล์ประสาท ส่งผลต่อการทำงานของกล้ามเนื้อที่ควบคุมระบบการทำงานของกล้ามเนื้อที่ควบคุมระบบหายใจของแมลงทำให้ระบบหายใจล้มเหลว (สุภาณี, 2540; Moore and Langlet, 2004) ในขณะที่ในใบและเมล็ดน้อยหน่ามีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงทั้งการถูกตัวตายและออกฤทธิ์เมื่อกินเข้าไป (contact and stomach poison) ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ในกลุ่ม acetogenins, flavonoids และ terpenoids ที่เป็นพิษกับแมลงหลายชนิด (Begum et al., 2010; Zaman and Pathak, 2013; Ribeiroa et al., 2017) โดย acetogenins เป็นสารออกฤทธิ์ที่มีกลไกต่อแมลงมากที่สุดที่ไปมีผลในการยับยั้งการเคลื่อนย้ายอิเลคตรอนของกระบวนการหายใจที่เกิดในไมโตครอนเดรีย (Mondal et al., 2018) และเมื่อแมลงได้รับเข้าไปด้วยการกิน สารออกฤทธิ์นี้จะไปทำลายเยื่อบุผนังกระเพาะอาหาร (midgut epithelium) มีผลในการลดการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับขบวนการเมตาบอลิซึมของการขนส่งและการดูดซึมอาหาร (Colom et al., 2010; Costa et al., 2016) สารออกฤทธิ์ดังกล่าวจะพบมากในส่วนของเมล็ดและส่วนของใบน้อยหน่าหรือพืชในสกุล annonaceae ส่วนผลและเนื้อผลพบในปริมาณน้อยมากและขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของน้อยหน่าด้วย (Bonneau et al., 2017) เพลี้ยแป้งจึงสามารถเข้าทำลายผลน้อยหน่าได้มากกว่าส่วนอื่นๆ อีกทั้งเพลี้ยแป้งมีปากแบบดูด (piercing sucking type) เจาะเข้าไปดูดกินน้ำเลี้ยงในผลน้อยหน่า สารดังกล่าวจึงไม่มีผลเสียต่อเพลี้ยแป้ง ในขณะเดียวกันการใช้สารสกัดจากใบน้อยหน่าที่ออกฤทธิ์ทางการสัมผัสกับผนังลำตัวที่มีลักษณะอ่อนบางของเพลี้ยแป้งโดยตรงจึงมีผลให้เพลี้ยแป้งตาย อีกทั้งสารสกัดนั้นเข้าไปทางทำลายแมลงทางรูหายใจ (spiracle) จึงมีผลโดยตรงต่อกระบวนการหายใจทำให้เพลี้ยแป้งตายได้มากขึ้น

2. ฤทธิ์ของสารสกัดจากพืชสมุนไพรต่อการขับไล่เพลี้ยแป้ง

ในด้านฤทธิ์การขับไล่เพลี้ยแป้งของสารสกัดจากพืชสมุนไพร 14 ชนิด พบว่า (**Table 3**) สมุนไพรที่สกัดด้วยน้ำนั้น หลังการทดสอบ 30 นาที สารสกัดจากใบมะนาว มีการขับไล่เพลี้ยแป้งน้อยหน่าสูงที่สุด (63.33%) และหลังการทดสอบ 2 ชั่วโมง สารสกัดจากใบมะนาวยังคงมีการขับไล่เพลี้ยแป้งน้อยหน่าสูงที่สุด (63.33%) รองลงมา คือ สารสกัดจากใบยาสูบ (60.00%), ใบชะพลู (56.67%) และสารสกัดจากผิวมะกรูด (53.33%) และดีปลี (53.33%) ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่สารสกัดจากพริก มีการขับไล่เพลี้ยแป้งได้น้อยที่สุด (33.33%) เมื่อครบ 24 ชั่วโมง สารสกัดจากใบชะพลูมีการขับไล่สูงที่สุด (76.67%) รองลงมา คือ ใบมะรุม (66.67%) และใบมะนาว (63.33%) ตามลำดับ โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และสารสกัดจากพริกมีการขับไล่น้อยที่สุด (33.33%)

Table 3 Repellent percentage of the third instar larvae of sugar apple mealybug after treated by plant extracts with distilled water

Treatments	Repellent (%±SD) [1/, 2/]		
	30 minutes	2 hours	24 hours
Distilled water (control)	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{f}
Tobacco leaves	53.33±20.82^{ab}	60.00±10.00^{ab}	60.00±10.00^{a-d}
Castor leaves	33.33±25.17^{bc}	46.67±30.55^{a-c}	56.67±20.82^{a-e}
Sugar apple leaves	33.33±11.55^{bc}	36.67±5.77^{bc}	43.33±5.77^{c-e}
Kaffir lime peel	53.33±11.55^{ab}	53.33±11.55^{a-c}	53.33±11.55^{a-e}
Chili	30.00±17.32^{bc}	33.33±15.28^{c}	33.33±15.28^{e}
Oleander	33.33±5.77^{bc}	40.00±10.00^{a-c}	40.00±10.00^{c-e}
Papaya leaves	36.67±5.77^{bc}	46.67±11.55^{a-c}	50.00±17.32^{b-e}
Drumstick tree leaves	26.67±11.52^{c}	50.00±10.00^{a-c}	66.67±11.55^{ab}
Wildbetal leafbush	40.00±0.00^{a-c}	56.67±5.77^{a-c}	**76.67±5.77^{a}**
Siam weed	43.33±25.17^{a-c}	43.33±25.17^{a-c}	63.33±23.10^{a-c}
Neem leaves	20.00±0.00^{cd}	36.67±15.28^{bc}	50.00±10.00^{b-e}
Long pepper	53.33±23.09^{ab}	53.33±23.09^{a-c}	53.33±23.10^{a-e}
Citronella leaves	36.67±15.28^{bc}	36.67±15.28^{bc}	36.67±15.28^{d-e}
Lemon leaves	**63.33±11.55^{a}**	**63.33±11.55^{a}**	63.33±11.55^{a-c}
p-value	0.0033	0.0067	0.0002

[1/]Means ± sem in the column followed by the same common letter were not significantly different (P>0.05) according to LSD

[2/] SD= Standard deviation

ในการใช้เอทิลแอลกอฮอล์เป็นตัวทำละลายนั้น (**Table 4**) หลังการทดสอบ 30 นาที สารสกัดจากใบน้อยหน่าสามารถขับไล่เพลี้ยแป้งได้มากที่สุด (73.33%) รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับสารสกัดจากผิวมะกรูด (70.00%) หลังการทดสอบ 2 ชั่วโมง สารสกัดจากใบน้อยหน่ายังคงมีการขับไล่เพลี้ยแป้งได้สูงที่สุด (80.00%) รองลงมาคือสารสกัดจากผิวมะกรูดและใบชะพลูที่มีการขับไล่เพลี้ยแป้งได้เท่ากัน (73.33%) และหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง กลับพบว่าสารสกัดจากใบชะพลูมีสามารถขับไล่เพลี้ยแป้งได้มากที่สุด (90.00%) รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) กับสารสกัดจากใบน้อยหน่า (86.67%), ผิวมะกรูด (76.67%) และใบมะนาว (76.67%) ตามลำดับ

Table 4 Repellent percentage of the third instar larvae of Sugar apple mealybug after treated by plant extracts with 70% ethyl alcohol

Treatments	Repellent (%±SD) [1/, 2/]		
	30 minutes	2 hours	24 hours
Ethyl alcohol (control)	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{d}	0.00±0.00^{e}
Tobacco leaves	53.33±20.81^{a-c}	70.00±0.00^{ab}	73.33±5.77^{a-c}
Castor leaves	66.67±15.28^{ab}	66.67±15.28^{ab}	66.67±15.28^{bc}
Sugar apple leaves	**73.33±25.17^{a}**	**80.00±20.00^{a}**	86.67±11.55^{ab}
Kaffir lime peel	70.00±10.00^{a}	73.33±15.28^{ab}	76.67±11.55^{a-c}
Chili	66.67±15.28^{ab}	66.67±15.28^{ab}	70.00±10.00^{a-c}
Oleander	26.67±5.77^{cd}	26.67±5.77^{c}	40.00±10.00^{d}
Papaya leaves	53.33±20.82^{a-c}	53.33±20.82^{b}	63.33±15.28^{c}
Drumstick tree leaves	66.67±11.55^{ab}	66.67±11.55^{ab}	66.67±11.55^{bc}
Wildbetal leafbush	63.33±5.77^{ab}	73.33±5.77^{ab}	**90.00±10.00^{a}**
Siam weed	40.00±26.46^{bc}	53.33±20.82^{b}	63.33±20.82^{c}
Neem leaves	50.00±17.32^{a-c}	56.67±11.55^{ab}	66.67±20.82^{bc}
Long pepper	60.00±20.00^{ab}	60.00±20.00^{ab}	60.00±20.00^{cd}
Citronella leaves	50.00±10.00^{a-c}	60.00±10.00^{ab}	63.33±11.55^{c}
Lemon leaves	60.00±20.00^{ab}	66.67±15.28^{ab}	76.67±15.28^{a-c}
p-value	0.0007	<0.0001	<0.0001

[1/]Means ± sem in the column followed by the same common letter were not significantly different (P>0.05) according to LSD

[2/] SD= Standard deviation

จากการทดสอบการขับไล่เพลี้ยแป้งของสารสกัดจากพืชสมุนไพร จะเห็นว่าการขับไล่เพลี้ยแป้งของสารสกัดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น และสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์สามารถไล่เพลี้ยแป้งได้มากกว่าการสกัดด้วยน้ำ สอดคล้องกับ Moawad and Al-Barty (2011) ที่รายงานว่าสารสกัดจาก *Ruta chalepensis* ที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์จะใช้ความเข้มข้นเพียง 0.015% สามารถขับไล่เพลี้ยอ่อน (*Aphis punicae* Passerini) ได้ถึง 75% ในขณะที่การสกัดด้วยน้ำต้องใช้ความเข้มข้นสูงถึง 5% จึงจะสามารถขับไล่เพลี้ยอ่อนได้ 23.58% จากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าสารสกัดจากใบชะพลูสามารถขับไล่เพลี้ยแป้งได้สูงที่สุดทั้งการสกัดด้วยน้ำและเอทิลแอลกอฮอล์ สอดคล้องกับการทดลองของ Vinichpakorn et al. (2017) ที่รายงานว่าใบชะพลูมีฤทธิ์ในการฆ่าและลดจำนวนประชากรของด้วงงวงข้าวได้ ซึ่งในใบชะพลูมีสารทุติยภูมิในกลุ่ม amides (isobutyl amides, isopentyl amides, diethylbenzamides) ที่มีผลต่อระบบประสาทของแมลงหลายอันดับ (Scott et al., 2004; Xiang et al., 2016) นอกจากนั้นในใบชะพลูยังมีน้ำมันหอมระเหยที่มีสารออกฤทธิ์ spathulenol, myristicin, β-caryophyllene และ (E,E)-farnesol ที่เป็นสารประกอบหลัก (Chieng et al., 2008) โดย myristicin และ β-caryophyllene เป็นสารที่ยับยั้งการกินอาหารของแมลง อีกทั้งออกฤทธิ์ทางการสัมผัสตัวตายและระเหยเข้าสู่ตัวแมลงทางรูหายใจได้ด้วย อีกทั้งสารนี้ยังมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงด้วย (Chaubey, 2012; Qin et al., 2010) ซึ่งในระหว่างการทดลองนั้นนอกจากสารสกัดจากใบชะพลูจะขับไล่เพลี้ยแป้งแล้วยังส่งผลให้เพลี้ยแป้งตายในระหว่างการทดสอบด้วย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรหลายชนิดมีประสิทธิภาพในการขับไล่เพลี้ยแป้งได้สูงเทียบเท่ากับสารสกัดจากใบชะพลู ได้แก่ สารสกัดจากใบน้อยหน่า, ใบมะนาว, ผิวมะกรูด และใบยาสูบ เป็นต้น โดยสารสกัด

เหล่านี้มีองค์ประกอบที่เป็นน้ำมันหอมระเหยและมีกลิ่นฉุนที่รุนแรง และมีองค์ประกอบของ monoterpenoids, sesquiterpenes และ alcohols ที่มีคุณสมบัติในการไล่แมลงได้ (Lee, 2018) โดยมีผลต่อเซลล์ประสาทสำหรับรับสัมผัสทางเคมีที่เรียกว่า chemosensilla ที่อยู่บริเวณ stylet ซึ่งหากอาหารไม่เหมาะสมหรือเป็นพิษ ระบบประสาทส่วนกลางจะสั่งการมายังเซลล์ประสาทรับสัมผัสของ chemosensilla ให้หยุดหรือยับยั้งการกินหรือเดินออกห่างจากสารเคมีเหล่านั้น อีกทั้งเพลี้ยแป้งยังมีหนวดที่เป็นอวัยวะรับสัมผัสสำหรับตรวจจับสารพิษจากพืชอาหารได้อีกด้วย (Le Ru et al., 1995) ดังนั้นเมื่อเพลี้ยแป้งได้รับสัมผัสสารออกฤทธิ์จากสารสกัดจากพืชจึงทำให้เดินออกห่างหรือเดินหนีไปได้

สรุป

สารสกัดจากพืชสมุนไพร จำนวน 14 ชนิด ที่นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดและขับไล่เพลี้ยแป้งน้อยหน่า ที่สกัดด้วยตัวทำละลายที่แตกต่างกัน (น้ำและเอทิลแอลกอฮอล์) นั้น โดยสารสกัดใบน้อยหน่าและใบยาสูบมีฤทธิ์ในการกำจัดเพลี้ยแป้งน้อยหน่ามากที่สุดเมื่อสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ ในขณะที่สารสกัดจากใบชะพลูและใบน้อยหน่ามีฤทธิ์ในการขับไล่เพลี้ยแป้งมากที่สุด ดังนั้นทั้งสารสกัดจากใบชะพลู ใบยาสูบ และใบน้อยหน่า จึงมีความเหมาะสมในการนำมาใช้ป้องกันกำจัดเพลี้ยแป้งน้อยหน่ามากที่สุด ซึ่งจะเป็นแนวทางในการนำไปใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชในสภาพแปลงหรือควบคุมแมลงศัตรูชนิดอื่นต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปีงบประมาณ 2562 และขอขอบคุณสาขาเทคโนโลยีการเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ศูนย์กลางนครราชสีมา ที่เอื้ออำนวยความสะดวกสำหรับการดำเนินงาน

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2562. น้อยหน่า: ปีเพาะปลูก 2561. แหล่งข้อมูล: http://production.doae.go.th/. ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2564.

เดือนเพ็ญ วงค์สอน, อรอุมา เกื้อจรูญ, พรนภา บุญถึง และชนิดา เยรัมย์. 2561. การคัดเลือกเชื้อรา *Metarhizium* spp. ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมเพลี้ยแป้งน้อยหน่า (*Dysmicoccus neobrevipes* Beardsley). การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 10. 1- 3 สิงหาคม 2561. โรงแรมเรือรัษฎา อำเภอเมือง จังหวัดตรัง.

บุปผา เหล่าสินชัย และชลิดา อุณหวุฒิ. 2543. เพลี้ยแป้งและเพลี้ยหอยศัตรูพืชที่สำคัญ. กลุ่มงานอนุกรมวิธานกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2540. สารฆ่าแมลง. พิมพ์ครั้งที่ 2. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

อัมพร วิโนทัย. 2553. แตนเบียนเพลี้ยแป้งมันสำปะหลังสีชมพู *Anagylus lopezi* (Hymenoptera: Encyrtidae). กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร: กรุงเทพฯ.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of the American Mosquito Control Association. 3(2): 302-303.

Begum, N., B. Sharma, and R.S. Pandy. 2010. Evaluation of insecticidal efficacy of *Calotropis procera* and *Annona squamosa* ethanol extracts against *Musca domestica*. Journal of Biopesticides. 1: 1-6.

Bonneau, N., L. Baloul, I.B. ba Ndob, F. Sénéjoux, and P. Champy. 2017. The fruit of *Annona squamosa* L. as a source of environmental neurotoxins: from quantification of squamocin to annotation of *Annonaceous acetogenins* by LC–MS/MS analysis. Food Chemistry. 226: 32-40.

Charles, J.G. 2004. Mealybug insecticide resistance management strategy. New Zealand Plant Protection Society (Incorporated). Available: https://resistance.nzpps.org/index.php?p=insecticides/mealybug. Accessed Jul. 9, 2020.

Chaubey, M.K. 2012. Responses of *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) and *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) against essential oils and pure compounds. Herba Polonica. 58: 33-45.

Chieng, T.C., Z.B. Assim, and B.A. Fasihuddin. 2008. Toxicity and antitermite activities of the essential oils from *Piper sarmentosum*. The Malaysian Journal of Analytical Sciences. 12: 234–239.

Colom, O.A., A. Salvatore, E. Willink, R. Ordóñez, M.I. Isla, A. Neske, and A. Bardon. 2010. Insecticidal, mutagenic and genotoxic evaluation of *Annonaceous acetogenins*. Natural Product Communications. 5(3): 391-394.

Costa, S.M., S.O. Paula, G.F. Martins, J.C. Zanuncio, and A.E.G. Santana. 2016. Multiple modes of action of the squamocin in the midgut cells of *Aedes aegypti* larvae. PLoS One. 11(8): e0160928.

Curry, C. 2015. *Dysmicoccus neobrevipes* (grey pineapple mealybug). Available: https://www.cabi.org/isc/datasheet/20251. Accessed Jul. 9, 2020.

Degu, S., A. Berihun, R. Muluye, H. Gemeda, E. Debebe, A. Amano, A. Abebe, S. Woldkidan, and A. Tadele. 2020. Medicinal plants that used as repellent, insecticide and larvicide in Ethiopia. Pharmacy and Pharmacology International Journal. 8(5): 274-283.

Fabrick, J.A., A.J. Yool, and D.W. Spurgeon. 2020. Insecticidal activity of marigold *Tagetes patula* plants and foliar extracts against the hemipteran pests, *Lygus hesperus* and *Bemisia tabaci*. PLoS ONE 15(5): e0233511.

FitzGerald, V.C.C., M.P. Hill, S.D. Moore, and J.T. Dames. 2016. Screening of entomopathogenic fungi against citrus mealybug, *Plannococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae). African Entomology. 24(2): 343-351.

George, A., R. Broadley, D. Hutton, S. Redpath, G. Bignell, B. Nissen, Dd. Bruun, and G. Waite. 2015. Integrated pest and disease management manual for custard apple. Queensland Department of Agriculture and Fisheries, Maroochy Research Facility. Australia.

Le Rü, B., S. Renard, M.-R. Allo, J. Le Lannic, and J.P. Rolland. 1995. Antennal sensilla and their possible functions in the host-plant selection behaviour of *Phenacoccus manihoti* (Matile-Ferrero) (Homoptera: Pseudococcidae). International Journal of Insect Morphology and Embryology. 24(4): 375–389.

Lee, M.Y. 2018. Essential oils as repellents against arthropods. BioMed Research International. 2018(6860271): 1-9.

Majeed, M.Z., M.I. Nawaz, R.R. Khan, U. Frooq, and C.-S. Ma. 2018. Insecticidal effects of acetone, ethanol and aqueous extracts of *Azadirachta indica* (A. Juss), *Citrus aurantium* (L.), *Citrus sinensis* (L.) and *Eucalyptus camaldulensis* (Dehnh.) against mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae). Tropical and Subtropical Agroecosystems. 21: 421-430.

Mar, K.M. 2019. Bioefficacy of *Annona squamosa* L. leaf extracts against mealy bug *Phenacoccus Solenopsis* Tinsley, 1898. International Journal of Agriculture and Agribusiness. 2(2): 143-149.

Maruthadurai, R., and V. Karuppaiah. 2014. Managing menace of insect pests on custard apple. Popular Kheti. 2(3): 108-111.

Miah, Md N.A., Md R.U. Miah, Md M. Hossain, and Md E. Haque. 2018. Insecticidal effects of cattle urine and indigenous plant extracts against sugarcane mealybugs. American Journal of Zoology. 1(2): 35-39.

Moawad, S. S., and A. M. F. Al-Barty. 2011. Evaluation of some medicinal and ornamental plant extracts toward pomegranate aphid, *Aphis punicae* (Passerini) under laboratory conditions. African Journal of Agricultural Research. 6(10): 2425-2429.

Mondal, P., S. Biswas, K. Pal, and D.P. Ray. 2018. *Annona squamosa* as a potential botanical insecticide for agricultural domains: A review. International Journal of Bioresource Science Citation: 5(1): 81-89.

Moore, S.J., and A.D., Langlet. 2004. An overview of plants used as insect repellents. pp. 343-363. In M. Willcox, G. Bodekwr, and P. Rasoanaivo, (eds.). Traditional Medicinal Plants and Malaria. CRC Press LLC.

Prishanthini, M., and M. Vinobaba. 2014. Efficacy of some selected botanical extracts against the cotton mealybug *Phenacoccus solenopsis* (Tinsley) (Hemiptera: Pseudococcidae). International Journal of Scientific and Research Publications. 4(3): 1-6.

Qin, W., S. Huang, C. Li, S. Chen, and Z. Peng. 2010. Biological activity of the essential oil from the leaves of *Piper sarmentosum* Roxb. (Piperaceae) and its chemical constituents on *Brontispa longissima* (Gestro) (Coleoptera: Hispidae). Pesticide Biochemistry and Physiology. 96(3): 132-139.

Rahman, S., S.K. Biswas, N.C. Barman, and T. Ferdous. 2016. Plant extract as selective pesticide for integrated pest management. Biotechnological Research. 2(1): 6-10.

Ribeiroa, L.P., C.M.de Souzab, K.U. Bicalhoc, E.L.L. Baldinb, M.R. Forimc, J.B. Fernandesc, and J.D. Vendramim. 2017. The potential use of Annona (Annonaceae) by products as a source of botanical insecticides. Buletin SEEA. 2: 26-29.

Roonjho, A.R., W.A. Gillani, A. Rasool, N. Akhtar, T. Mahmood, A. Arsalan, M. Afzal, I. Khan, M.A. Ranjha, M. Irfan, and J. Khan. 2013. Repellency effects of different plant extracts to cotton mealybug, tensely (Hemiptera: Pseudococcidae). Pakistan Journal of Agricultural Research. 26(3): 213–219.

Scott, I. M., H. Jensen, R. Nicol, L. Lesage, R. Bradbury, P. SA´Nchez-Vindas, L. Poveda, J.T. Arnason, and B.J.R. Philoge`Ne. 2004. Efficacy of piper (Piperaceae) extracts for control of common home and garden insect pests. Horticulture Entomology. 97(4): 1390-1403.

Sikdar, D.C., S. Kushary, R. Das, and V. Mehta. 2016. Evaluation of effectiveness of ecofriendly bio-pesticide extracted from custard apple seeds on white mealy bugs. International Journal of Technical Research and Applications. 4(2): 17-22.

Sirisena, U.G.A.I., G.W. Watson, K.S. Hemachandra, and H.N.P. Wijayagunasekara. 2013. Mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) species on economically important fruit crops in Sri Lanka. Tropical Agricultural Research. 25(1): 69–82.

Tanwar, R.K., P. Jeyakumar, and D. Monga. 2007. Mealybugs and their management. National Centre for Integrated Pest Management LBS Building, Pusa Campus, New Delhi.

Vanichpakorn, P., M. Klakong, A. Chaipet, and Y. Vanichpakorn. 2017. Evaluation of *Piper sarmentosum* leaf powders as seed protectant against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) in stored rice. Agricultural Technology and Biological Sciences. 14(7): 597-606.

Xiang, C.P., Y.N. Shi, F.F. Liu, H.Z. Lia, Y.J. Zhangb, C.R. Yangb, and M. Xua. 2016. A survey of the chemical compounds of *Piper* spp. (Piperaceae) and their biological activities. Natural Product Communications. 11(9): 1403-1408.

Zaman, K., and K. Pathak. 2013. Pharmacognostical and phytochemical studies on the leaf and stem bark of *Annona reticulata* Linn. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 1: 1-7.

Zoubiri, S., and A. Baaliouamer. 2014. Potentiality of plants as source of insecticideprinciples. Journal of Saudi Chemical Society. 18: 925–938.