ประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรในการเป็นสารล่อเพื่อควบคุมมอดยาสูบ
Efficacy of Herbal Plants as Insect Attractant to Control Tobacco Beetle, *Lasioderma serricorne* F.

วชิราภรณ์ ฟูนัน[1*] อัญชลี นิลสุวรรณ[1] เบญจวรรณ เข็มทอง[1] และธงชัย ขำมี[2]
Wachiraporn Phoonan[1*] Unchalee Ninsuwan[1] Benchawan Khemthong[1] and Thongchai Khammee[2]

บทคัดย่อ

มอดยาสูบเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่สำคัญทางเศรษฐกิจของผลิตภัณฑ์ใบยาสูบ เครื่องเทศ ผลิตภัณฑ์ที่มาจากพืช และตัวอย่างสัตว์ในพิพิธภัณฑ์ การควบคุมมอดยาสูบมักใช้กับดักที่มีสารล่อในการตรวจสอบจำนวนประชากรในโรงเก็บเพื่อหาวิธีการควบคุมที่เหมาะสมและปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบ พืชสมุนไพรที่เป็นพืชอาหารของมอดยาสูบจำนวน 15 ชนิด ได้แก่ เมล็ดพริกไทยดำ ดอกพิกุล รากโสมไทย ดอกปีบ ใบลูกใต้ใบ ฝักคูน ต้นหญ้าดอกขาว ผลมะขามป้อม ใบหม่อน ฝักกัลปพฤกษ์ ดอกกระเจี๊ยบแดง ใบชุมเห็ดเทศ ใบหญ้าหวาน ใบยาสูบ และเหง้าขมิ้นชัน ถูกนำมาทดสอบด้วยอุปกรณ์ทดสอบแบบสี่ตัวเลือก (4-choice olfactometer) ผลการทดสอบพบว่า พืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบได้ดีที่สุดคือ ใบยาสูบ รองลงมาคือ ฝักกัลปพฤกษ์ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบทั้งสองชนิดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-เฟลมไอออไนเซชัน (GC-FID) พบ *β*-caryophyllene และ phenylpropyl *n*-valerate เป็นองค์ประกอบหลักในสารสกัดจากใบยาสูบ และจากฝักกัลปพฤกษ์ ตามลำดับ องค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ที่พบในสารสกัดของพืชสมุนไพรทั้งสองชนิดเป็นองค์ประกอบทางเคมีในกลุ่มเอสเทอร์ โดยมีสารประกอบ 3 ชนิด คือ (*Z*)-2-hexenal isoeugenol และ phenylpropyl *n*-valerate เป็นองค์ประกอบร่วมที่พบในพืชสมุนไพรทั้งสองชนิด ซึ่งสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาเป็นสารล่อมอดยาสูบในโรงเก็บได้

คำสำคัญ: มอดยาสูบ กัลปพฤกษ์ สารดึงดูด พฤติกรรมการตอบสนอง สารระเหย

[1] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
[2] สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
[*] Corresponding author e-mail: wachiraporn@pnru.ac.th

Received: 24 February 2022, Revised: 19 March 2022, Accepted: 24 March 2022

Abstract

The tobacco beetle, *Lasoderma serricorne* Fabricius, is an economic important storage insect pest of tobacco products, spices, plant products and animal specimens in museum. It can be controlled using attractant traps to monitor its population in stores and then use the suitable control methods which safe for users and consumers. This research aims to study the efficacy of herbal plants that have an attraction property to tobacco beetle and compare the chemical constituents of the active plants. The 15 food plant products of the beetle were *Piper nigrum* L. (seeds), *Mimusops elengi* L. (flowers), *Talinum paniculatum* Gaertn. (roots), *Millingtonia hortensis* L.f. (flowers), *Phyllanthus amarus* Schum & Thonn. (leaves), *Cassia fistula* L. (pods), *Vernonia cinerea* (L.) Less. (whole plant), *P. emblica* L. (fruits), *Morus alba* L. (leaves), *C. bakeriana* Craib (pods), *Hibiscus sabdariffa* L. (flowers), *Senna alata* (L.) Roxb. (leaves), *Stevia rebaudiana* (Bertoni) (leaves), *Nicotiana tabacum* L. (leaves) and *Curcuma longa* L. (rhizomes). They were tested the attraction activity by 4–Choice olfactometer. The results indicate that the highest attraction is *N. tabacum* leaves, following by *C. bakeriana* pods. Gas chromatography-flame ionization (GC-FID) analysis of two plants revealed that *β*-caryophyllene and phenylpropyl *n*-valerate being the major constituents of *N. tabacum* leave and *C. bakeriana* pod extracts, respectively. The most abundant compounds in those two extracts were esters. The (*Z*)-2-hexenal, isoeugenol and phenylpropyl *n*-valerate were discovered to be co-constituents in both herbal plants which could be further study and develop as an attractant for tobacco beetle in the stores.

Keywords: Tobacco beetle, Pink cassia, Attractants, Response behavior, Volatiles

บทนำ

มอดยาสูบ (Tobacco beetle, *Lasoderma serricorne* Fabricius) เป็นแมลงปีกแข็งขนาดเล็ก อยู่ในวงศ์ Anobiidae อันดับ Coleoptera แมลงชนิดนี้เป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บหลายชนิดทั้งผลิตภัณฑ์จากพืชและสัตว์ เช่น ใบยาสูบ เครื่องเทศ สมุนไพรอบแห้ง ข้าวและผลิตภัณฑ์จากข้าว ดอกไม้แห้ง กาแฟ โกโก้ พริกแห้ง พริกไทย ปลาแห้ง หรือสัตว์อบแห้ง นอกจากนั้นยังสามารถทำลายซากพืชและซากสัตว์ที่เก็บรักษาไว้ในคลังแห้งของพิพิธภัณฑ์ต่าง ๆ จึงทำให้แมลงชนิดนี้มีอีกชื่อหนึ่งว่า “มอดผลิตภัณฑ์อบแห้ง” (สุทธิสันต์ และวิโรจน์, 2550) โดยมอดยาสูบเพศเมียจะวางไข่ตามช่องหรือรอยแตกของผลิตภัณฑ์ ไข่จะฟักเป็นตัวหนอนภายในระยะเวลา 6-10 วัน หนอนแรกฟักจะเคลื่อนที่หาช่องหรือรอยแตกเพื่อเข้าไปกัดกินอาหารที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ ตัวหนอนใช้เวลานานถึง 21-28 วัน ก่อนเข้าสู่ระยะดักแด้ ซึ่งระยะนี้เป็นระยะที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์มากที่สุด เนื่องจากตัวหนอนจะกัดกินผลิตภัณฑ์เพื่อเป็น

สารอาหารสำหรับใช้ในการเจริญเติบโตและขับถ่ายออกมา ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นผงที่ปนเปื้อนด้วยคราบตัวอ่อนและมูลที่ตัวหนอนขับถ่ายออกมา หลังจากนั้นตัวหนอนจะเข้าสู่ระยะดักแด้ในปลอกที่ตัวหนอนสร้างขึ้น และกลายเป็นตัวเต็มวัย อายุของมอดยาสูบตัวเต็มวัยมีระยะเวลาประมาณ 25 วัน แต่ไม่ได้เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผลิตภัณฑ์ เนื่องจากตัวเต็มวัยกินอาหารน้อย จะกัดบรรจุภัณฑ์เพื่อบินออกมาผสมพันธุ์และวางไข่ที่แหล่งอาหารใหม่ต่อไป ตัวเต็มวัยสามารถกัดทำลายบรรจุภัณฑ์จำพวกพลาสติก กระดาษ อลูมิเนียมฟอยล์ และกล่องที่ทำด้วยไม้เพื่อเข้าไปวางไข่ได้ ความเสียหายของผลิตภัณฑ์จะเกิดจากการกัดกินของตัวหนอนเป็นหลัก ทำให้อาหารภายในบรรจุภัณฑ์ถูกกัดกินจนเป็นรูพรุน และมักพบเห็นซากของปลอกดักแด้และตัวเต็มวัยที่ตายแล้วอยู่ภายในผลิตภัณฑ์ ทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะ สี และกลิ่นที่เปลี่ยนไปจากเดิม ส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ทำให้สูญเสียทั้งรายได้และเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเผาทำลายและยังทำให้สูญเสียความน่าเชื่อถือ โดยมอดยาสูบเป็นแมลงที่ปรับตัวอยู่ได้ทุกสภาพแวดล้อมและสามารถกินอาหารได้หลายประเภททั้งพืชและสัตว์ มีการแพร่กระจายทั่วโลกผ่านการขนส่งสินค้า จึงทำให้มอดยาสูบเป็นแมลงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากทั้งด้านการนำเข้าและส่งออกสินค้า (Rees, 2004)

การป้องกันกำจัดมอดยาสูบที่นิยมใช้กันมากที่สุด คือ การใช้สารฆ่าแมลงชนิดรม ได้แก่ ฟอสฟีน และเมทิลโบรไมด์ ซึ่งเป็นการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ทุกชนิด แต่การใช้สารรมในกลุ่มนี้ในปริมาณมากโดยเฉพาะเมทิลโบรไมด์ซึ่งถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารก่อมะเร็ง มีความเป็นพิษสูงต่อมนุษย์และยังส่งผลกระทบต่อชั้นโอโซนในบรรยากาศ (Suwanlaong and Phanthumchinda, 2008) นอกจากนั้นยังมีวิธีทางกายภาพอื่น ๆ เช่น การใช้กับดัก (อนุตร และเยาวลักษณ์, 2557) การใช้โอโซน (ภูษณิศา, 2553) การใช้คลื่นวิทยุ (ปรมินทร์, 2559) การควบคุมอุณหภูมิ (ภาวินี และคณะ, 2560) เป็นต้น การควบคุมปริมาณมอดยาสูบให้มีประสิทธิภาพควรใช้วิธีผสมผสาน (integrated pest management) และควรมีการตรวจสอบจำนวนประชากรของมอดยาสูบในโรงเก็บอยู่เสมอ หากพบตัวเต็มวัยควรรีบหาวิธีในการกำจัดที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการตรวจสอบประชากรมอดยาสูบในโรงเก็บมักใช้กับดักฟีโรโมนเพศเพื่อล่อมอดยาสูบให้มาติดที่กาวเหนียว แต่เนื่องจากกับดักฟีโรโมนต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศและสามารถล่อมอดยาสูบได้เพียงเพศผู้เพศเดียว การพัฒนาสารล่อที่เป็นสารระเหยจากอาหารของมอดยาสูบเอง น่าจะนำมาใช้เพิ่มประสิทธิภาพของกับดักฟีโรโมนโดยการใช้ร่วมกับสารล่อฟีโรโมนหรืออาจใช้ทดแทนสารล่อฟีโรโมนได้ ซึ่งสารล่ออาหาร (food attractants) สามารถดึงดูดมอดยาสูบได้ทั้งสองเพศ

งานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่ามอดยาสูบมีการตอบสนองต่อกลิ่นของพืชอาหารได้หลากหลาย Hori *et al.* (2011) พบว่าความสามารถในการดึงดูด การวางไข่ และอัตราการรอดของไข่ถึงตัวเต็มวัยในผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บที่เป็นพืชอาหารของมอดยาสูบมีความแตกต่างกัน โดยใบยาสูบ โกโก้ แป้งถั่วเหลือง ชาดำ และแป้งสาลี สามารถดึงดูดมอดยาสูบได้ มอดยาสูบมีอัตราการวางไข่ในผงกาแฟมากที่สุด รองลงมาคือ โกโก้ แต่อัตราการฟักออกเป็นตัวต่ำกว่าในข้าวและใบยาสูบ Guarino *et al.* (2021) ชี้ให้เห็นว่าพริกต่างชนิดให้ค่าการดึงดูดมอดยาสูบที่ต่างกัน โดยพริกชนิด *Capsicum annuum* และ *C. frutescens* สามารถดึงดูดมอดยาสูบได้ดีกว่า *C. chinense* ซึ่งมีสารสำคัญ α-ionone และ β-ionone เป็นองค์ประกอบในพริกที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบ เช่นเดียวกับ Phoonan *et al.* (2014) ที่พบว่ามอดยาสูบเลือกเข้าหาชาใบหม่อนมากกว่าใบยาสูบ ซึ่งจากการวิเคราะห์องค์ประกอบ

สารระเหยจากชาใบหม่อนพบ *β*-ionone phytol และ methyl palmitate เป็นองค์ประกอบหลัก ดังนั้นการค้นหาพืชอาหารของมอดยาสูบที่มีคุณสมบัติเป็นสารล่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกับดักสำหรับมอดยาสูบในโรงเก็บผลิตภัณฑ์พืชและสัตว์อบแห้งของประเทศไทย จะทำให้การควบคุมมอดยาสูบในโรงเก็บมีประสิทธิภาพและสามารถควบคุมประชากรมอดยาสูบได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นในการดึงดูดมอดยาสูบของพืชสมุนไพรแห้ง และวิเคราะห์หาสารระเหยง่ายที่เป็นองค์ประกอบในพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบ เพื่อนำไปพัฒนาเป็นสารล่อในกับดักมอดยาสูบสำหรับผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเลี้ยงมอดยาสูบ

มอดยาสูบได้รับความอนุเคราะห์จากกองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลการเกษตร กรมวิชาการเกษตร นำมาขยายพันธุ์ โดยนำตัวเต็มวัยที่เพิ่งออกจากดักแด้จำนวนประมาณ 100 ตัว ใส่ลงในอาหารเลี้ยงที่มีส่วนผสมของข้าวสาลี แป้งสาลี ข้าวโอ๊ต และยีสต์ (อัตราส่วน 100 : 60 : 39 : 1) (ดัดแปลงจาก Hagstrum and Subramanyam, 2006) ปริมาณ 100 กรัม ในขวดแก้วปากกว้างขนาด 24 ออนซ์ ปิดปากขวดด้วยกระดาษร้อยปอนด์ วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 60±10 เปอร์เซ็นต์ ช่วงแสง 12 : 12 ชั่วโมง (มืด : สว่าง) เมื่อมอดยาสูบวางไข่ในอาหารเลี้ยง จะกลายเป็นตัวหนอนและดักแด้ภายในอาหารเลี้ยง รอจนกระทั่งตัวเต็มวัยออกมาจากดักแด้อายุ 4-5 วัน จึงนำมาทดสอบต่อไป

2. การเตรียมพืชสมุนไพร

พืชสมุนไพรทั้ง 15 ชนิด คือ เมล็ดพริกไทยดำ ดอกพิกุล รากโสมไทย ดอกปีบ ใบลูกใต้ใบ ฝักคูน ต้นหญ้าดอกขาว ผลมะขามป้อม ใบหม่อน ฝักกัลปพฤกษ์ ดอกกระเจี๊ยบแดง ใบชุมเห็ดเทศ ใบหญ้าหวาน ใบยาสูบ และเหง้าขมิ้นชัน ผ่านการตรวจสอบชนิดโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านพฤกษศาสตร์ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร นำมาทำให้แห้งโดยการอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แล้วนำมาบดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 เมช (mesh) เพื่อให้ผงพืชมีขนาดใกล้เคียงกัน ชั่งน้ำหนัก แล้วเก็บในโหลแก้วดูดความชื้นเพื่อรอนำไปทดสอบต่อไป

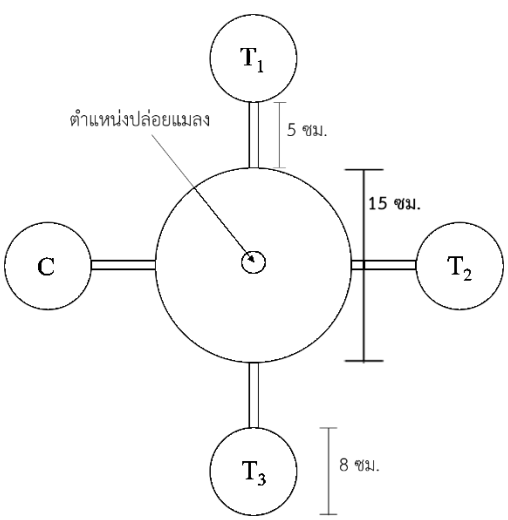
3. การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นในการดึงดูดมอดยาสูบของพืชสมุนไพร

การทดสอบประสิทธิภาพในการดึงดูดมอดยาสูบของพืชสมุนไพรจำนวน 15 ชนิด โดยใช้ชุดทดสอบแบบสี่ตัวเลือก (4-choice olfactometer) ซึ่งดัดแปลงมาจาก van Emden *et al.* (2018) ประกอบด้วยส่วนที่เป็นถ้วยกลาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ลึก 5 เซนติเมตร มีช่องสำหรับปล่อยแมลงทดสอบตรงกลางถ้วย ถ้วยกลางเชื่อมต่อกับส่วนถ้วยทดสอบ (ขนาด 8 เซนติเมตร ลึก 10 เซนติเมตร) ด้วยท่อขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ยาว 5 เซนติเมตร) จำนวน 4 ด้านในแนวรัศมี (ภาพที่ 1) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ การทดสอบใช้มอดยาสูบตัวเต็มวัยที่มีอายุ 4-5 วัน จำนวน 50 ตัว ต่อหนึ่งซ้ำ โดยในหนึ่งชุดทดสอบประกอบด้วยสิ่งทดสอบ คือ พืชสมุนไพรแห้งบดปริมาณ 1 กรัม จำนวน 3 ตัวเลือก และชุดควบคุมที่ไม่ใส่พืชสมุนไพรจำนวน 1 ตัวเลือก ทำการอด

อาหารแมลงก่อนทดสอบ 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นปล่อยแมลงทดสอบลงในถ้วยกลาง ปิดฝาทั้งส่วนถ้วยกลางและถ้วยทดสอบ วางไว้ในที่สภาวะมืด ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำมานับจำนวนมอดที่อยู่ในส่วนถ้วยทดสอบแต่ละถ้วย จำนวนมอดยาสูบในถ้วยทดสอบทั้งชุดทดลองและชุดควบคุมนำมาคำนวณค่าดัชนีการดึงดูดมอดยาสูบของพืชสมุนไพรแต่ละชนิด โดยใช้สูตรที่ดัดแปลงมาจาก Lin *et al.* (2016) ดังสมการ

$$\text{attraction index (AI)} = \frac{N_{test} - n_{control}}{N_{test} + n_{control}}$$

โดยที่ N_{test} หมายถึง จำนวนมอดยาสูบในถ้วยทดสอบของสมุนไพรแต่ละชนิด และ $n_{control}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของจำนวนมอดยาสูบในถ้วยที่เป็นชุดควบคุม ค่าดัชนีการดึงดูดที่ได้จะมีค่าอยู่ระหว่าง +1 และ -1 หากค่าดัชนีการดึงดูดเป็นค่าบวก หมายความว่า พืชสมุนไพรนั้นมีคุณสมบัติการดึงดูดมอดยาสูบ หากค่าดัชนีการดึงดูดเป็นค่าลบ หมายความว่า พืชสมุนไพรนั้นมีคุณสมบัติในการขับไล่มอดยาสูบ



ภาพที่ 1 ส่วนประกอบของชุดทดสอบแบบสี่ตัวเลือก

4. การสกัดน้ำมันระเหยง่ายของพืชสมุนไพรตัวอย่างด้วยตัวทำละลาย

นำพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบมากที่สุด 3 อันดับ แบ่งออกเป็น 3 ซ้ำ มาชั่งน้ำหนัก ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ สกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน (hexane) ในอัตราส่วน 4 เท่าของน้ำหนักพืช ผสมให้เข้ากัน และเขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ต่อจากนั้นนำมากรองด้วยกระดาษกรอง (Whatman เบอร์ 1) แล้วนำไประเหยเพื่อเอาตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องกลั่นระเหยสารสุญญากาศ ชั่งน้ำหนักสารสกัดพืชที่ได้แต่ละชนิด บันทึกผล เก็บในขวดสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป การคำนวณร้อยละของน้ำมันระเหยง่ายในตัวอย่างคำนวณจากน้ำหนักแห้งโดยใช้สมการที่ดัดแปลงจาก สายใจ (2561) ดังสมการ

$$\text{ร้อยละของน้ำมันระเหยง่าย} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันระเหยง่าย} \times 100}{\text{น้ำหนักพืชแห้ง}}$$

5. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-เฟลมไอออไนเซชัน (GC-FID)

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ชั่งสารสกัดพืชแต่ละชนิดปริมาณ 0.05 กรัม ใส่ลงในหลอดเซนทริฟิวจ์ขนาด 1 มิลลิลิตร ละลายสารสกัดด้วยตัวทำละลายเอทธิลอะซีเตท (ethyl acetate) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมสาร แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง GC-FID โดยใช้ชนิดของแก๊สตัวพา คือ ฮีเลียม (99.99%, TIG, Thailand) ชนิดของคอลัมน์ คือ DB-Wax (60 เมตร × 0.25 มิลลิเมตร i.d. × 0.25 ไมโครเมตร film thickness) อัตราการไหลเท่ากับ 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นที่ 60 องศาเซลเซียส จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิในอัตรา 3 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 246 องศาเซลเซียส อุณหภูมิบริเวณที่ฉีดตัวอย่างของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี 250 องศาเซลเซียส อุณหภูมิ เฟลมไอออไนเซชัน 250 องศาเซลเซียส

6. การคำนวณค่า linear retention indices (LRI)

ค่า linear retention indices (LRI) เป็นค่าเวลาที่สารแต่ละชนิดเคลื่อนผ่านคอลัมน์โดยเทียบกับอะตอมของคาร์บอนในแอลเคนซีรีย์ (C8-C20, 04070, Sigma-Aldrich, USA) คำนวณได้จากสูตร ดังสมการ

$$LRI = 100 \times \frac{t-t_n}{t_{n+1}-t_n} + n$$

โดยที่ t คือ เวลาที่สารประกอบแต่ละชนิดเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ (retention time)

n คือ จำนวนอะตอมของคาร์บอนที่มีแอลเคน

n+1 คือ จำนวนอะตอมของคาร์บอนหลังแอลเคน

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลด้วยโปรแกรม Microsoft excel และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนโดยใช้ one way anova และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี duncan's multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 24

ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพการดึงดูดมอดยาสูบของพืชสมุนไพร

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการดึงดูดมอดยาสูบของพืชสมุนไพรทั้ง 15 ชนิด ด้วยชุดทดสอบแบบสี่ตัวเลือก (ตารางที่ 1) พบว่าพืชสมุนไพรทุกชนิดให้ค่าดัชนีการดึงดูดมอดยาสูบเป็นบวก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.18-0.81 โดยที่ใบยาสูบแสดงคุณสมบัติการดึงดูดมอดยาสูบมากที่สุด รองลงมาคือ ฝักกัลปพฤกษ์ รากโสมไทย ใบลูกใต้ใบ หญ้าหวาน ดอกปีป เมล็ดพริกไทยดำ ใบหม่อน ดอกพิกุล ใบชุมเห็ดเทศ ฝักคูน ผลมะขามป้อม เห้าขมิ้นชัน และต้นหญ้าดอกขาว ตามลำดับ โดยใบยาสูบให้ค่าดัชนีการดึงดูดมอดยาสูบมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.81±0.01 (ค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 95)

ในขณะที่ฝักกัลปพฤกษ์ให้ค่าดัชนีการดึงดูดมอดยาสูบสูงรองลงมาที่ค่า 0.80±0.04 แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับใบยาสูบ ส่วนรากโสมไทย ใบลูกใต้ใบ หญ้าหวาน และดอกปีป ให้ค่าการดึงดูดมอดยาสูบสูงไม่แตกต่างกันที่ค่า 0.77±0.02 0.76±0.02 0.75±0.02 และ 0.75±0.01 ตามลำดับ สำหรับเมล็ดพริกไทยดำ ใบหม่อน ดอกพิกุล ใบชุมเห็ดเทศ ฝักคูน ผลมะขามป้อม ดอกกระเจี๊ยบแดง เหง้าขมิ้นชัน และต้นหญ้าดอกขาว ให้ค่าดัชนีการดึงดูดเท่ากับ 0.70±0.08 0.66±0.21 0.62±0.14 0.55±0.18 0.50±0.10 0.43±0.03 0.37±0.04 0.18±0.30 และ 0.18±0.14 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าดัชนีการดึงดูดมอดยาสูบของพืชสมุนไพร 15 ชนิด (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ลำดับ	พืชสมุนไพร			ดัชนีการดึงดูด*
	ชื่อทั่วไป	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่ใช้	
1	พริกไทยดำ	*Piper nigrum* L.	เมล็ด	0.70±0.08^{abc}
2	พิกุล	*Mimusops elengi* L.	ดอก	0.62±0.14^{abcd}
3	โสมไทย	*Talinum paniculatum* Gaertn.	ราก	0.77±0.02^{ab}
4	ปีป	*Millingtonia hortensis* L.f.	ดอก	0.75±0.01^{ab}
5	ลูกใต้ใบ	*Phyllanthus amarus* Schum & Thonn.	ใบ	0.76±0.02^{ab}
6	คูน	*Cassia fistula* L.	ฝัก	0.50±0.10^{cde}
7	หญ้าดอกขาว	*Vernonia cinerea* (L.) Less.	ทั้งต้น	0.18±0.14^{f}
8	มะขามป้อม	*P. emblica* L.	ผล	0.43±0.03^{de}
9	หม่อน	*Morus alba* L.	ใบ	0.66±0.21^{abcd}
10	กัลปพฤกษ์	*C. bakeriana* Craib	ฝัก	0.80±0.04^{ab}
11	กระเจี๊ยบแดง	*Hibiscus sabdariffa* L.	ดอก	0.37±0.04^{ef}
12	ชุมเห็ดเทศ	*Senna alata* (L.) Roxb.	ใบ	0.55±0.18^{bcde}
13	หญ้าหวาน	*Stevia rebaudiana* Bertoni	ใบ	0.75±0.02^{ab}
14	ยาสูบ	*Nicotiana tabacum* L.	ใบ	0.81±0.01^{a}
15	ขมิ้นชัน	*Curcuma longa* L.	เหง้า	0.18±0.33^{f}

หมายเหตุ - * ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

2. ผลการสกัดสารจากพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบ

จากการนำพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติสูงในการดึงดูดมอดยาสูบ (ค่าดัชนีการดึงดูดตั้งแต่ 0.8) คือ ใบยาสูบ และฝักกัลปพฤกษ์ มาทำการสกัดด้วยตัวทำละลายเฮกเซน พบว่าสารสกัดพืชสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด มีสีเขียวเข้มและสีน้ำตาลเข้มแตกต่างกัน สารสกัดจากใบยาสูบมีเนื้อสารสีเขียวเข้มที่ละเอียดมากกว่าเนื้อสารของฝักกัลปพฤกษ์ซึ่งมีเนื้อสารเป็นสีน้ำตาลเข้ม โดยใบยาสูบมีร้อยละของ

ผลผลิตของสารสกัดหยาบที่ร้อยละ 3.39 และสารสกัดจากฝักกัลปพฤกษ์มีร้อยละของผลผลิตของสารสกัดเท่ากับ 0.56 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ร้อยละของผลผลิตของสารสกัดหยาบจากพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบ

ชนิดพืชสมุนไพร	ร้อยละของผลผลิตของสารสกัดหยาบ	ลักษณะของสารสกัด
1. ใบยาสูบ	3.39±0.53	ของเหลวหนืดสีเขียวเข้ม
2. ฝักกัลปพฤกษ์	0.56±0.00	ของเหลวหนืดสีน้ำตาล

3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบ

จากการนำสารสกัดพืชสมุนไพรทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ใบยาสูบและฝักกัลปพฤกษ์ ไปทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง GC-FID พบว่าในสารสกัดใบยาสูบมีสารที่เป็นองค์ประกอบทางเคมีทั้งหมด 11 ชนิด องค์ประกอบทางเคมีที่พบปริมาณมากที่สุดในสารสกัดหยาบใบยาสูบ คือ *β*-caryophyllene คิดเป็นร้อยละ 18.93 รองลงมา คือ (*Z*)-3-hexenyl benzoate benzyl benzoate phenylpropyl *n*-valerate geraniol 4-hydroxynonanoic acid lactone (*Z*)-2-hexenal (*E,Z*)-2,6-nonadienal isoeugenol hexadecenoic acid และ *p*-cresol ที่ร้อยละ 17.59 16.60 14.23 11.58 6.49 4.97 4.03 2.23 2.13 และ 1.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 3) ส่วนสารสกัดหยาบของฝักกัลปพฤกษ์พบสารที่เป็นองค์ประกอบทั้งหมด 10 ชนิด โดยพบ phenylpropyl *n*-valerate เป็นองค์ประกอบหลักมากที่สุดร้อยละ 37.01 รองลงมา คือ di-(5-methyl-furyl)-1,2-ethylene isoeugenol (*Z*)-2-hexenal isoamyl nerolate cinnamyl formate 2-ethylhexanoic acid citronellyl crotonate docosene และ *n*-amyl 10-undeccenoate ที่ค่าร้อยละขององค์ประกอบเท่ากับ 14.11 13.33 8.41 7.26 5.82 5.63 3.34 2.61 และ 2.47 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากใบยาสูบที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID

ลำดับ	ชื่อสารประกอบ	retention time (min)	area	ค่า LRI	ร้อยละของสารประกอบ
1	(*Z*)-2-hexenal	5.17	257.02	810	4.97
2	(*E, Z*)-2,6-nonadienal	32.62	208.02	1576	4.03
3	*β*-caryophyllene	33.29	977.93	1594	18.93
4	benzyl benzoate	38.49	857.52	1743	16.60
5	geraniol	41.65	598.52	1839	11.58
6	hexadecenoic acid	45.55	109.81	1963	2.13
7	4-hydroxynonanoic acid lactone	49.56	335.15	2050	6.49
8	*p*-cresol	51.94	63.65	2092	1.23
9	(*Z*)-3-hexenyl benzoate	53.67	908.85	2124	17.59

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อสารประกอบ	retention time (min)	area	ค่า LRI	ร้อยละของสารประกอบ
10	phenylpropyl *n*-valerate	56.81	735.52	2183	14.23
11	isoeugenol	56.97	115.32	2186	2.23

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากฝักกัลปพฤกษ์ที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID

ลำดับ	ชื่อสารประกอบ	retention time (min)	area	ค่า LRI	ร้อยละของสารประกอบ
1	(*Z*)-2-hexenal	5.18	505.94	811	8.41
2	isoamyl nerolate	33.55	436.71	1601	7.26
3	citronellyl crotonate	44.50	200.56	1929	3.34
4	2-ethylhexanoic acid	45.62	338.71	1965	5.63
5	*n*-amyl 10-undeccenoate	49.72	148.75	2053	2.47
6	cinnamyl formate	51.99	349.8	2093	5.82
7	phenylpropyl *n*-valerate	56.86	2225.12	2184	37.01
8	isoeugenol	57.03	801.74	2187	13.33
9	di-(5-methyl-furyl)-1,2-ethylene	57.15	848.72	2189	14.11
10	docosene	57.52	156.96	2196	2.61

4. การเปรียบเทียบองค์ประกอบของสารสกัดจากใบยาสูบและฝักกัลปพฤกษ์

เมื่อเปรียบเทียบความเหมือนกันขององค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากใบยาสูบและฝักกัลปพฤกษ์ พบว่ารูปแบบขององค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดฝักกัลปพฤกษ์แตกต่างจากรูปแบบองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดใบยาสูบ และพบว่ามีสารประกอบ 3 ชนิด คือ (*Z*)-2-hexenal isoeugenol และ phenylpropyl *n*-valerate ที่พบในพืชสมุนไพรทั้งสองชนิด และจากสารประกอบทั้ง 18 ชนิด ที่พบในพืชทั้ง 2 ชนิด สามารถจำแนกออกได้เป็น 7 กลุ่ม ได้แก่ สารประกอบกรดคาร์บอกซิลิก (carboxylic acid) คีโตน (ketone) แอลดีไฮด์ (aldehyde) แอลกอฮอล์ (alcohol) เอสเทอร์ (ester) เทอร์ปีน (terpene) และแอลคีน (alkene) พบว่าในสารประกอบส่วนใหญ่ที่พบเป็นสารประกอบกลุ่มเอสเทอร์มีทั้งหมด 7 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 38.88 ได้แก่ isoamyl nerolate benzyl benzoate citronellyl crotonate *n*-amyl 10-undeccenoate cinnamyl formate (*Z*)-3-hexenyl benzoate และ phenylpropyl *n*-valerate รองลงมาคือกลุ่มแอลกอฮอล์มีทั้งหมด 3 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 16.67 ได้แก่ isoeugenol geraniol *p*-cresol และ isoeugenol สารประกอบกลุ่มกรดคาร์บอกซิลิก ได้แก่ hexadecanoic acid และ 2-ethylhexanoic acid สารประกอบในกลุ่มแอลดีไฮด์ ได้แก่ (*Z*)-2-hexenal และ (*E,Z*)-2,6-nonadienal และกลุ่มสารประกอบแอลคีน ได้แก่ docosene และ di-(5-methyl-furyl)-1,2-ethylene มีจำนวนสารประกอบเท่ากันคือ 2 ชนิด คิดเป็น

ร้อยละ 11.11 ตามลำดับ และกลุ่มคีโตน คือ 4-hydroxynonanoic acid lactone และกลุ่มเทอร์ปีน ได้แก่ *β*-caryophyllene มีกลุ่มละ 1 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 5.56 (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีที่พบในสารสกัดใบยาสูบและฝักกัลปพฤกษ์

ลำดับ	ชื่อสารประกอบ	ใบยาสูบ	ฝักกัลปพฤกษ์
สารประกอบกรดคาร์บอกซิลิก			
1	hexadecanoic acid	2.13	-
2	2-ethylhexanoic acid	-	5.63
สารประกอบคีโตน			
3	4-hydroxynonanoic acid, lactone	6.49	-
สารประกอบแอลดีไฮด์			
4	(*Z*)-2-hexenal	4.97	8.41
5	(*E,Z*)-2,6-nonadienal	4.03	-
สารประกอบแอลกอฮอล์			
6	isoeugenol	2.23	13.33
7	geraniol	11.58	-
8	*p*-cresol	1.23	-
สารประกอบเอสเทอร์			
9	isoamyl nerolate	-	7.26
10	benzyl benzoate	16.60	-
11	citronellyl crotonate	-	3.34
12	*n*-amyl 10-undeccenoate	-	2.47
13	cinnamyl formate	-	5.82
14	(*Z*)-3-hexenyl benzoate	17.59	-
15	phenylpropyl *n*-valerate	14.23	37.01
สารประกอบเทอร์ปีน			
16	*β*-caryophyllene	18.93	-
สารประกอบแอลคีน			
17	docosene	-	2.61
18	di-(5-methyl-furyl)-1,2-ethylene	-	14.11

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรในการดึงดูดมอดยาสูบ พบว่าใบยาสูบให้ค่าคุณสมบัติการดึงดูดมากที่สุด ซึ่งในการทดลองนี้ ใบยาสูบจัดว่าเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้นำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับพืชสมุนไพรชนิดอื่น เนื่องจากมอดยาสูบเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บชนิดหนึ่งที่สามารถกินอาหารประเภทอาหารแห้งในโรงเก็บได้หลากหลาย และพบครั้งแรกในโรงเก็บใบยาสูบ

(Hill, 2012) จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้มอดยาสูบชอบใบยาสูบซึ่งอาจเป็นอาหารหลักมากกว่าพืชอาหารชนิดอื่น แต่ผลการศึกษาแตกต่างจากรายงานของ Phoonan *et al.* (2014) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของพืชอาหารมอดยาสูบ 30 ชนิด โดยใช้อุปกรณ์ทดสอบแบบกับดักหลุมสองตัวเลือก (2-choice pitfall trap) ซึ่งพบว่ามีพืชทดสอบที่เหมือนกับการศึกษาครั้งนี้จำนวน 4 ชนิด คือ ชาใบหม่อน พริกไทยป่น ผงขมิ้นชัน และใบยาสูบ ซึ่งรายงานของ Phoonan *et al.* (2014) ได้กล่าวไว้ว่าชาใบหม่อนเป็นสิ่งทดสอบที่ดึงดูดมอดยาสูบได้ดีที่สุด ในขณะที่การศึกษาครั้งนี้พบว่าใบยาสูบเป็นพืชอาหารที่สามารถดึงดูดมอดยาสูบได้สูงที่สุด อาจเนื่องมาจากในการทดลองของ Phoonan *et al.* (2014) ได้ใช้ชาใบหม่อนที่ผ่านกระบวนการผลิตและการบ่มมาแล้ว อาจมีกลิ่นที่แตกต่างจากใบหม่อนแบบสดแห้งบดในการศึกษาครั้งนี้ จึงส่งผลให้การเข้าหาพืชอาหารของมอดยาสูบแตกต่างกัน (Hori *et al.*, 2011) เนื่องจากมอดยาสูบนั้นเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บที่มีความสามารถกินพืชอาหารได้หลายแบบหรือหลายชนิด และจากรายงานของ Phoonan *et al.* (2014) มีการใช้ใบยาสูบที่ต่างยี่ห้อกับในการศึกษาครั้งนี้ โดยรายงานของ Kohno *et al.* (1983) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเข้าทำลายหรือความชอบของมอดยาสูบที่มีผลต่อพืชอาหารและใบยาสูบในแบบต่าง ๆ ซึ่งพบว่ามอดยาสูบชอบเข้าหาใบยาสูบที่ผ่านกระบวนการบ่มหรือทำการเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ๆ มากกว่าพืชยาสูบที่เก็บมาใหม่ นอกจากนี้ Ruengdech *et al.* (2019) ยังได้กล่าวไว้ว่าชาใบหม่อนที่มีบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันหรือมีระยะเวลาเก็บรักษาที่ต่างกันนั้น อาจทำให้มีกลิ่นที่แตกต่างกันออกไป เนื่องจากอุณหภูมิ ความชื้น ทำให้สารประกอบทางเคมีในพืชอาหารเกิดการเปลี่ยนแปลง

ส่วนพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบได้สูงใกล้เคียงกับใบยาสูบในการทดลองนี้ คือ ฝักกัลปพฤกษ์ ซึ่งเป็นฝักแก่ มีรายงานว่าฝักแก่ของพืชในวงศ์ถั่ว (Family Fabaceae) บางชนิด เช่น ฝักแก่ของต้นคารอบ (*Ceratonia siliqua* L.) นอกจากเมล็ดจะมีปริมาณโปรตีนและไขมันสูงแล้ว เนื้อผลยังมีปริมาณน้ำตาลสูงเช่นกัน (Batlle and Tous, 1997) ซึ่งในกระบวนการสลายตัวของสารประกอบประเภทน้ำตาลและไขมันตามธรรมชาติ มักให้สารระเหยที่มีกลิ่นเฉพาะตัว แมลงจะใช้กลิ่นนี้เป็นตัวนำทางเพื่อมายังแหล่งอาหารและวางไข่ ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด (Hori *et al.*, 2011) รายงานของ Saeed *et al.* (2008) พบว่าตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของมอดยาสูบชอบใบยาสูบเวอร์ยิเนียแบบบ่มไอร้อน (flue-cured Virginia) ที่มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และแป้งมากกว่า และจากการสังเกตของผู้วิจัยก่อนหน้านี้พบมอดยาสูบเข้าไปกัดกินและเจริญเติบโตอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่มีฝักกัลปพฤกษ์บดแห้งที่อยู่ภายในห้องปฏิบัติการเคมีที่มีการเก็บสมุนไพรหลายชนิดไว้สำหรับทำการวิจัย ซึ่งจากรายงานก่อนหน้านี้ ยังไม่พบการศึกษาคุณสมบัติของพืชในสกุล *Cassia* ที่มีฤทธิ์ดึงดูดมอดยาสูบ การศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการรายงานครั้งแรกเกี่ยวกับคุณสมบัติที่น่าสนใจของกัลปพฤกษ์ในการพัฒนาเพื่อเป็นสารล่อแมลงในโรงเก็บ

องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดใบยาสูบที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FID พบสารที่เป็นองค์ประกอบมากที่สุด คือ *β*-caryophyllene สอดคล้องกับรายงานของ Fujimori *et al.* (1976) ที่พบสารประกอบชนิดนี้ในใบยาสูบพันธุ์ Burley เช่นเดียวกัน แต่แตกต่างจากรายงานของ Yokoi and Shimada (2017) ที่ผลการศึกษาไม่พบสารประกอบชนิด *β*-caryophyllene ในใบยาสูบ อาจเนื่องมาจากยาสูบที่นำมาทำการทดสอบมีสายพันธุ์ที่ต่างกันหรือมีกรรมวิธีในการผลิตที่แตกต่างกัน จึงทำให้พบองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน (Leffingwell, 2001) ส่วนสารสกัดหยาบของ

ฝักกัลปพฤกษ์พบสารที่เป็นองค์ประกอบทั้งหมด 10 ชนิด ซึ่งมีสาร phenylpropyl *n*-valerate เป็นองค์ประกอบหลักมากที่สุด ซึ่งสารประกอบ phenylpropyl *n*-valerate จัดเป็นสารหอมชนิดเอสเทอร์ที่ให้กลิ่นหอมคล้ายผลไม้ พบในพืชหลายชนิด (Arctander, 2019) ซึ่งพบว่ายังไม่มีรายงานการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในฝักกัลปพฤกษ์

การเปรียบเทียบความเหมือนกันขององค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดจากใบยาสูบและฝักกัลปพฤกษ์ พบรูปแบบองค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดทั้งสองชนิดแตกต่างกัน แต่มีองค์ประกอบทางเคมี 3 ชนิด คือ (*Z*)-2-hexenal isoeugenol และ phenylpropyl *n*-valerate เป็นองค์ประกอบร่วมในพืชสมุนไพรทั้งสองชนิด เป็นไปได้ว่าองค์ประกอบทางเคมีทั้งสามชนิดนี้อาจมีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบได้ การสกัดและทำสารเหล่านี้ให้บริสุทธิ์อาจนำมาใช้เป็นสารล่อมอดยาสูบร่วมกับกับดักฟีโรโมนได้ในอนาคต ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ที่พบเป็นองค์ประกอบในสารสกัดพืชทั้งสองชนิดเป็นสารประกอบกลุ่มเอสเทอร์ ซึ่งจากรายงานของ UCDAVIS (2020) กล่าวไว้ว่าสารประกอบในกลุ่มเอสเทอร์เป็นสารประกอบที่ให้กลิ่นในธรรมชาติเกิดจากการรวมตัวกันของสารประกอบกรดคาร์บอกซิลิกและแอลกอฮอล์ มีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลงให้เข้าหา หลายรายงานก่อนหน้านี้พบว่าสารประกอบกลุ่มนี้มีฤทธิ์ที่ดีในการล่อแมลง เช่น สารประกอบในกลุ่ม tetrahydropyran esters มีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลงสาบจากการทดสอบแบบมีตัวเลือก (Pandey *et al.*, 1994) สารประกอบ ethyl-2,4-decadienoate ที่พบในลูกแพรสามารถใช้เป็นสารล่อผีเสื้อกลางคืนที่เป็นศัตรูแอปเปิลได้ (Toth *et al.*, 2012) นอกจากนี้ยังพบว่าสารประกอบในกลุ่มเอสเทอร์มีคุณสมบัติคล้ายฟีโรโมนรวมกลุ่มที่สามารถดึงดูดแมลงปีกแข็งที่เป็นแมลงศัตรูพืชให้เข้าหาได้ เช่น มอดชนิด *Lyctus africanus* Lesne (Coleoptera: Lyctinae) (Kartika *et al.*, 2015) ด้วงชนิด *Cotinis nitida* L. (Coleoptera: Scarabaeidae) (Johnson *et al.*, 2009) เป็นต้น ซึ่งยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารประกอบทางเคมีที่พบในสารสกัดของพืชสมุนไพรทั้งสองชนิด ที่น่าจะมีศักยภาพเป็นสารล่อเพื่อนำมาใช้ในกับดักสำหรับตรวจสอบหรือควบคุมจำนวนประชากรของมอดยาสูบในโรงเก็บได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาหาประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบ โดยการนำพืชสมุนไพร 15 ชนิด ได้แก่ เมล็ดพริกไทยดำ ดอกพิกุล รากโสมไทย ดอกปีบ ใบลูกใต้ใบ ฝักคูน ต้นหญ้าดอกขาว ผลมะขามป้อม ใบหม่อน ฝักกัลปพฤกษ์ ดอกกระเจี๊ยบแดง ใบชุมเห็ดเทศ ใบหญ้าหวาน ใบยาสูบ และเหง้าขมิ้นชัน ทำการทดสอบด้วยอุปกรณ์ทดสอบแบบสี่ตัวเลือก (4-Choice olfactometer) พบว่าพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบได้ดีที่สุดคือ ใบยาสูบ รองลงมาคือ ฝักกัลปพฤกษ์ ซึ่งค่าดัชนีการดึงดูดใกล้เคียงกันแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ค่า 0.80 ขึ้นไป และเมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารระเหยจากพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติดึงดูดมอดยาสูบทั้งสองชนิดด้วยเครื่อง GC-FID พบสาร *β*-caryophyllene เป็นองค์ประกอบหลักในสารสกัดใบยาสูบ และพบสารประกอบ phenylpropyl *n*-valerate เป็นองค์ประกอบหลักในสารสกัดจากฝักกัลปพฤกษ์ ซึ่งสารประกอบส่วนใหญ่ที่พบในสารสกัดของพืชสมุนไพรทั้งสองชนิดเป็นสารประกอบในกลุ่มเอสเทอร์

โดยมีสารประกอบ 3 ชนิด คือ (*Z*)-2-hexenal isoeugenol และ phenylpropyl *n*-valerate เป็นองค์ประกอบร่วมที่พบในพืชสมุนไพรทั้งสองชนิด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณการสนับสนุนงบประมาณโดยทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ประจำปี 2563 และขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่อำนวยความสะดวกเรื่องอุปกรณ์ เครื่องมือ และห้องปฏิบัติการในการวิจัย จนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ปรมินทร์ กันทะยอม. (2559). *การกำจัดแมลงในใบยาสูบด้วยความถี่วิทยุผ่านแผ่นเพลทขนาดใหญ่.* วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา.

ภาวินี หนูชนะภัย รังสิมา เก่งการพานิช และจารุวรรณ์ รัตนสกุลธรรม. (2560). ระดับอุณหภูมิความร้อนในการควบคุมแมลงศัตรูสมุนไพรอบแห้ง. *วารสารวิชาการเกษตร*, 35(2), 197-208.

ภูษณิศา คำตะนิตย์. (2553). *การควบคุมมอดยาสูบโดยใช้โอโซน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สายใจ แก้วอ่อน. (2561). ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดหยาบดาหลา (*Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith). *วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช*, 37(2), 24-35.

สุทธิสันต์ พิมพะสาลี และวิโรจน์ แก้วเรือง. (2550). มอดยาสูบแมลงศัตรูหมายเลขหนึ่งของชาใบหม่อน. *กสิกร*, 80(3), 104-106.

อนุตร บูรณพานิชพันธุ์ และเยาวลักษณ์ จันทร์บาง. (2557). การเข้าทำลายของมอดเจาะผลกาแฟและประสิทธิภาพของสารล่อเพื่อการควบคุม. *วารสารเกษตร*, 30(3), 223-231.

Arctander, S. (2019). *Perfume and flavor chemicals (aroma chemicals) Vol. 1.* United States: New Jersey LuLu.com.

Batlle, I. and Tous, J. (1997). Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. In Heller, J., Engels, J.M. M. and Hammer, K. (Eds.). *Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops,* pp. 17. Rome: Institute of plant genetics and crop plant research, Gatersleben/International plant genetic resources institute.

Fujimori, T., Kasuga, R., Matsushita, H., Kaneko, H. and Noguchi, M. (1976). Neutral aroma constituents in Burley tobacco. *Agricultural and Biological Chemistry*, 40(2), 303-315.

Guarino, S., Basile, S., Arif, M.A., Manachini, B. and Peri, E. (2021). Odorants of *Capsicum* spp. dried fruits as candidate attractants for *Lasioderma serricorne* F. (Coleoptera: Anobiidae). *Insects,* 12(1), doi: https://doi.org/10.3390/insects12010061.

Hagstrum, D.W. and Subramanyam, B. (2006). Chapter 2-Techniques. In Hagstrum, D.W. and Subramanyam, B. (Eds.). *American associate of cereal chemists international, fundamentals of stored-product entomology*, pp. 23-37. Washington, DC: AACC International Press.

Hill, D.S. (2012). *The economic importance of insects.* Dordrecht: Springer.

Hori, M., Miwa, M. and Iizawa, H. (2011). Host suitability of various stored food products for the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae). *Applied Entomology and Zoology,* 46(4), 463-469.

Johnson, D.T., Lewis, B.A., Bryant, R.J., Liyanage, R., Lay, J.O. and Pszczolkowski, M.A. (2009). Attractants for the green June beetle (Coleoptera: Scarabaeidae). *Journal of Economic Entomology*, 102(6), 2224-2232.

Kartika, T., Shimizu, N. and Yoshimura, T. (2015). Identification of esters as novel aggregation pheromone components produced by the male powder-post beetle, *Lyctus africanus* Lesne (Coleoptera: Lyctinae). *PLoS ONE,* 10(11), doi: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0141799.

Kohno, M., Chuman, T., Kato, K. and Noguchi, M. (1983). The olfactory response of the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* Fabricius, to various host foods and cured tobacco extracts. *Applied Entomology and Zoology,* 18, 401-406.

Leffingwell, J.C. (2001). Chemical constituents of tobacco leaf and differences among tobacco types. *Chemistry Preprint Archive,* 2, 173-232.

Lin, C.C., Riabinina, O. and Potter, C.J. (2016). Olfactory behaviors assayed by computer tracking of *Drosophila* in a four-quadrant olfactometer. *Journal of Visualized Experiments*, 20(114), doi: https://doi.org/10.3791/54346.

Pandey, K.S., Rao, K.M. and Vaidyanathaswamy, R. (1994). Tetrahydropyran esters as new attractants for cockroaches. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry,* 58(4), 647-651.

Phoonan, W., Deowanish, S. and Chavasiri, W. (2014). Food attractant from mulberry leaf tea and its main volatile compounds for the biocontrol of *Lasioderma serricone* F. (Coleoptera: Anobiidae). *Journal of Stored Products Research*, 59, 299-305.

Rees, D. (2004). *Insects of Stored Products*. Melbourne: CSIRO Publishing.

Ruengdech, A., Siripatrawan, U., Limbo, S., Benedetti, S. and Buratti, S. (2019). Effect of packaging on volatile profiles of mulberry tea. *Italian Journal of Food Science,* 7(special), 37-43.

Saeed, M., Khan, S.M. and Shahid, M. (2008). Food preferences of *Lasioderma serricorne* (F.) (Coleoptera: Anobiidae) on four types of tobacco. *Sarhad Journal of Agriculture*, 24(2), 279-284.

Suwanlaong, K. and Phanthumchinda, K. (2008). Neurological manifestation of methyl bromide intoxication. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 91(3), 421-426.

Toth, M., Landolt, P., Szarukan, I., Szollath, I., Vitányi, I., Pénzes, I,. Katalin, H., Katali, J.J. and Koczor, S. (2012). Female-targeted attractant containing pear ester for *Synanthedon myopaeformis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata,* 142(1), 27-35.

UCDAVIS. (2020). *Diagnostic key classes of off-character compounds esters*. California: Department of Viticulture & Enology.

van Emden, H.F., Vamvatsikos, P. and Hardie, J. (2018). Cultivar-specific plant odour preferences of a generalist aphid parasitoid *Aphidius colemani* and a possible mechanism for maternal priming of resistance to toxic plant chemistry. *Physiological Entomology,* 44(1), doi: https://doi.org/10.1111/phen.12270.

Yokoi, M. and Shimada, M. (2017). Extraction of volatile flavor compounds from tobacco leaf through a low-density polyethylene membrane. *Journal of Chromatographic Science*, 55(3), 373-377.