

IR 9

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้  
สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ธรรมชาติ  
จากน้ำมันหอมระเหยของพืช  
(Natural pesticides from essential  
oils of plant)



สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีนาคม 2553

IR 9

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้  
สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ธรรมชาติ  
จากน้ำมันหอมระเหยของพืช  
(Natural pesticides from essential  
oils of plant)



สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีนาคม 2553

# คำนำ

ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ เรื่อง “สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ธรรมชาติจากน้ำมันหอมระเหยของพืช (Natural pesticides from essential oils of plant)” ฉบับนี้ สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้จัดทำขึ้นภายใต้โครงการเครือข่ายห้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศ โครงการย่อยที่ 2 โครงการเพิ่มศักยภาพการเข้าถึงสารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบ Digital Library กิจกรรมย่อย 2.5 ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ (Information Repackaging) ในส่วนของสารระนำรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากต่างประเทศ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้นี้ให้ผู้ใช้ได้เข้าถึงสารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายและสะดวกพร้อมใช้ เอกสารประมวลพร้อมใช้ฉบับนี้ให้ความรู้เกี่ยวกับแหล่งที่มาของน้ำมันหอมระเหย การสกัดน้ำมันหอมระเหย หน้าที่และคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ สารออกฤทธิ์และความเป็นพิษที่มีต่อแมลงศัตรูพืชของน้ำมันหอมระเหย

คณะผู้จัดทำหวังว่า ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ที่สนใจศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ธรรมชาติจากน้ำมันหอมระเหยของพืช โดยเอกสารฉบับเต็มที่ใช้ในการเรียบเรียงประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ฉบับนี้ได้รวบรวม จัดเก็บ และให้บริการ ณ บริเวณห้องอ่านชั้น 2

ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มีนาคม 2553

# สารบัญ

## หน้า

บทคัดย่อ	1
คำสำคัญ	1
บทนำ	2
แหล่งที่มาของน้ำมันหอมระเหย	4
การสกัดน้ำมันหอมระเหย	4
หน้าที่และคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์	5
สารออกฤทธิ์และความเป็นพิษที่มีต่อแมลงศัตรูพืชของน้ำมันหอมระเหย	14
บทสรุป	15
เอกสารอ้างอิง	16

## สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ธรรมชาติจากน้ำมันหอมระเหยของพืช (Natural pesticides from essential oils of plant)

### บทคัดย่อ

น้ำมันหอมระเหย (essential oil) จากพืช เป็นสารธรรมชาติที่พัฒนาขึ้นมาทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ในการเป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ (pesticides) มีความปลอดภัยต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม สามารถสกัดได้จากส่วนต่างๆ ของพืช ตัวอย่างเช่น สารสกัดและน้ำมันหอมระเหยจาก *Mentha piperita*, *Acorus calamus*, *Anethum sowa*, *Piper nigrum*, *Pongamia glabra* และ *Azadirachta indica* มีคุณสมบัติในการควบคุมศัตรูพืชในยุ่งฉาง ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากพืชมีหน้าที่และคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่หลากหลาย ได้แก่ หน้าที่และคุณสมบัติในการเป็นสารกำจัดแมลง (insecticidal activity), สารไล่แมลง (repellent activity), สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactivity), สารกำจัดไส้เดือนฝอย (nematicidal activity), สารกำจัดตัวเต็มวัยของแมลง (adulticity activity), สารต้านจุลินทรีย์ (antimicrobial activity), สารยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของแมลง (antifeedants), จูวีไนล์ฮอร์โมน (juvenile hormones) และสารรมฆ่า (fumigants) ตัวอย่างของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีหน้าที่และคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ เช่น น้ำมันจากवानน้ำ (*Acorus calamus*) สามารถยับยั้งการพัฒนาตัวอ่อนของ *Dysdercus koenigii* น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส มินต์ สน ตะไคร้หอม มีคุณสมบัติในการไล่แมลงและล่อแมลงต่อด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) มอด (*Stegobium paniceum*) และแมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) ความเป็นพิษที่มีต่อแมลงศัตรูพืชของน้ำมันหอมระเหยจากพืชนั้นขึ้นอยู่กับสารออกฤทธิ์ซึ่งเป็นสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย กล่าวคือ สารในกลุ่ม monoterpenes, sesquiterpenes และสารประกอบพวกฟีนอลใน *Satureia hortensis*, *Thymus serpyllum* และ *Origanum creticum* จะมีความเป็นพิษสูงต่อ *Spodoptera litura* น้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วย mono- และ sesquiterpenoids จะแสดงคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลงที่แรงต่อแมลงวันและแมลงสาบ น้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วย aliphatic straight chain ketones และ aryl ketonic มีแนวโน้มเป็นสารไล่แมลงที่แรงต่อผึ้ง นอกจากนี้สารประกอบพวกแอลกอฮอล์และฟีนอลในน้ำมันหอมระเหย มีความเป็นพิษต่อการฟักตัวของไข่ยุง (*Aedes aegypti*) น้ำมันหอมระเหยจากพืช ซึ่งประกอบด้วย mono-, sesqui-, di- และ triterpenoids มีคุณสมบัติเป็นสารต้านการกินส่วนสารพวก nerol geraniol และ citronellol จะทำหน้าที่คล้ายสารในกลุ่ม juvenile hormones

**คำสำคัญ :** น้ำมันหอมระเหย; สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์; สารฆ่าแมลง; ศัตรูพืช

**Keywords :** Essential oils; Pesticides; Insecticides; Pests

## 1. บทนำ

ศัตรูพืช (pests) เป็นปัญหาที่สำคัญในการทำเกษตรกรรม ศัตรูพืชที่สำคัญ ได้แก่ แมลง โรค วัชพืช และสัตว์ศัตรูพืช การจัดการศัตรูพืชของเกษตรกรส่วนใหญ่มักใช้สารเคมี อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีสังเคราะห์เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างไม่ถูกต้องนั้นก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เช่น การปนเปื้อนสารเคมีในแหล่งน้ำ สารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสัตว์เลี้ยงทั่วไป รวมทั้งสัตว์ที่เป็นอาหารของมนุษย์ นอกจากนี้เมื่อมีการใช้สารเคมีบ่อยขึ้นทำให้แมลงศัตรูพืชสร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ ในปี ค.ศ.1987 ประเทศอังกฤษมีรายงานว่าแหล่งน้ำที่มีสารกำจัดศัตรูพืชเข้มข้นมากกว่าที่ยอมให้มีได้พบมากถึง 298 แห่ง รวมทั้งแหล่งน้ำสำหรับผลิตน้ำดื่มก็มีสารตกค้างจากยากำจัดวัชพืช (Morgan, DR., 1992) ด้วยเหตุนี้ทำให้ทุกประเทศเริ่มหันมาสนใจและเริ่มแก้ไขปัญหาดังกล่าว สารธรรมชาติจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่ามาใช้ทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ และได้เริ่มมีการพัฒนาการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากสารสกัดจากธรรมชาติไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และผลผลิต อีกทั้งไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและศัตรูธรรมชาติ สามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้ง่ายจึงไม่มีการตกค้างอยู่ในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม การใช้สารสกัดจากพืช สารชีวภัณฑ์ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการกำจัดศัตรูพืชอย่างยั่งยืน

พืชสมุนไพรหลายชนิด ถูกนำมาใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมานาน เช่น โล่ดิน และยาสูบใช้ในการกำจัดเพลี้ย สารสกัดจากสะเดาใช้กำจัดหนอนใยผัก และดอกไพรีทรัม (pyrethrum) ใช้ไล่ยุง พืชที่ใช้กำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่เป็นพืชที่อยู่ในวงศ์ Annonaceae, Asteraceae, Canellaceae, Libiatae, Meliaceae และ Rutaceae พืชในสกุลว่านน้ำ (Acorus) ที่อยู่ในวงศ์ Araceae เช่น *Acorus gramineus* Solander จะมีสารออกฤทธิ์ตัวสำคัญที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ซึ่งได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอลจากเหง้าของว่านน้ำ คือ phenylpropenes, *cis*-asarones และ *trans*-asarones สารสกัดนี้มีคุณสมบัติในการกำจัดตัวเต็มวัยเพศเมียของ *Nilaparvata lugens* และตัวอ่อนของ *Plutella xylostella* (Lee, HK., Park, C., and Ahn, YJ., 2002) น้ำมันหอมระเหยจากพืชที่เป็นที่รู้จักกันดีว่ามีคุณสมบัติในการไล่แมลง ได้แก่ น้ำมันตะไคร้หอม (citronella) มีสารออกฤทธิ์สำคัญคือ citronellal ซึ่งเป็น acyclic monoterpene และได้ถูกนำมาใช้ทดแทนสาร N,N-diethyl-m-toluamide (DEET) สำหรับป้องกันยุงและแมลงกัด โดยมีจำหน่ายในรูปของครีมและโลชั่น limonene จากเปลือกส้มใช้ควบคุมหมัดและไร เมล็ดของพืชตระกูลส้มจะประกอบด้วยสารลิโมนอยด์ (limonoids) ที่มีคุณสมบัติยับยั้ง/ด้านการกิน ยับยั้งการฟักและการวางไข่ของแมลง ได้แก่ สารลิโมนอยด์ที่สกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวาน มีผลทำให้การกินอาหารของหนอนกระทู้หอมลดลงและยับยั้งการฟักไข่ของแมลง (ฉันทานู และคณะ, 2550)

ในประเทศจาไมก้า มีการวิจัยพืชสมุนไพร 334 ชนิด ในระหว่างปี ค.ศ. 1948-2001 สำหรับใช้รักษาโรค และทดสอบประสิทธิภาพทางชีววิทยา พบว่า พืชสมุนไพรส่วนใหญ่จะใช้ในการรักษาโรค มีเป็นส่วนน้อยที่ใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืช ตัวอย่างพืชที่มีการทดสอบประสิทธิภาพทางการเกษตรเพื่อใช้กำจัดแมลง ได้แก่ สาบเสือ (*Eupatorium odoratum*) มันกลอย (*Dioscorea polygonoides*) พริก (*Capsicum annum*) และยาสูบ (*Nicotiana*

*tabacum*) พืชที่ใช้กำจัดไรศัตรูพืช ได้แก่ ละหุ่ง (*Ricinus communis*) โหระพา (*Ocimum micranthum*) พืชที่ใช้กำจัดไส้เดือนฝอย ได้แก่ กระจับแดง (*Hibiscus sabdariffa*) เครื่องเทศ (*Pimento dioica*) พืชในวงศ์ Piperaceae นอกจากจะใช้เป็นยารักษาไข้หวัดและอาการปวดท้องแล้วยังใช้เป็นสารไล่แมลง ซึ่งมีสารสำคัญในพืช คือ phenylpropanoids, butanolides, benzoic acid และอนุพันธ์ของ flavonoids ( Mitchell, SA., and Ahmad, MH., 2006)

ปัจจุบันสารสกัดจากพืชบางชนิดได้ทำเป็นผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจำหน่าย เช่น Nimbicidine ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดจากสะเดาที่ใช้ในการกำจัดมอด *Tribolium castaneum* Herbst (Das, DR., Parween, S., and Faruki, SI., 2006) นอกจากนี้ได้มีการจดสิทธิบัตรสารกำจัดศัตรูพืชที่ผลิตจากน้ำมันหอมระเหยและน้ำมันหอมระเหยผสมกับสารสกัดจากพืช (Bessette, SM., 2002) เพื่อปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ในการเป็นสารกำจัดแมลงให้ดียิ่งขึ้น โดย Safer Gro Laboratories, Inc. (2001) ได้ผลิตผลิตภัณฑ์จากน้ำมันผสมสารสกัดจากกระเทียม (*Allium sativum* Linn.) เพื่อใช้กำจัดแมลง ได้แก่ หนอน เพลี้ย แมลงปีกแข็ง รวมทั้งใช้ไล่แมลง ในประเทศไทยมีผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพืชที่ใช้ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชจำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์สะเดาหางไหล หรือ โล่ตีน และผลิตภัณฑ์ยากันยุงจากตะไคร้หอม

นอกจากสารสกัดและน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีคุณสมบัติในการใช้เป็นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชแล้ว น้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) ยังเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่นำมาใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร เป็นผลิตภัณฑ์พลอยได้จากการเผาไหม้ไม้พื้สดในเตาเผาถ่าน (สภาพอับอากาศ มีอุณหภูมิเผาไหม้ 120-430 °C) ทำให้สารอินทรีย์ที่สะสมในพื้ไม้สลายกลายเป็นไอ เมื่อไอกระทบความเย็นจากท่อควบแน่นที่ต่อจากปล่องระบายควันจากเตาเผาจะได้อะไหล่ที่เรียกว่า “ น้ำส้มควันไม้ดิบ ” (raw wood vinegar) ซึ่งการนำไปใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้และน้ำที่ใช้ น้ำส้มควันไม้ดิบจะประกอบด้วยสารเคมีมากกว่า 200 ชนิด เช่น กรดน้ำส้ม (acetic acid) ฟอร์มัลดีไฮด์ (formaldehyde) เอทิลวาเลอเรต (ethyl valerate) เมทานอล (methanol) น้ำมันดิบ (tar) และสารอื่น ๆ การนำน้ำส้มควันไม้ดิบไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพืช ควบคุมการระบาดของไส้เดือนฝอย ยับยั้งการเจริญของเชื้อโรคพืชอันเกิดจากจุลินทรีย์ช่วยไล่แมลงศัตรูพืช และใช้ปรับปรุงดิน (Pangnakorn, U., 2008)

สิ่งมีชีวิตกำจัดศัตรูพืช (biopesticides) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสิ่งมีชีวิตและใช้ควบคุมศัตรูพืช เช่น จุลินทรีย์ ตัวห้ำ ตัวเบียน ไส้เดือนฝอย ไวรัสและแบคทีเรีย biopesticides เป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการศัตรูพืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน ปัจจุบันมีแนวโน้มในการใช้ biopesticides เพิ่มมากขึ้น เช่น ในประเทศอังกฤษและเนเธอร์แลนด์ ใช้ biopesticides ในการกำจัดแมลงศัตรูพืชของพืชที่รับประทานโดยจุลินทรีย์ที่ใช้สามารถควบคุมศัตรูพืชที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัว เชื้อรา หรือ ไวรัสที่เป็นศัตรูพืชธรรมชาติได้ การเลือกใช้จุลินทรีย์ตามธรรมชาติจะไม่มีสารพิษตกค้างและไม่ทำอันตรายต่อสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง จึงปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์เลี้ยง และสัตว์ป่าที่มีกระดูกสันหลัง นอกจากนี้ biopesticides ยังมีความจำเพาะต่อศัตรูพืชในระดับสูง เช่น *Bacillus thuringiensis* (Bt) ใช้สำหรับกำจัดแมลง ส่วน *Trichoderma harzianum* ใช้สำหรับกำจัดเชื้อรา (Chandler, D., et al., 2008)

## 2. แหล่งที่มาของน้ำมันหอมระเหย

พืชโดยทั่วไปจะสร้างสารประกอบเคมีอยู่ 2 ประเภท คือ สารประกอบปฐมภูมิ (primary metabolites) และสารประกอบทุติยภูมิ (secondary metabolites) สารประกอบปฐมภูมิจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำรงชีวิตของพืช ได้แก่ แป้ง น้ำตาล เซลลูโลส กรดอะมิโน และโปรตีน ส่วนสารประกอบทุติยภูมินั้น ไม่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชโดยตรง พืชแต่ละตระกูลหรือสายพันธุ์จะสร้างสารประกอบทุติยภูมิที่ต่างกัน โดยจะสะสมสารประกอบทุติยภูมิไว้ในส่วนต่างๆ ของพืช และออกฤทธิ์ในพืช พืชหลายชนิดสามารถสร้างสารประกอบทุติยภูมิเพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืช ซึ่งสารประกอบทุติยภูมินี้มีมากมายหลายชนิดและยากต่อการจำแนก เนื่องจากการสังเคราะห์เกิดขึ้นในพืช สารออกฤทธิ์ที่สำคัญในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ น้ำมันหอมระเหย ซาโปนิน แทนนิน สารประกอบฟีนอล(phenol) อัลคาลอยด์ (alkaloid) ไพรีทรินส์ (pyrethrins) กรดอินทรีย์ ไขมัน และสารอื่นๆ

น้ำมันหอมระเหย (essential oils) เป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญสารหนึ่งในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช สามารถสกัดเป็นของเหลวที่ระเหยได้จากส่วนต่างๆ ของพืช คำว่า “essential” มาจากคำว่า “essence” หมายถึง กลิ่น หรือ รส โดยทั่วไปพืชแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัว โดยส่วนมากจะมีกลิ่นหอม ระเหยง่ายที่อุณหภูมิห้อง สารประกอบในน้ำมันหอมระเหยจะเป็นสารพวกเทอร์ปีนส์ และฟีนอลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ที่นำมาใช้ประโยชน์เกี่ยวกับน้ำหอม สารปรุงแต่งกลิ่นในอาหารและยา ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดในน้ำมันหอมระเหยคือ เป็นสารระงับเชื้อและต้านจุลินทรีย์ ที่มีบทบาทในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชได้ กล่าวคือ น้ำมันจากตะไคร้หอมที่ใช้ไล่ยุง จะมีสารออกฤทธิ์ คือ citronellol, citronellal และ geraniol ส่วนสาร limonene ที่ได้จากเปลือกส้มนี้ใช้สำหรับกำจัดหมัด เห็บ หรือ ไร

## 3. การสกัดน้ำมันหอมระเหย

พืชแต่ละชนิดมีการสะสมน้ำมันหอมระเหยไว้ในส่วนต่างๆ ของพืช การนำพืชมาสกัดน้ำมันหอมระเหยจึงต้องรู้ว่าควรใช้ส่วนใดของพืชมาสกัด เช่น ตะไคร้หอมจะสะสมน้ำมันหอมระเหยไว้ที่ใบ และขมิ้นชันสะสมไว้ที่เหง้า การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรที่ใช้ในการเกษตรมีวิธีหลักๆ คือ การใช้ตัวทำละลายและการกลั่น ซึ่งวิธีที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำมันหอมระเหยคือ การกลั่นด้วยไอน้ำและการกลั่นด้วยน้ำ ซึ่งใช้เวลาในการสกัดประมาณ 2-5 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดดังนี้

**3.1 การกลั่นด้วยไอน้ำ (steam distillation)** วิธีนี้ต้องมีเครื่องทำไอน้ำโดยผ่านไอน้ำที่มีความดันสูงเข้าไปยังตัวอย่างพืชที่วางอยู่บนตะแกรง น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จะถูกพาออกมากับไอน้ำ ผ่านเครื่องควบแน่นจนได้น้ำมันหยดออกมาปนกับน้ำ จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้นตามคุณสมบัติความถ่วงจำเพาะ โดยน้ำมันหอมระเหยที่เบากว่าน้ำจะอยู่บนี้น้ำ ส่วนน้ำมันที่หนักกว่าน้ำจะอยู่ด้านล่าง



**3.2 การกลั่นด้วยน้ำ** (water distillation หรือ hydrodistillation) วิธีนี้จะต้มพืชโดยตรงกับน้ำ ไอของน้ำ และน้ำมันจากพืชจะระเหยผ่านไปยังเครื่องควบแน่น และได้ น้ำปนกับน้ำมันแยกชั้นกันเช่นเดียวกับวิธีการกลั่นด้วยไอน้ำ ในห้องปฏิบัติการจะใช้ชุดกลั่น clevenger-type โดยมีส่วนรับน้ำมันที่สกัดได้แยกชั้นน้ำและน้ำมันออกจากกัน

#### 4. หน้าที่และคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์

##### 4.1 สารกำจัดแมลง (Insecticidal activity)

แมลง เป็นศัตรูพืชที่สำคัญในการทำเกษตรกรรม จึงทำให้การหาและทดสอบประสิทธิภาพของสารเพื่อควบคุม หรือ กำจัดแมลง มีความจำเป็นอย่างยิ่ง พืชหลายชนิดมีสารที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารกำจัดแมลง เช่น นิโคตินจากใบยาสูบ (*Nicotiana tabacum*) anabasine และ lupinine อัลคาลอยด์จาก Russian weed (*Anabasis aphylla*) โรติโนน (rotenone) จากรากของพืชสกุล *Derris*, *Lonchocarpus* และ *Tephrosia* เช่น หางไหล (*Derris elliptica*) และ สารไพริทรินส์ (pyrethrins) จากดอกของต้นไพริทรัม (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) (Yang, P., Ma, Y., and Zheng, S., 2005; Duke, SO.,1990) น้ำมันหอมระเหยจากพืชนั้น ส่วนใหญ่ใช้ในการด้านการแพทย์ โดยองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สำคัญ คือ monoterpenes, phenolics และ sesquiterpenes ซึ่ง Isman, MB., Wan, AI., and Passreiter, CM. (2001) ได้ศึกษาคุณสมบัติการกำจัดแมลงของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 21 ชนิด ที่มีผลต่อตัวอ่อนระยะที่สามของหนอน *Spodoptera litura* พบว่า น้ำมันหอมระเหยจาก *Satureia hortensis*, *Thymus serpyllum* และ *Origanum creticum* จะทำให้ตัวอ่อนของหนอนตายมากกว่า 90% โดยปริมาณของน้ำมันหอมระเหยและเวลาที่ใช้เวลา คือ 100 ไมโครกรัม และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ แต่ น้ำมันจาก *Mentha arvensis* สามารถทำให้หนอนตายเพียง 50% การที่น้ำมันหอมระเหยจากพืชจาก *Thymus* และ *Satureia* มีคุณสมบัติในการกำจัดแมลงสูง เนื่องมาจากมีสาร monoterpenoid phenol, thymol และ carvacrol อยู่ในปริมาณมาก โดยน้ำมันจาก *Thymus serpyllum* และ *Origanum marjorana* มีความเป็นพิษต่อแมลงปีกแข็งที่เป็นแมลงศัตรูของถั่วมากที่สุด ขณะที่น้ำมันหอมระเหยจาก *Origanum* และ *Satureia* มีความเป็นพิษต่อตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของแมลงวันผลไม้

##### 4.2 สารไล่แมลง (Repellent activity)

สารเคมีที่ใช้ไล่แมลงที่มีผลต่อพฤติกรรมของแมลงโดยใช้ระบบรับรู้ความรู้สึกด้วยเซ็นเซอร์เคมี (chemosensory) สามารถแยกเป็น 2 ชนิด คือ เซ็นเซอร์เคมีรับรู้ด้วยกลิ่น (olfactory) และเซ็นเซอร์เคมีรับรู้ด้วยรส (taste) คุณสมบัติของสารไล่แมลงมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของแมลงผ่านการรับรู้ด้วยกลิ่น สารเคมีที่จัดว่าเป็นสารไล่แมลงส่วนมากเป็นสารในกลุ่ม terpenoids ที่ระเหยได้ เช่น terpenen-4-ol ที่โมเลกุลของสารจะไปกระตุ้นพฤติกรรมการหลีกเลี่ยงของแมลง สารที่ระเหยได้นอกจากจะเป็นสารไล่แมลงแล้วยังเป็นสารล่อแมลงได้ด้วย และมีความเฉพาะเจาะจงต่อชนิดของแมลง โดยที่สารแต่ละชนิดอาจไล่แมลงได้ชนิดเดียวหรือมากกว่าหนึ่งชนิด สารไล่แมลงจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการกำจัดแมลง ส่วนใหญ่นำมาใช้เพื่อป้องกันแมลงกัดต่อย เช่น

ยุง เห็บ ไร หมัด และแมลงกัด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิตในคนไข้ อันเนื่องจากการถูกกัดทำให้เกิด การติดเชื้อและอักเสบ นอกจากนี้แล้วยังนำมาใช้กับบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันการทำลายของผลผลิตที่เก็บไว้ด้วย

การใช้สารไล่แมลงมีมานานแล้วจากการนำน้ำมันพืช ควัน หรือ ยางเหินยว มาใช้กำจัดแมลงในช่วง ก่อนสงครามโลกครั้งที่สองที่รู้จักกันดี คือ น้ำมันตะไคร้หอม (citronella) ซึ่งบางครั้งใช้กำจัดเห็บบนสัตว์ระยะ ภายหลังสงครามโลก ประเทศสหรัฐอเมริกาได้คัดกรองสารที่มีศักยภาพในการไล่แมลงขึ้นในปี ค.ศ. 1953 สาร N,N-diethyl-m-toluamide (DEET) ได้ถูกคิดค้นขึ้นมา พบว่า เป็นสารที่ใช้ในการไล่ยุง และเริ่มมีผลผลิตภัณฑ์ ของ DEET ออกมาจำหน่าย แม้ว่า DEET จะเป็นสารที่ใช้ไล่ยุงทั่วไปแต่ก็มีรายงานว่า ไม่สามารถย่อยสลายได้ ทางชีวภาพ มีความเป็นพิษต่อผิวหนัง ประสาท และระบบภูมิคุ้มกันจากการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถูกต้องหรือใช้ ติดต่อกันเป็นเวลานาน ผู้ใช้จึงเลือกที่จะใช้สารไล่แมลงจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เช่น ผลิตภัณฑ์ไล่ยุงจากน้ำมัน ตะไคร้หอม นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ไล่ยุงตัวอื่นนอกจากน้ำมันจากตะไคร้หอม คือ น้ำมันหอมระเหยสกัดจาก ยูคาลิปตัส ไม้นันซีดำ ลาเวนเดอร์ ฯลฯ และ Peterson, C., and Coats, J. (2001) พบว่า น้ำมันสะเดาผสมกับ น้ำมันมะพร้าวสามารถป้องกันยุงได้นานถึง 12 ชั่วโมง และสารไล่แมลงจัดเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่มียุทธศาสตร์ใน การป้องกันโรคอันเกิดจากแมลง และในอนาคตน้ำมันหอมระเหยอาจมีความสำคัญในการกำจัดแมลงในสถานที่ จำเพาะได้ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล และสถานที่เตรียมอาหาร

น้ำมันหอมระเหยสกัดจากผลของ *Zanthoxylum limonella*, ใบของ *Citrus aurantifolia* และผลของ *Zlimonella* สามารถนำมาผสมกับน้ำมันมัสตาดและน้ำมันมะพร้าวได้ มีประสิทธิภาพในการไล่แมลง การผสม กับน้ำมันมัสตาดจะมีคุณสมบัติดีกว่าการผสมกับน้ำมันมะพร้าว พืชอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติไล่ยุงได้เช่นกัน ได้แก่ ดอกผักกาดรอง (*Lantana camara*) คนทีเขมา (*Vitex negundo*) ผักเหยหรือโกสุมพิเภก (*Artemisia vulgaris*) (Katz, TM., Miller, JH., and Hebert, AA., 2008)

Choochote, W., et al. (2007) ได้ทำการสกัดน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติไล่ยุง (*Aedes aegypti*) จาก พืช 10 ชนิดในห้องปฏิบัติการ พบว่า น้ำมันหอมระเหย 3 ชนิด จาก *Zanthoxylum piperitum*, *Anethum graveolens* และ *Kaemferia galanga* สามารถป้องกันยุงได้ 1, 0.5 และ 0.25 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอม ระเหยจากพืชอีก 7 ชนิด ไม่มีผลต่อการไล่ยุง แต่เมื่อนำมาผสมกับวานิลิน 10% พบว่า สามารถไล่แมลงได้ Hori, M. (2003) ได้ทดสอบคุณสมบัติการไล่แมลงทำลายยาสูบ *Lasioderma serricornis* (Fabricius) ของน้ำมัน หอมระเหยจากพืช 57 ชนิดที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารและเครื่องสำอาง โดยใช้เครื่อง olfactometer พบว่า คุณสมบัติการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นที่ใช้

#### 4.3 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactivity)

สารประกอบทุติยภูมิจากพืชหลายชนิดมีคุณสมบัติทางชีววิทยาที่มีผลต่อแมลง เช่น สามารถกำจัดตัว อ่อน ยับยั้งการกิน เป็นสารไล่แมลง ยับยั้งการวางไข่ และกำจัดเชื้อรา ปัจจุบันทั่วโลกมีการค้นคว้าหาสารชีวภาพที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการควบคุมศัตรูพืช จึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้สารสกัดและน้ำมัน หอมระเหยจากพืชที่มีคุณสมบัติทางชีววิทยา เช่น *Artemisia judaica* L. ซึ่งเป็นไม้พุ่มในแถบทะเลทรายและ คาบสมุทรซิเนาย โดย Abdelgalei, SAM., et al. (2008) ได้แยกสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดนี้และ

ทดสอบคุณสมบัติทางชีววิทยาด้านการเป็นสารไล่แมลง สารยับยั้งการกิน และสารต้านเชื้อรา โดยการนำน้ำมันหอมระเหยจาก *A. judaica* มาแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟ พบว่า ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์สำคัญ 2 ชนิด คือ *trans-ethyl cinnamate* และ *piperitone* เมื่อนำไปทดสอบกับตัวอ่อนของ *Spodoptera littoralis* (Boisd.) พบว่า *trans-ethyl cinnamate* และ *piperitone* มีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลงและยับยั้งการกิน นอกจากนี้ *trans-ethyl cinnamate* ( $LD_{50} = 0.37$  ไมโครกรัม/ตัวอ่อน) ยังมีความเป็นพิษมากกว่า *piperitone* ( $LD_{50} = 0.68$  ไมโครกรัม/ตัวอ่อน) โดยที่ความสามารถในการยับยั้งการกินของตัวอ่อนขึ้นอยู่กับความเข้มข้น กล่าวคือ สารทั้ง 2 ชนิดนี้มีคุณสมบัติในการยับยั้งการกินได้ 100 % ที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เมื่อทดสอบการต้านเชื้อรา พบว่า สารทั้ง 2 ชนิด มีคุณสมบัติต้านเชื้อรา โดย *trans-ethyl cinnamate* สามารถต้านเชื้อราได้ดีกว่า *piperitone* เช่นเดียวกับการเป็นสารไล่แมลง

*Chloroxylon swietenia* DC เป็นพืชสมุนไพรและไม้หอมในวงศ์ Rutaceae พบในป่าแดง หรือ ป่าโคก (Dry deciduous forest) น้ำมันหอมระเหยจากใบและต้นส่วนใหญ่ประกอบด้วย monoterpenes sesquiterpenes hydrocarbons และ oxygenated monoterpene โดยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากใบประกอบด้วยสารหลัก คือ limonene, geijerene, pregeijerene, germacrene-D และ *trans-β-ocimene* ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากต้นประกอบด้วย methyl eugenol, limonene, pregeijerene, geijerene และ germacrene-D จากการทดสอบคุณสมบัติทางชีววิทยาในการเป็นสารไล่แมลงและสารยับยั้งการกินของหนอนเจาะสมอฝ้าย (*Helicoverpa armigera*) พบว่า ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยจากใบและต้น ที่ประกอบด้วย geijerene และ pregeijerene จะมีความเป็นพิษมากกว่า germacrene-D และ limonene โดย geijerene และ pregeijerene มีคุณสมบัติยับยั้งการกินสูงสุด (Kiran, SR., Devi, PS., and Reddy, KJ., 2007)

พืชในสกุล Cleome (ผักเสี้ยน) ได้แก่ *Cleome gynandra* (L.) Briq *Cleome chelidonii* L. และ *Cleome viscosa* L. เป็นพืชพื้นเมืองที่ใช้ในการรักษาโรค เช่น รุมาคีซึม และปวดศีรษะ Somboon, S., and Pimsaman, S. (2006) ได้ทดสอบคุณสมบัติทางชีววิทยาด้านความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชในสกุลนี้ทั้ง 3 ชนิดที่มีต่อด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.) ซึ่งเป็นศัตรูในโรงเก็บ พบว่า สารสกัดของ *Cleome viscosa* และ *Cleome gynandra* มีความเป็นพิษสูงกว่าสารสกัดจาก *Cleome chelidonii* นอกจากนี้สารสกัดจาก *Cleome viscosa* ยังมีคุณสมบัติยับยั้งการวางไข่ของแมลงสูงอีกด้วย น้ำมันหอมระเหยจาก *Foeniculum vulgare* Mill และ *Hyptis suaveolens* สามารถใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อน *Hyadaphis foeniculi* Passerini และ *Aphis gossypii* Glover ที่เป็นศัตรูพืชในวงศ์ Umbeliferae โดย Malvaceae *Foeniculum vulgare* Mill ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นยารักษาโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจในประเทศบราซิลได้นำมาใช้ปรุงรสอาหาร ป้องกันเชื้อราของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว องค์ประกอบที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรชนิดนี้ คือ (*E*)-anethol fenchone และ methyl chavicol แมงลักคา (*Hyptis suaveolens*) เป็นวัชพืชและมีกลิ่นจึงนำมาใช้ผลิตน้ำผึ้ง น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา สารหลักในน้ำมันหอมระเหยนี้ประกอบด้วย sabinene 1,8-cineole spathulenol, (*E*)-caryophyllene และ bicyclogermacrene การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในวงศ์ Malvaceae

ได้แก่ *Foeniculum vulgare* Mill และแมงลักคานี้ สามารถกำจัดเพลี้ยอ่อนได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อผึ้ง (*Apis mellifera* L.) (Abramson, CI., et al., 2007)

#### 4.4 สารกำจัดไส้เดือนฝอย (Nematicidal activity)

ไส้เดือนฝอย เป็นปรสิตต่อพืชโดยจะไปทำลายรากพืช ปัจจุบันมีการควบคุมด้วยการใช้สารเคมีสังเคราะห์และปลูกพืชที่ต้านทานต่อไส้เดือนฝอย แต่อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์ และสัตว์ เช่น ตรวจจับอัลดิคาร์บ (aldicarb) ที่มีความเป็นพิษสูงในการกำจัดแมลงและไส้เดือนฝอยในน้ำใต้ดิน ดังนั้นจึงหาทางเลือกอื่นเพื่อกำจัดไส้เดือนฝอย ซึ่งพืชเป็นแหล่งธรรมชาติของสารกำจัดศัตรูพืชที่สามารถกำจัดไส้เดือนฝอยได้ สารกำจัดไส้เดือนฝอยหลายชนิดที่ได้จากพืชส่วนใหญ่จะอยู่ในวงศ์ Asteraceae สาร  $\alpha$ -Terthienyl จากดาวเรืองมีคุณสมบัติใช้กำจัดไส้เดือนฝอยที่แรง สารอื่นจากพืช เช่น อนุพันธ์ของพอลิอะเซทิลีน (polacetylenes) และเบนโซฟูรานส์ (benzofurans) ก็มีคุณสมบัติกำจัดไส้เดือนฝอยเช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการพัฒนาไปถึงระดับการค้า สารที่ระเหยได้จากพืชโดยเฉพาะน้ำมันหอมระเหย โดยทั่วไปจะใช้ในเครื่องสำอาง ยา และอุตสาหกรรมอาหาร น้ำมันหอมระเหยจาก *Pelargonium graveolens*, *Ocimum sanctum*, *Ocimum basilicum*, *Mentha piperita* และ *Mentha spicata* มีคุณสมบัติกำจัดไส้เดือนฝอย ซึ่งในน้ำมันหอมระเหยดังกล่าว พบว่า มีสารซิโตรเนลลอล (citronellol) ยูจีนอล (eugenol) เจอรานีโอล (geraniol) และลินาลูล (linalool) โดยศัตรูพืชในดินต้องใช้ความเข้มข้นที่สูง เช่น ในการกำจัดไส้เดือนฝอย *Meloidogyne arenaria* ใช้ geraniol, eugenol, linalool และน้ำมันเป็ปเปอร์มินต์ (peppermint oil) ในปริมาณสูงถึง 1,500 ส่วนในล้านส่วน จากการทดสอบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากพืช 27 ชนิดที่มีต่อไส้เดือนฝอยปราก *Meloidogyne javanica* ในห้องปฏิบัติการ พบว่า น้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพสูงได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจาก *Carum carvi*, *Foeniculum vulgare* และ *Mentha rotundifolia* รองลงมา ได้แก่ *Micromeria fruticosa* และ *Origanum syriacum* น้ำมันหอมระเหยส่วนใหญ่มีคุณสมบัติยับยั้งการฟักตัวของไข่ น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติกำจัดไส้เดือนฝอยมีการรายงานว่ามีความสามารถในการกำจัดแมลงได้ด้วย แต่การทำงานของสารในน้ำมันยังไม่ชัดเจนว่าจะมีผลกระทบต่อระบบประสาทหรือไปทำลายผนังเซลล์และมีผลต่อการส่งผ่านสารต่างๆ ของไส้เดือนฝอยหรือไม่ องค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติกำจัดไส้เดือนฝอย ได้แก่ carvacol, thymol, *t*-anethole และ carvone ดังแสดงในตารางที่ 1 ไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูของไม้สน เช่น *Bursaphelenchus xylophilus* นั้น Elbadri, GAA., et al. (2008) ได้สกัดน้ำมันหอมระเหยและสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการกำจัดไส้เดือนฝอยชนิดนี้ พบว่า น้ำมันที่สกัดจากกานพลู (*Syzygium aromaticum*) มัสตาด (*Brassica intergregifolia*) Thyme (*Thymus vulgaris*) และ *Pelargonium inquinans* สามารถกำจัดไส้เดือนฝอยได้ดีมาก เช่นเดียวกับสารที่สกัดจาก *Magnolia officinalis*

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีหลักของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดไล่เดือนฝอย

พืช (Botanical name)	สารประกอบหลัก (main component)
<i>Artemisia judaica</i>	Artemisia ketone (34%)
<i>Carum carvi</i>	(+)-Carvone (50%), limonene (48%)
<i>Coridothymus capitatus</i>	Carvacrol (70%)
<i>Cymbopogon citratus</i>	Geranial (47%), neral(31%)
<i>Foeniculum vulgare</i>	t-Anethole (43%), limonene (6%)
<i>Mentha royundifolia</i>	Isomer of 1,2-epoxymethyl acetate (74%), piperitone (13%) (-)-Carvone (58%), limonene (19%)
<i>Mentha spicata</i>	Pulegone (75%)
<i>Micromeria fruticosa</i>	Carvacrol (76%)
<i>Origanum syriacum</i> (C-type)	Carvacrol (68%), thymol(2%)
<i>Origanum syriacum</i> (CT-type)	Carvacrol (80%)
<i>Origanum vulgare</i> (C-type)	Thymol (60%)
<i>Origanum vulgare</i> (T-type)	Thymol (40%), carvacrol (7%)
<i>Thymus vulgaris</i>	

ที่มา : Oka, Y., et al. (2000)

#### 4.5 สารกำจัดตัวเต็มวัยของแมลง (Adulticidal activity)

การกำจัดตัวเต็มวัยของแมลง เช่น การกำจัดยุง เป็นสิ่งสำคัญต่อสุขอนามัยของประชาชนทั่วโลก นอกจากยุงจะทำความรำคาญแล้วยังทำให้เกิดโรคร้ายแรง เช่น มาเลเรีย โรคเท้าช้าง และไข้ดำ สารเคมีที่ใช้ควบคุมยุงมีหลายชนิด เช่น สารในกลุ่ม organochlorine, organophosphorus, carbamates, pyrethroid และอื่นๆ แม้ว่าสารเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมยุง แต่อาจตกค้างและเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยุงอาจสร้างความต้านทานต่อยาที่ใช้ได้ จึงต้องหาสารใหม่ที่ควบคุมยุงและไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เสื่อมสภาพง่ายและมีราคาถูก พืชจำนวนมากที่มีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดลูกน้ำยุงหรือตัวเต็มวัยหรือเป็นสารไล่ยุง เช่น สารสกัดจากดาวเรือง (*Tagetes minuta*) น้ำมันจาก *Pluchea dioscoridis* และสารสกัดจาก *Thymus capitatus* ที่สกัดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ Yang, P., Ma, Y., and Zheng, S. (2005) ได้ศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิด ได้แก่ rutaceae oil, asteraceae oil, metha piperta oil, citronella oil และ carvacryl oil ที่มีผลในการฆ่าตัวเต็มวัยของยุง *Culex pipiens quinquefasciatus* โดยใช้วิธีรมควัน พบว่า พืชทั้ง 5 ชนิดมีคุณสมบัติกำจัดยุงได้ ทั้งนี้ความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยของยุงขึ้นอยู่กับระยะเวลาการรมควัน โดย rutaceae oil มีความเป็นพิษมาก

ที่สุด ซึ่ง rutaceae oil ประกอบด้วยสารหลัก คือ  $\alpha$ -citral (33.50%) และ citral (35.77%) โดย citral เป็นสารออกฤทธิ์ที่สามารถทำให้ยูงตายโดยใช้ระยะเวลาในการรมควันสั้น คือ 0.5 ชม. ( $LC_{50}$  0.0012%)

#### 4.6 สารต้านจุลินทรีย์ (Antimicrobial activity)

การใช้สารเคมีในการป้องกันและควบคุมการทำลายของศัตรูพืชหรือจุลินทรีย์ที่ทำลายผลผลิตในไร่นาในโรงเก็บ และระหว่างการขายสินค้าของผลผลิตทางการเกษตรนั้น ได้มีงานวิจัยที่พัฒนาทางเลือกในการป้องกันความเสียหายของผลผลิตที่มีประสิทธิภาพโดยมุ่งไปยังการใช้สารธรรมชาติจากจุลินทรีย์ พืช และสัตว์ พืชมีศักยภาพในการต้านจุลินทรีย์ เป็นอย่างมาก เนื่องจากมีสารประกอบอยู่หลายชนิด เช่น ไฟโตอเล็กซิน (phytoalexins), ฟลาโวนอยด์ (flavonoids), กรดอินทรีย์ และสารฟีนอล ตัวอย่างพืชและสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยของพืชที่มีคุณสมบัติต้านจุลินทรีย์แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 พืชและสารออกฤทธิ์ในน้ำมันหอมระเหยของพืชที่มีคุณสมบัติต้านจุลินทรีย์

พืช (Botanical name)	ชื่อเรียกทั่วไป	สารออกฤทธิ์ (active component)
<i>Allium sativum</i>	Garlic	Allicin, diallyl sulfite
<i>Anethum graveolens</i>	Dill	Limonene, carvone
<i>Capsicum annum</i>	Paprika	Capsaicin
<i>Cinnamomum cassia</i>	Cassia	Cinnamaldehyde
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Juniper	Cadinene, pinene
<i>Melaleuca alternifolia</i>	Tea tree	Terpinen-4-ol
<i>Origanum vulgare</i>	Oregano	Carvacrol, thymol
<i>Pimpinella anisum</i>	Anise	Anethol
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Rosemary	1,8-Cineole
<i>Syzygium aromaticum</i>	Clove	Eugenol
<i>Thymus vulgaris</i>	Thyme	Thymol, carvacrol
<i>Zingiber officinale</i>	Ginger	Zingiberene, zingerone

ที่มา : Calsamiglia, S., et al (2007)

สมุนไพรและเครื่องเทศ เป็นพืชที่มีกลิ่นถูกนำมาใช้เป็นยาและถนอมอาหาร เนื่องจากมีสารที่มีคุณสมบัติทางด้านเภสัชกรรม โดยทั่วไปสารที่ต้านจุลินทรีย์มักพบในส่วนของน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรและเครื่องเทศ ซึ่งส่วนใหญ่จะละลายในแอลกอฮอล์และละลายในน้ำได้เล็กน้อย น้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรและเครื่องเทศ ประกอบด้วยส่วนผสมของเอสเทอร์ อัลดีไฮด์ คีโตนและเทอร์ปีนส์ เช่น thymol,

cinnamaldehyde และ eugenol มีคุณสมบัติในการต้านเชื้อราที่ทำให้อาหารเสียหรือสารพิษที่เกิดจากเชื้อรา (mycotoxin) *Penicillium* sp. และ *Aspergillus* sp. ได้ น้ำมันหอมระเหยของ *Origanum vulgare* L. ประกอบด้วย thymol และ carvacrol มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญของ *Aspergillus flavus* Link, *Aspergillus ochraceus* K. Wilh และ *Aspergillus niger* van Tieghem นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรและเครื่องเทศยังใช้ป้องกันผลผลิตที่อาจเสียหาย ซึ่งเกิดจากเชื้อราและแมลงศัตรูในโรงเก็บ จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่า monoterpene และอัลดีไฮด์บางตัว เช่น cinnamaldehyde ใช้ยับยั้งการงอกของมันฝรั่งและเชื้อราที่ทำลายส่วนหัวของดอกไม้ ทิวลิประหว่างการเก็บรักษา carvone เป็น monoterpene ที่มีคุณสมบัติต้านเชื้อรา *Fusarium sulphureum* ที่ทำให้หัวมันฝรั่งเสีย และ carvone ไม่มีผลต่อเชื้อราทุกตัว โดยพบว่า *Fusarium solani* ค่อนข้างมีความทนทานต่อการยับยั้งของ carvone (Gorris, LGM., and Smid, EJ., 1995)

น้ำมันหอมระเหยจากพืช เป็นทางเลือกหนึ่งในการใช้แทนสารปฏิชีวนะเดิมแต่งเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตในอาหารสัตว์ จุลินทรีย์ในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้องจะย่อยสลายอาหารจนได้กรดไขมันที่ระเหยและโปรตีนที่เป็นพลังงาน ขณะที่กระบวนหมักและย่อยอาหารจะเกิดก๊าซมีเทนและการสูญเสียแอมโมเนียในโตรเจนจากการปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม สารปฏิชีวนะจะช่วยลดก๊าซที่เกิดในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง แต่การใช้สารปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ได้ถูกห้ามใช้ในสหภาพยุโรปตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 จึงต้องมีการควบคุม จุลินทรีย์ในกระบวนย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้อง โดยน้ำมันหอมระเหยสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ ดังนั้นจึงมีการคิดแปรรูปอาหารสัตว์ด้วยการเติมน้ำมันหอมระเหยเข้าไปเพื่อช่วยลดการเกิดก๊าซมีเทนและการสูญเสียแอมโมเนียในโตรเจน โดยน้ำมันกระเทียม, cinnamaldehyde, eugenol, anethol และ capsaicin เป็นสารทางเลือกที่มีแนวโน้มใช้เป็นสารเติมแต่งในอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องได้ (Calsamiglia, S., et al., 2007)

#### 4.7 สารยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของแมลง (Antifeedants)

ความพยายามในการหาสารกำจัดแมลงจากพืชขึ้นมาใหม่โดยมุ่งไปที่สารในกลุ่ม limonoids ซึ่งเป็น tetranortriterpenoids จากพืชวงศ์ Meliaceae นั้นมีข้อมูลว่า tetranortriterpenoids มีผลต่อการกำจัดแมลงได้ดี และมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมาย พืชในวงศ์ Meliaceae ที่เป็นที่ยู่อักกันดีคือ สะเดา (*Azadirachta indica*) ซึ่งมีสารในกลุ่ม limonoids ที่สำคัญคือ azadirachtin สารนี้จะทำให้แมลงไม่กินอาหาร และมีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตสูง Abdelgaleil, SAM., and El-Aswad, AF. (2005) ได้ศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของพืชในวงศ์ Meliaceae ได้แก่ *Khaya ivorensis* A. Chev. และ *Chukrasia tabularis* A. Juss. โดยสกัดและแยก limonoids จากเปลือกของต้น *Khaya ivorensis* และเปลือกกรากของ *Chukrasia tabularis* แล้วนำ limonoids ที่แยกได้ไปทดสอบการเป็นสารยับยั้งการกินกับตัวอ่อนของหนอนชอนใบฝ้าย *Spodoptera littoralis* พบว่า มีคุณสมบัติยับยั้งการกิน ลดการเข้าสู่ระยะดักแด้ของตัวอ่อน และระยะเจริญเป็นตัวเต็มวัย รวมทั้งลดการวางไข่ และยังได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของสารกับคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการกินของแมลง แม้ว่าผลิตภัณฑ์จากพืชจำนวนมากที่มีคุณสมบัติยับยั้งการกินของแมลง แต่การศึกษายทบาทของน้ำมันหอมระเหยที่ยับยั้งการกินของแมลงยังขาดแคลนเป็นอย่างมาก

บางรายงาน กล่าวว่า sesquiterpenoids จาก *Aneura pinguis* มีคุณสมบัติยับยั้งการกินสูง ส่วนสาร Absinthin ซึ่งเป็นโคเมอร์ของ sesquiterpenoid ที่สกัดจาก *Artemisia absinthium* นั้นสามารถยับยั้งการกินของแมลงได้ โดยขึ้นอยู่กับอายุและอาหารที่เลี้ยงแมลง และยังพบว่า diterpenoids และ triterpenoids ก็มีคุณสมบัติยับยั้งการกินเช่นกัน ได้แก่ columbin, solidagenone, limonene, nomilin และ helvolic acid (Singh, G., and Upadhyay, RK., 1993)

#### 4.8 จูวีไนล์ฮอร์โมน (Juvenile hormones)

Juvenile hormones (JH) เป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง ป้องกันการเปลี่ยนรูปร่าง (metamorphosis) ของแมลงที่ยังไม่เจริญเต็มที่ให้ยังคงมีลักษณะของแมลงที่กำลังเจริญเติบโต JH เป็นสารประเภท sesquiterpenoids การสังเคราะห์สารนี้ของแมลงเกิดขึ้นจากกระบวนการที่เรียกว่า “mevalonate pathway” โดยมี farnesyl diphosphate เป็นตัวกลาง (intermediate) JH อาจจัดเป็นสารกระตุ้นการเจริญเติบโตของแมลง สามารถสลายตัวโดย ester hydrolysis และ epoxide hydration ด้วยเอนไซม์ JH esterase และ epoxide hydrolase ตามลำดับ (Linderman, RJ., et al., 2000) นอกจากนี้ยังมีการใช้สารประกอบที่คล้าย JH ของแมลง เพื่อรบกวนกระบวนการทำงานการเจริญเติบโตปกติของแมลงและ metamorphosis โดยการทำให้แมลงตายหรือไม่เจริญพันธุ์ น้ำมันหอมระเหยมีประโยชน์ต่อการสังเคราะห์สารคล้าย JH สารประกอบที่มีพันธะคู่ไฮโดรเจนจะถูกแทนที่ด้วยหมู่อื่น 3 หมู่ (trisubstitue) ซึ่งจัดเป็นสารที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์สารคล้าย JH ฮอร์โมนของแมลง 3 ชนิด ได้แก่  $C_{16}$ -JH,  $C_{17}$ -JH และ  $C_{18}$ -JH สามารถใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญในไร้นา เนอรอล (nerol) และเจอราเนียนอล (geraniol) เป็น intermediate ที่ใช้ในการสังเคราะห์  $C_{17}$ -JH อนุพันธ์ของ citronellol มีคุณสมบัติคล้าย JH ของหนอนและแมลงปีกแข็งบางชนิด น้ำมันหอมระเหยจากผลการอง (*Lantana camara*) มีลักษณะคล้าย JH ที่มีผลต่อตัวอ่อนของ *Dysdercus similis* (Singh, G., and Upadhyay, RK., 1993)

#### 4.9 สารรมฆ่า (Fumigants)

สารรมฆ่า (fumigants) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่กระทำต่อเป้าหมายในสถานะที่เป็นไอหรือก๊าซที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) และซัลเฟอร์ฟลูออไรด์ (sulphuryl fluoride) และสารระเหยอื่นๆ ที่มีสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลวที่ใช้กำจัดแมลงในสถานะที่เป็นก๊าซหรือไอ โดยรวมทั้งหมัดนี้จัดว่าเป็นสารเคมีอันตราย ผลผลิตทางการเกษตรในโรงเก็บที่ถูกทำลายโดยแมลงจำพวกมอด ค้างวม รวมทั้งหนอนผีเสื้อ อาจมีการปนเปื้อนของแมลงในสินค้าที่ใช้เป็นอาหาร ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการควบคุมคุณภาพของสินค้า สารรมฆ่าจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บ สารรมฆ่าที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบัน คือ ฟอสฟีน (phosphine) และ methyl bromide โดยแมลงสามารถต้านทาน phosphine ได้ และในบางประเทศไม่สามารถใช้กับไร้นาได้ สำหรับ methyl bromide แม้ว่าจะสามารถกำจัดแมลงได้มากชนิดก็ตาม แต่ก็ยังเป็นสารที่ทำลายชั้นโอโซน ดังนั้นจึงได้ยกเลิกการใช้ methyl bromide และหันมาสนใจพัฒนาสารชนิดใหม่แทน ประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา และยุโรปได้นำ sulphuryl fluoride ที่เป็นสารรมปลวกและแมลงเจาะเนื้อไม้ มาใช้ในการจัดการสินค้าอาหาร เช่น ใช้ในโรงงานแป้ง การบอนิลซัลไฟด์ (carbonyl sulphide) อีเทนไดโน



ไทรล์ (ethane dinitrile) และเอทิลฟอร์มเมท (ethyl formate) จัดเป็นสารรมฆ่าทางเลือกใหม่สำหรับสินค้าที่เป็นอาหารและไม่ใช่อาหาร นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น น้ำมันหอมระเหยและองค์ประกอบของน้ำมันก็มีความน่าสนใจสำหรับเป็นทางเลือกในการเป็นสารรมฆ่า เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติจากพืชและมีข้อดีกว่าสารสังเคราะห์ คือ มีความเป็นพิษต่อมนุษย์น้อย เสื่อมสลายได้เร็วและหาได้ง่ายตามท้องถิ่น

สารสกัดจากพืชมีความเป็นพิษต่อแมลงโดยการสัมผัส การกิน หรือ การรมควัน น้ำมันหอมระเหยจากพืชได้รับความสนใจในการใช้เป็นสารไล่ สารล่อ และสารรมของแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บ Rajendran, S., and Sriranjini, V. (2008) ได้ทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารรมฆ่าแมลงจากน้ำมันหอมระเหยและองค์ประกอบของพืชในวงศ์ Apiaceae, Lamiaceae, Lauraceae และ Myrtaceae ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) กระเทียม (*Allium sativum* L.) ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* L.) พืชในสกุล *Mentha* spp., *Ocimum* spp., *Citrus* spp. และอื่นๆ สารประกอบที่แสดงความเป็นพิษต่อแมลงในสภาวะเป็นไอ สามารถแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ monoterpenoids, cyanohydrins และ cyanates, สารประกอบซัลเฟอร์(dimethyldisulphide, diethyl trisulphide, di-n-propyldisulphide, allyl disulphide, diallyl disulphide, diallyl trisulphide, allyl thiosulphinates), alkaloids (Z-asarone) และสารอื่นๆ ( methyl salicylate, benzene derivatives, bornyl acetate, terpinolene) สารสำคัญส่วนใหญ่เป็นสารทุติยภูมิที่พืชสร้างเพื่อเป็นสารต่อต้านการทำลายของศัตรูพืช น้ำมันหอมระเหยจากพืชประกอบด้วยสารจำนวนมากแต่มีเพียงบางสารที่มีปริมาณมาก เช่น 1,8-cineole ซึ่งเป็นสารหลักในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* spp.), นอกจาก 1,8-cineole ในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสแล้ว ยังมี linalool ในพืชสกุล *Ocimum* spp., limonene ในพืชสกุล และ *Citrus* spp., asarone ในพืชสกุล *A. calamu* สาร monoterpenoids จัดเป็นสารที่ได้รับความสนใจมากที่สุดในการเป็นสารรมฆ่าแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บ monoterpenoids ที่มี oxygen อยู่ในโมเลกุล (carvacrol, linalool และ terpineol) มีความเป็นพิษสูงกว่าสารที่ไม่มี oxygen (p-cymene, anethole) น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ Lamiaceae มีผลต่อแมลงศัตรูในโรงเก็บหลายชนิด โดยแมลงแต่ละชนิดจะมีการตอบสนองต่อสารจากพืชแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยต่อศัตรูในโรงเก็บยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพของน้ำมันหอมระเหยซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามสภาพภูมิศาสตร์ เวลาในการเก็บเกี่ยว ระยะในการเจริญเติบโต วิธีการและเวลาในการสกัด รวมทั้งส่วนของพืชที่ใช้สกัด น้ำมันหอมระเหยจากว่านน้ำ *A. calamus* ที่ได้จากประเทศอินเดีย (66%  $\beta$ -asarone) มีความเป็นพิษต่อตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของ *Callosobruchus phaseoli* สูงกว่าว่านน้ำจากประเทศยูโกสลาเวีย (6%  $\beta$ -asarone) และรัสเซีย (7%  $\beta$ -asarone) อุณหภูมิ และระยะในการเจริญเติบโตของแมลงมีผลต่อความเป็นพิษ แม้ว่าสารเคมีชนิดรมฆ่าจากน้ำมันหอมระเหยจะมีความเป็นพิษต่ำต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่สารประกอบทุกตัวที่พบในน้ำมันหอมระเหยก็ไม่ได้มีความปลอดภัยทั้งหมด estragole และ (+)-fenchone เป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogenic compounds) ที่พบในน้ำมันหอมระเหยของ *Foeniculum vulgare* รวมทั้ง safrole และ  $\beta$ -asarone ก็จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งด้วยเช่นกัน เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยเป็นของเหลวที่ระเหยได้ในบรรยากาศ จึงมีการสูญเสียไประหว่างการเก็บรักษา การประยุกต์ใช้ในการรมฆ่าด้วยควันจึงอยู่ในพื้นที่ขนาดเล็ก หรือ พื้นที่จำกัด และอาจใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซนำพาเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจาย

เข้าไปในผลิตภัณฑ์ที่รม ประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีข้อมูลความเป็นพิษของสารธรรมชาติบางตัวที่ได้รับการยกเว้น และมีผลิตภัณฑ์ชนิดที่อัดอากาศ หรือ อยู่ในรูปของผงที่ใช้กำจัดแมลงตามบ้าน ที่ทำจากน้ำมันหอมระเหยและมีจำหน่ายตามท้องตลาด เช่น menthol ซึ่งเป็น monoterpenoid และได้รับการขึ้นทะเบียนสำหรับควบคุม *Acarapis woodi* Rennie อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดเรื่องค่าใช้จ่ายในการทดสอบประสิทธิภาพเพื่อขึ้นทะเบียน รวมทั้งทดสอบความเป็นพิษ ซึ่งเป็นอุปสรรคของการนำผลิตภัณฑ์จากพืชมาใช้เป็นสารรมฆ่าในระดับการค้า

## 5. สารออกฤทธิ์และความเป็นพิษที่มีต่อแมลงศัตรูพืชของน้ำมันหอมระเหย

สารในกลุ่ม terpenoids (monoterpenoids และ sesquiterpenoids) และ phenylpropanoids เป็นกลุ่มของสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยของพืช การสังเคราะห์ terpenoids จากพืชจึงเริ่มจากโครงสร้างพื้นฐานที่มีคาร์บอนเริ่มต้น 5 ตัว เรียกว่า isoprene unit และชนิดของ terpenoids จะแยกตามจำนวน isoprene unit เช่น monoterpenoids ประกอบด้วย isoprene 2 units (คาร์บอน 10 ตัว) sesquiterpenoids ประกอบด้วย 3 isoprene units (คาร์บอน 15 ตัว) diterpenoids ประกอบด้วย 4 isoprene units สารในกลุ่ม terpenoids ของน้ำมันหอมระเหยที่มีความสำคัญที่สุด คือ mono- และ sesqui-terpenoids monoterpenes มักพบในรูปของ monocyclic ที่มีพันธะคู่ในส่วนของ ring system หรือ side chain เช่น limonene และ pulegone ส่วน phenylpropanoids เป็นสารที่มีคาร์บอน 3 ตัวต่อกัน (carbon chain) และยึดติดกับ aromatic ring ที่ประกอบด้วยคาร์บอน 6 ตัว phenylpropanoids สังเคราะห์มาจากสารเริ่มต้น phenylalanine โดยผ่าน shikimate metabolic pathway ในจุลินทรีย์และพืช เช่น thymol และ eugenol

terpenoids และ phenylpropanoids มีคุณสมบัติในการต้านแบคทีเรีย เนื่องจากคุณสมบัติการไม่ชอบน้ำของ cyclic hydrocarbon ทำให้เกิดการสะสมที่ชั้นไขมันในเยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย ทำให้โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ผิดไป เยื่อหุ้มเซลล์จึงไม่คงรูปและเกิดการซึมของไอออนผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียลดลง โดยทั่วไปคุณสมบัติต้านจุลินทรีย์พบมากในสารพวก cyclic hydrocarbon ที่มีออกซิเจน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารฟีนอล เช่น thymol และ carvacrol กลไกอื่นของการเป็นสารต้านจุลินทรีย์ ได้แก่ การจับกับโปรตีน หรือ เอนไซม์ การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ การสร้าง RNA, DNA และโปรตีน (Calsamiglia, S., et al., 2007)

สารสกัดจากพืชประกอบด้วยสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการวางไข่ ไล่ ยับยั้งการกิน การทำให้เป็นหมัน และเป็นพิษต่อแมลง ซึ่งมีรายงานจำนวนมากที่ชี้ให้เห็นว่า monoterpenoids ทำให้แมลงตายด้วยการไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase Oka, Y., et al.(2000) ได้รายงานว่ สารออกฤทธิ์ในน้ำมันหอมระเหยของพืชสามารถยับยั้งการทำงานของ acetylcholinesterase และยังเป็นตัวขัดขวางการทำงานของ octopamine ในแมลงสาบอเมริกัน ซึ่ง octopamine เป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ในแมลง เป็นที่น่าสังเกตว่าการยับยั้งการทำงานของ acetylcholinesterase ไม่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับปริมาณการตายของแมลง ในการทดสอบความเป็นพิษของสารรมฆ่า monoterpenes (limonene, linalool, menthol, menthone,  $\alpha$ -pinene

และ  $\beta$ -pinene) ที่มีต่อตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าว (*Sitophilus oryzae* L.) ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความเป็นพิษต่อแมลงกับการยับยั้งการทำงานของ acetylcholinesterase สาร menthone จาก *Mentha arvensis* L. มีความเป็นพิษสูงต่อ *Sitophilus oryzae* L. แต่ความสามารถในการยับยั้งการทำงานของ acetylcholinesterase ก่อนข้างต่ำ ขณะที่  $\beta$ -pinene มีความเป็นพิษน้อยกว่าแต่มีระดับการยับยั้งเอนไซม์สูง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่า monoterpene อาจมีผลต่อเอนไซม์ในกลุ่ม cytochrome P450 (Rajendran, S., and Sriranjini, V., 2008) แม้ว่าสารในน้ำมันหอมระเหยจะแสดงความเป็นพิษหรือเป็นสารไล่แมลง แต่จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างกับคุณสมบัติทางชีววิทยาที่มีต่อชนิดของแมลงยังมีอยู่น้อย alkyl side chain และ free phenolic hydroxyl หรือ methylenedioxy group มีคุณสมบัติเกี่ยวข้องกับการวางไข่ของแมลง สารในกลุ่ม terpenoids โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารที่มีกลิ่นหอมหวานจะมีคุณสมบัติในการดึงดูดแมลง ซึ่งสารเหล่านี้จะเป็นแนวทางที่ใช้ในการควบคุมแมลงได้ต่อไปในอนาคต (Singh, G., and Upadhyay, RK., 1993)

## 6. บทสรุป

การควบคุมศัตรูพืชด้วยสารธรรมชาติ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอนาคต เนื่องจากการคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การใช้ น้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมศัตรูพืชเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ ซึ่งมีข้อดี คือ มีความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยมีคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ได้มากมาย ได้แก่ เป็นสารกำจัดแมลง สารล่อ/ไล่แมลง สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ สารกำจัดไส้เดือนฝอย สารกำจัดตัวเต็มวัยและยับยั้งการวางไข่ของแมลง สารต้านจุลินทรีย์ สารยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของแมลง จูวีโนลีสอร์โอม และสารรมฆ่า แต่อย่างไรก็ตาม ยังคงต้องการทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในการควบคุมศัตรูพืชสามารถนำไปใช้ในไร่นาและเกษตรกรรมได้ การคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ ทำให้มีการค้นคว้าวิธีในการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสาน โดยการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มาจากพืชมีความปลอดภัย ย่อยสลายง่ายและไม่เป็นพิษต่อสัตว์อื่นที่มีประโยชน์ เช่น ผึ้ง เพื่อพัฒนาสารเคมีจากธรรมชาติให้เป็นทางเลือกในการควบคุมศัตรูพืช จึงต้องมีการวิจัยและนำไปใช้และปฏิบัติได้จริง สิ่งสำคัญสำหรับงานวิจัยที่ควรทำต่อไปในอนาคต ได้แก่

1. การคัดกรองพืชที่มีน้ำมันหอมระเหยสำหรับใช้ในการควบคุมศัตรูพืช
2. การแยกและตรวจสอบสารออกฤทธิ์ในน้ำมันหอมระเหยของพืช โดยประเมินจากการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น ความสามารถในการต้านเชื้อรา ด้านแบคทีเรีย กำจัดแมลง ดึงดูด/ไล่แมลง ยับยั้งการกิน และกำจัดไส้เดือนฝอย
3. การประเมินความเป็นพิษของสารออกฤทธิ์ที่มีต่อพืช
4. วิธีการสกัดสารออกฤทธิ์ที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยของพืชให้ได้เพื่อนำไปใช้ในระบการกำจัด โดยการใช้กระบวนการสกัดขั้นสูง
5. ศึกษาการประยุกต์ใช้ได้ในไร่นาและเกษตรกรรม

## เอกสารอ้างอิง

- ณัฐฐา เลาหกุลจิตต์, อรพิน เกิดชูชื่น, ขวัญฤทัย คล้ายमुख และภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร. ประสิทธิภาพของสารสกัด ลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานต่อการควบคุมหนอนกระทู้หอม. **ว. วิทย. กษ.**, 2550, ปีที่ 38, ฉบับที่ 6 (พิเศษ), หน้า 66-69.
- Abdelgaleil, SAM., and El-Aswad, AF. Antifeedant and growth inhibitory effects of tetranortriterpenoids isolated from three Meliaceae species on the cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Boisd.). **Journal of Applied Sciences Research**, 2005, vol. 1, no. 2, p. 234-241.
- Abdelgaleil, SAM., et al. Bioactivity of two major constituents isolated from the essential oil of *Artemisia judaica* L.. **Bioresource Technology**, 2008, vol. 99, p. 5947-5950.
- Abramson, CI., et al. The effect of essential oils of sweet fennel and pignut on mortality and learning in Africanized honeybees (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae). **Neotropical Entomology**, November-December, 2007, vol. 36, no. 6, p. 828-835.
- Bessette, SM., and Beigler, MA. Pesticidal activity of plant essential oils and their constituents Int. Cl. A01N 25/00 **US. Pat. Appl.** 2002/0107287. 2002-08-8.
- Calsamiglia, S., et al. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **J. Dairy Sci.**, 2007, vol. 90, no. 6, p. 2580-2595.
- Chandler, D., et al. Microbial biopesticides for integrated crop management: an assessment of environmental and regulatory sustainability. **Trends in Food Science & Technology**, 2008, vol. 19, no. 5, p. 275-283.
- Choochote, W., et al. Repellent activity of selected essential oils against *Aedes aegypti*. **Fitoterapia**, 2007, vol. 78, p. 359-364.
- Das, DR., Parween, S., and Faruki, SI. Efficacy of commercial neem-based insecticide, Nimbicidine® against eggs of the red flour beetle *Tribolium castaneum* (Herbst). **Univ. J. zool. Rajshahi Univ.**, 2006, vol.25, p.51-55.
- Duke, SO. Natural pesticides from plants. In Janick, J. and Simon, JE. **Advances in new crops**. Portland, OR:Timber Press, 1990, p. 511-517.
- Elbadri, GAA., et al. Nematocidal screening of essential oils and herbal extracts against *Bursaphelenchus xylophilus*. **Plant Pathol. J.**, 2008, vol. 24, no. 2, p. 178-182.
- Gorris, LGM., and Smid, EJ. Crop protection using natural antifungal compounds. **Pesticide Outlook**, October, 1995, vol. 6, no. 5, p. 20-24.

- Hori, M. Repellency of essential oils against the cigarette beetle, *Lasioderma serricorne* Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae). **Appl. Entomol. Zool.**, 2003, vol. 38, no. 4, p. 467-473.
- Isman, MB., Wan, AJ., and Passreiter, CM. Insecticidal activity of essential oils to the tobacco cutworm, *Spodoptera litura*. **Fitoterapia**, 2001, vol. 72, p. 65-68.
- Lee, HK., Park, C., and Ahn, YJ. Insecticidal activities of asarones identified in *Acorus gramineus* rhizome against *Nilaparvata lugens* (Homoptera:Delphacidae) and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutoidea). **Appl. Entomol. Zool.**, 2002, vol. 37, no. 3, p. 459-464.
- Katz, TM., Miller, JH., and Hebert, AA. Insect repellents: Historical perspectives and new developments. **J. Am. Acad. Dermatol.**, May, 2008, vol. 58, no. 5, p. 865-871.
- Kiran, SR., Devi, PS., and Reddy, KJ. Bioactivity of essential oils and sesquiterpenes of *Chloroxylon swietenia* DC against *Helicoverpa armigera*. **Current Science**, August, 2007, vol. 93, no. 4, p. 544-548.
- Linderman, RJ., et al. Inhibition of insect juvenile hormone epoxide hydrolase: asymmetric synthesis and assay of glycidol-ester and epoxy-ester inhibitors of *Trichoplusia ni* epoxide hydrolase. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, 2000, vol. 30, p. 767-774.
- Mitchell, SA., and Ahmad, MH. A review of medicinal plant research at the University of the West Indies, Jamaica, 1948-2001. **West Indian Med J**, 2006, vol. 55, no. 4, p. 243-269.
- Morgan, DR. Pesticides and public health- a case for scientific and medical concern?. **Pesticide Outlook**, 1992, vol. 30, no. 2, p. 24-29.
- Oka, Y., et al. Nematicidal activity of essential oils and their components against the root-knot nematode. **Phytopathology**, 2000, vol. 90, no. 7, p. 710-715.
- Pangnakorn, U. Utilization of wood vinegar by-product from Iwate kiln for organic agricultural system. **Technology and innovation for sustainable development conference (TISD2008)**. 2008. January. 28-29; Thailand: Faculty of Engineering, Khon Kaen University. 2008, p. 17-19.
- Peterson, C., and Coats, J. Insect repellents-past, present and future. **Pesticide Outlook**, August, 2001, vol. 12, p.154-158.
- Rajendran, S., and Sriranjini, V. Plant products as fumigants for store-product insect control. **Journal of Stored Products Research**, 2008, vol. 44, p. 126-135.
- Safer Gro Laboratories, Inc. Natural Pesticide. Hsu, HJ., Zhou, J., and Chang, C-HL. Int. Cl. A01N 65/00. **US. Pat.** 6,231,865 B1. 2001-05-15.

- Singh, G., and Upadhyay, RK. Essential oils: A potent source of natural pesticides. **Journal of Scientific & Industrial Research**, October, 1993, vol. 52, p. 676-683.
- Somboon, S., and Pimsamarn, S. Biological activity of *Cleome spp.* Extracts against the rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. **Agricultural Sci. J.** , 2006, vol. 37, no. 5(suppl.), p. 232-235.
- Yang, P., Ma, Y., and Zheng, S. Adulticidal activity of five essential oils against *Culex pipiens quinquefasciatus*. **J. Pestic. Sci.**, 2005, vol. 30, no. 2, p. 84-89.