



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ชีววิทยา)

ปริญญญา

ชีววิทยา

สัตววิทยา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ประสิทธิภาพของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti*

Efficacy of Some Herbal Oil Extracts as a Larvicide against *Aedes aegypti*

นามผู้วิจัย นางสาวพาทินธิดา ธานี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สมาน แก้วไวยุทธ, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์มณจันท์ เมฆธน, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti*

Efficacy of Some Herbal Oil Extracts as a Larvicide against *Aedes aegypti*

โดย

นางสาวพาทินธิดา ธนามี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พาทินธิดา ธนามี 2557: ประสิทธิภาพของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรในการยับยั้ง
ลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ชีววิทยา) สาขาชีววิทยา
ภาควิชาสัตววิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์
สมาน แก้วไวยุทธ, วท.ค. 68 หน้า

การทดสอบความเป็นพิษของน้ำมันระเหยจากใบพืชสมุนไพร 10 ชนิด ในการยับยั้ง
ลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* พบว่าน้ำมันระเหยจากใบฝรั่ง *Psidium guajava* มีประสิทธิภาพดีที่สุด
ในการยับยั้งลูกน้ำยุงลายในห้องปฏิบัติการที่ 24 ชั่วโมง โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.54 ppm
รองลงมาคือ มะกรูด *Citrus hystrix*, โหระพา *Ocimum basilicum*, กระดังงาสงขลา *Cananga*
odorata var. *fruticosa*, กะเพรา *Ocimum sanctum*, กระวาน *Amomum krervanh*, แมงลัก *Ocimum*
americanum, มะนาว *Citrus aurantifolia*, กานพลู *Syzygium aromaticum* และอบเชยเทศ
Cinnamomum zeylanicum โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 24.00, 24.50, 25.92, 28.46, 29.83, 31.54, 34.36,
37.68 และ 49.97 ppm ตามลำดับ ลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตหลังจากการทดสอบน้ำมันระเหยจากพืช
สมุนไพรในทุกความเข้มข้นยังมีชีวิตอยู่ต่อไปอีก 2 สัปดาห์ โดยไม่มีการเข้าสู่ระยะดักแด้และตัว
เต็มวัย ส่วนลูกน้ำยุงลายชุดควบคุมสามารถเข้าสู่ระยะดักแด้และตัวเต็มวัยสมบูรณ์ภายใน 60 – 72
ชั่วโมง

เมื่อนำลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่ง ซึ่งมีความเป็น
พิษสูงสุดที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ที่ 24 ชั่วโมง มาทำการศึกษาพยาธิสภาพภายใต้กล้อง
จุลทรรศน์ พบว่ากระเพาะอาหารส่วนหน้ามีลักษณะการฟ่อและการเหี่ยวของเยื่อบุผิว และมีการ
ตายของเนื้อเยื่อประสาน น้ำมันระเหยจากใบฝรั่งสามารถใช้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการผลิตและ
ใช้เป็นสารควบคุมลูกน้ำยุง อันเป็นการกำจัดยุงพาหะนำโรค โดยเฉพาะการใช้ในแหล่งน้ำซึ่งเป็น
แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย *A. aegypti* ที่เป็นพาหะสำคัญของไข้เลือดออก

Patintida Thanamee 2014: Efficacy of Some Herbal Oil Extracts as a Larvicide against *Aedes aegypti*. Master of Science (Biology), Major Field: Biology, Department of Zoology. Thesis Advisor: Assistant Professor Smarn Kaewviyudth, Ph.D. 68 pages.

To assess the larvicidal potential of the oil extracts from the leaves of 10 species of herbal plants against *Aedes aegypti* larvae. The oil extracts were extracted from leaf of *Psidium guajava* showed the highest toxicity against mosquito larvae with the LC_{50} value of 13.54 ppm after 24 hours of exposure, followed by the lower toxicity of *Citrus hystrix*, *Ocimum basilicum*, *Cananga odorata* var. *fruticosa*, *Ocimum sanctum*, *Amomum krervanh*, *Ocimum americanum*, *Citrus aurantifolia*, *Syzygium aromaticum* and *Cinnamomum zeylanicum* with LC_{50} 24.00, 24.50, 25.92, 28.46, 29.83, 31.54, 34.36, 37.68 and 49.97 ppm, respectively. All treatments resulted of larvae without any pupal or adult emergence. The controlled groups remained alive. The larvae developed into pupae and then adults within 60 – 72 hours.

Histologically section of the proventriculus of *A. aegypti* larvae were atrophied epithelium and necrotic connective tissue. Thus, *P. guajava* could be promising as an alternative source for producing and developing larvicidal substance used for controlling and eradicating mosquito vectors of dengue fever, especially *A. aegypti* in breeding places.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ให้คำปรึกษาในด้านการเรียน ค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.วัชรียา ฐิรีวิโรจน์กุล ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาสัตววิทยาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้ต่างๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์สามารถนำไปใช้ได้ในอนาคต และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำต่างๆ ในการทำงานวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนๆ ที่ให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษา และคอยให้กำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

พาทินธิดา ธนามี
กันยายน 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	39
อุปกรณ์	39
วิธีการ	40
ผลและวิจารณ์	43
ผล	43
วิจารณ์	49
สรุปและข้อเสนอแนะ	53
สรุป	53
ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	55
ภาคผนวก	65
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	68

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 ค่า LC_{50} ของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย <i>A. aegypti</i>	44
ตารางผนวกที่	
1 แสดงเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย <i>A. aegypti</i>	67

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	ยุงลาย <i>A. aegypti</i> 31
2	วัฏจักรชีวิตของยุงลาย 32
3	ไข่ของยุงลาย 33
4	ตัวอ่อนยุงลายระยะที่ 4 แสดงเกาะผิวหนังตลอดเวลาขณะหากิน 34
5	ดักแด้ของยุงลาย <i>A. aegypti</i> 34
6	ทำขึ้นพักของยุงลาย 35
7	ยุงลายแสดงการดื่มเลือดโดยใช้จะงอยปากเจาะผ่านผิวหนัง 38
8	ลูกน้ำยุงลายในระยะที่ 3 ที่ผ่านการทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ ระดับความเข้มข้น 50 ppm และลูกน้ำยุงลายในชุดควบคุม 43
9	การเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดในการยับยั้ง ลูกน้ำยุงลาย <i>A. aegypti</i> 45
10	ตัดตามขวางกระเพาะอาหารส่วนหน้า (proventriculus) ของลูกน้ำยุงลาย <i>A. aegypti</i> ชุดควบคุม แสดงเยื่อผิวหนังชนิด simple columnar epithelium (E) ที่ปกติ และตัดตามขวางของ gastric caeca ของลูกน้ำยุงลาย <i>A. aegypti</i> ชุดควบคุม แสดงเยื่อผิวหนังชนิด simple cuboidal epithelium มี basal lamina (B) และเซลล์เยื่อผิวที่ประกอบด้วย striated border (S) (H&E) 46
11	ตัดตามขวางกระเพาะอาหารส่วนหน้า (proventriculus) ของลูกน้ำยุงลาย <i>A. aegypti</i> ทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ 24 ชั่วโมง แสดงลักษณะการฝ่อ และการเหี่ยวของเยื่อผิวกระเพาะอาหาร (atrophic epithelium) และมี การตายของเนื้อเยื่อประสาน (necrotic connective tissue, Ne) และ ตัดตามขวางทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลาย <i>A. aegypti</i> ทดสอบด้วยน้ำมันระเหย จากใบฝรั่งที่ 24 ชั่วโมง แสดงการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle fibres contraction, L) ที่อยู่บริเวณรอบๆ gastric caeca และกระเพาะอาหาร (H&E) 47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่

หน้า

- 12 ตัดตามขวางทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ทดสอบด้วย
น้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ 24 ชั่วโมง แสดงการตายของเซลล์ (necrosis, N)
และ นิวเคลียสอัดแน่น (pyknotic nuclei, P) (H&E)

48

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

α	=	alpha
β	=	beta
γ	=	gamma
ϵ	=	epsilon
δ	=	delta
Z	=	zeta
cm	=	centimeter
g	=	gram
$\mu\text{g}/\text{cm}^3$	=	microgram / cubic centimeter
$\mu\text{g}/\text{ml}$	=	microgram / milliliter
$\mu\text{l}/\text{g}$	=	microliter / gram
μl	=	microliter
μm	=	micrometer
ml	=	milliliter
mg/ml	=	milligram / milliliter
mg/g	=	milligram / gram
mg/L	=	milligram / liter
g/mL	=	gram / milliliter
%	=	percentage
GC	=	gas chromatography
MS	=	mass spectrometry
ppm	=	part per million
LC ₅₀	=	lethal concentration 50
LD ₅₀	=	median lethal dose

ประสิทธิภาพของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti*

Efficacy of Some Herbal Oil Extracts as a Larvicide against *Aedes aegypti*

คำนำ

ไข้เลือดออก เป็นโรคติดต่อมาโดยแมลง โดยมียุงลาย *Aedes aegypti* เป็นพาหะนำเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue) จากผู้ป่วยที่เป็นโรคไปสู่คนปกติ (อนุสรณ์, 2553) และยังเป็นปัญหาสาธารณสุขในหลายประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อนชื้น จากการรวบรวมข้อมูลขององค์การอนามัยโลก พบว่าในแต่ละปีมีรายงานผู้ป่วยไข้เลือดออกทั่วโลกประมาณ 500,000 คน โดยมีผู้ป่วยที่เสียชีวิตประมาณ 22,000 คน ทั้งนี้แต่เดิมผู้ป่วยส่วนใหญ่จะเป็นเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี แต่ปัจจุบันการแพร่ระบาดได้พบผู้ป่วยในวัยผู้ใหญ่มากขึ้น สำหรับประเทศไทยในช่วงฤดูฝนซึ่งเป็นระยะเวลาทีุ่งแพร่พันธุ์มาก ทำให้การระบาดของโรคไข้เลือดออกมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง มีจำนวนผู้ป่วยเพิ่มขึ้นและยังพบผู้ป่วยได้ตลอดทั้งปี โดยการระบาดมีหลายลักษณะ เช่น ระบาดปีเว้นปี ปีเว้น 2 ปี หรือระบาดติดต่อกัน 2 ปี แล้วเว้น 1 ปี แต่ในระยะหลังพบว่าการระบาดมีแนวโน้มระบาด 2 ปี เว้น 2 ปี (สำนักงานโรคติดต่อมาโดยแมลง, 2556)

การควบคุมยุงลายพาหะสำคัญในการนำโรคไข้เลือดออก วิธีการที่ได้ผลดีที่สุดคือ การกำจัดลูกน้ำยุงลาย เพื่อเป็นการลดและควบคุมจำนวนยุงลายพาหะของโรคไข้เลือดออกให้ลดน้อยลงสามารถทำได้โดยการลดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย ซึ่งแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายมักจะอยู่ตามน้ำขังชั่วคราว น้ำนิ่ง และน้ำในที่ที่ไม่ปิดฝาทั้งภายในและภายนอกบ้าน ในช่วงฤดูฝนยุงลายมีโอกาสรแพร่พันธุ์เพิ่มขึ้น เพราะจะมีภาชนะขังน้ำเป็นจำนวนมาก ทำให้ยุงลายสามารถวางไข่ขยายพันธุ์ได้มากขึ้น ข้อมูลทางวิชาการยังระบุว่าไข้เลือดออกในระยะหลังๆ นี้ ไม่ได้ระบาดเฉพาะในช่วงฤดูฝนเท่านั้น แต่ยังระบาดในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาวอีกด้วย (สิวิกา, 2545) ยุงลายส่วนใหญ่มักบินในเวลากลางวัน ช่วงเวลาที่พบยุงลายมากที่สุดคือช่วง 9.00 – 11.00 นาฬิกา และ 13.00 – 15.00 นาฬิกา ยุงชนิดนี้ชอบกินเลือดคนมากกว่าเลือดสัตว์ ปัจจุบันวัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออกยังอยู่ในระหว่างการทดลองใช้ (สุรางค์จิตต์, 2552) ทำให้ยากที่จะป้องกันและควบคุมยังพบอีกว่ายุงลายมีการถ่ายทอดเชื้อจากแม่ยุงไปสู่ลูกได้ในสภาพธรรมชาติ โดยไม่จำเป็นต้องไปนำเชื้อจากผู้ป่วย ดังนั้นวิธีที่ดีและเหมาะสมในการป้องกันตัวเองและคนในครอบครัวไม่ให้ยุงกัดโดยใช้ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงที่มีประสิทธิภาพดี หรือใช้สมุนไพรไทยที่มีน้ำมันหอมระเหยซึ่งมีสารออก

ฤทธิ์ป้องกันยุงกัด จึงน่าจะเป็นวิธีที่ควรปฏิบัติ (สำนักงานโรคติดต่อฯ โดยแมลง, 2556) การวิจัยนี้ จึงได้มุ่งเน้นการป้องกันกำจัดเพื่อลดอันตรายจากการใช้สารเคมีฆ่าแมลง โดยใช้น้ำมันระเหยจาก พืชสมุนไพรมาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย ซึ่งไม่มีฤทธิ์ตกค้างในสิ่งแวดล้อม

การวิจัยนี้จะศึกษาและทดสอบฤทธิ์ของน้ำมันระเหยที่ได้จากพืชสมุนไพร 10 ชนิด มีดังนี้ แมงลัก *Ocimum americanum*, โหระพา *Ocimum basilicum*, อบเชยเทศ *Cinnamomum zeylanicum*, กะเพรา *Ocimum sanctum*, มะกรูด *Citrus hystrix*, กระดังงาสงขลา *Cananga fruticosa*, กานพลู *Syzygium aromaticum*, กระจวาน *Amomum krervanh*, มะนาว *Citrus aurantifolia*, ฝรั่ง *Psidium guajava* ในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ซึ่งเป็นยุงพาหะสำคัญของโรคไข้เลือดออก โดยใช้ น้ำมันระเหยจากใบพืชสมุนไพรมาทดสอบประสิทธิภาพตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก 2005 (สำนักงานระบาดวิทยา, 2556) เป็นมาตรฐาน จะช่วยให้ได้ข้อมูลพื้นฐานเปรียบเทียบกับ ประสิทธิภาพของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรชนิดอื่นๆ ที่มีฤทธิ์ต่อชนิดของยุงพาหะต่างกัน อัน นำไปสู่ความรู้ความเข้าใจในทางเลือกใหม่ของพืชสมุนไพรและพัฒนาสารชนิดใหม่ที่เป็น สารประกอบสามารถควบคุมยุงได้โดยใช้พืชจากธรรมชาติ

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาความเป็นพิษของน้ำมันระเหยจากใบพืชสมุนไพร 10 ชนิด คือ แมงลัก *O. americanum*, โหระพา *O. basilicum*, อบเชยเทศ *C. zeylanicum*, กระเพรา *O. sanctum*, มะกรูด *C. hystrix*, กระดังงาสงขลา *C. fruticosa*, กานพลู *S. aromaticum*, กระวาน *A. krervanh*, มะนาว *C. aurantifolia* และ ฝรั่ง *P. guajava* ในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* โดยการเปรียบเทียบความเป็นพิษของพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย
2. เพื่อศึกษาลักษณะพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อในท่อทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลายที่ตายหลังจากได้รับน้ำมันระเหยของสมุนไพรชนิดที่มีความเป็นพิษสูงสุด

การตรวจเอกสาร

แมงลัก

ชื่อสามัญ (Common Name) : Hairy basil, Hoary basil
 ชื่ออื่นๆ (Other Name) : มังลัก, กอมก้อ, กอมก้อขาว

การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Lamiales

Family Lamiaceae

Genus *Ocimum*

Species *Ocimum americanum* L. 1755

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

แมงลักเป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็ก ลำต้นมีความสูงประมาณ 2 – 3 ฟุต โคนลำต้นแข็ง ลำต้นแตกกิ่งก้านสาขามาก กิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยม ใบออกเป็นใบเดี่ยว ลักษณะของใบกลมรี ปลายใบแหลม มีสีเขียวอ่อน มีขนนุ่ม กลิ่นใบหอม ดอกออกเป็นช่อตามบริเวณกิ่ง หรือยอด ดอกมีลักษณะเป็นกลีบสีขาว ดอกจะคงทนและอยู่ได้นาน เมื่อกลิบดอกร่วงก็จะเป็นผล ผลมีขนาดเล็ก สีน้ำตาลเข้ม ภายในผลมีเมล็ดอยู่ 4 เม็ด (วิทย์, 2548)

สารเคมีที่สำคัญ

Djibo *et al.* (2004) ได้พบว่าในน้ำมันหอมระเหยของแมงลักมีสารประกอบทางเคมีมากที่สุด คือ 1,8 – cineol โดยพบประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์

ประเทศอินเดีย ได้นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากแมงลัก ซึ่งเก็บจากป่าในแถบพื้นที่ต่างๆ ในเมืองUttarakhand มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องgas chromatography (GC) และเครื่องGC/mass spectrometry โดยพบว่ามีสารประกอบทางเคมีแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม มีดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ methyl chavicol, 1,8 – cineole, (E) – γ – bisabolene, β – bisabolene และ eugenol

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ (E) – γ – bisabolene, aliphatic hydrocarbons, eugenol, β – bisabolene และ methyl chavicol เป็นส่วนประกอบหลัก

กลุ่มที่ 3 ได้แก่ Eugenol และ (E) – caryophyllene

กลุ่มที่ 4 ได้แก่ linalool กับ methyl chavicol

กลุ่มที่ 5 ได้แก่ aliphatic hydrocarbons, eugenol, camphor และ 1,8 – cineole ในปริมาณสูง

กลุ่มที่ 6 ได้แก่ camphor และ aliphatic hydrocarbons (Singh *et al.*, 2013)

น้ำมันหอมระเหยจากใบแมงลัก พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญซึ่งเป็นสารกลุ่ม monoterpenes ได้แก่ alpha – pinene, myrcene, limonene, eucalyptol, beta – ocimene, linalool, alpha – terpineol, nerol, z – citral, geraniol, piperitenone oxide และกลุ่ม sesquiterpenes ได้แก่ alpha – cubebene, caryophyllen, humulene, germacrene และ 2 – naphthalenemethanol (วนิษา, 2551)

สารสกัดจากเมล็ดแมงลักที่สกัดด้วยเอทานอล มีคุณสมบัติต่อต้านออกซิเดนต์ที่สูงที่สุด (Antioxidant activity) ผลจากการแยกสารสกัดด้วยทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี (TLC) ได้พบว่าพืชแต่ละชนิดสร้างสารประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันเป็นผลให้มีคุณสมบัติต่อต้านออกซิเดนต์ที่แตกต่างกันด้วย ทำให้มีความสามารถในการไล่แมลงวันผลไม้ของสารสกัดจากพืชชนิดเดียว และสารสกัดจากพืชชนิดเดียวที่มีฤทธิ์ในการไล่แมลงวันผลไม้ดีที่สุดคือ สารสกัดจากเมล็ดแมงลักที่สกัดด้วยเอทานอล (พงษ์นรินทร์, 2551)

Shadia *et al.* (2007) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากเมล็ดแมงลักในการยับยั้งหนอนกระทู้ดำ *Agrotis ipsilon* พบว่าในน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากเมล็ดแมงลักมีสารประกอบที่สำคัญ คือ Eugenol มี 28.46 เปอร์เซ็นต์ และ Methyl chavicol มี 17.34 เปอร์เซ็นต์ จากคุณสมบัติของสารประกอบทั้ง 2 ตัวนี้ที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหย พบว่าสามารถยับยั้งหนอนกระทู้ดำในห้องปฏิบัติการได้ ในน้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีตัวอ่อนที่เข้าสู่ระยะตัวโม่งแค่ 35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชุดควบคุมแล้วมีจำนวนลดลงถึง 67.16 เปอร์เซ็นต์ และมีตัวโม่งที่มีรูปร่างผิดปกติไปจากเดิมอยู่ 13 เปอร์เซ็นต์ หลังจากนั้นทดสอบประสิทธิภาพของสาร Eugenol ซึ่งเป็นสารสำคัญที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหย พบว่าสารดังกล่าวทำให้ตัวอ่อนมีอัตราการตายสูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ และมี 36.84 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่เข้าสู่ระยะตัวโม่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ส่วนที่เป็นตัวโม่งแล้วจะมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าชุดควบคุม ในการทดลองน้ำมันหอมระเหยจะมีประสิทธิภาพต่อตัวเต็มวัยได้นานกว่าสาร Eugenol สามารถจับไล่ผีเสื้อหนอนกระทู้ดำจากน้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ได้ 66.42 เปอร์เซ็นต์และ 35.95 เปอร์เซ็นต์ จากสาร Eugenol ตามลำดับ ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากเมล็ดแมงลักมีประสิทธิภาพสูงกว่าสารประกอบ Eugenol ในการยับยั้งหนอนกระทู้ดำ *A. ipsilon*

โหระพา

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Common basil, Sweet basil
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	ห่อถั่วขาว, ห่อวอซู (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน), อัมคิมขาว (เงี้ยว-แม่ฮ่องสอน), โหระพา (ทั่วไป)

การจัดจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Lamiales

Family Lamiaceae

Genus *Ocimum*

Species *Ocimum basilicum* L. 1753

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

โหระพาเป็นไม้ล้มลุก ลำต้นตั้งตรงมีความสูง 8 – 28 นิ้ว ลักษณะของลำต้นและกิ่งก้านเป็นเหลี่ยม แตกกิ่งก้านสาขา ผิวเปลือกลำต้นมีสีเขียวอมม่วง และมีขนปกคลุมทั้งลำต้น มีกลิ่นหอม ใบออกเป็นใบเดี่ยว มีลักษณะเป็นรูปรียาว ปลายและโคนใบเรียวแหลม ริมขอบใบเรียบ หรือมีหยักเล็กน้อย ใบมีขนาดกว้างประมาณ 1 – 3.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2 – 6 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้ม ก้านใบยาวประมาณ 0.7 – 2 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อ ขึ้นๆ คล้ายฉัตร ออกอยู่ตามบริเวณปลายยอด ลักษณะของดอกย่อยมีกลีบเลี้ยงเชื่อมติดกันเป็นหลอด ส่วนปลายแยกเป็น 5 กลีบ มีสีขาวหรือสีแดงเรื่อ กลีบดอกยาวประมาณ 9 มิลลิเมตร พอดอกกว้างโรยก็จะติดผลเป็นสีน้ำตาล ผลหนึ่งมี 4 เมล็ด ลักษณะของเมล็ดเป็นรูปกลมรี (วิทย์, 2548)

สารเคมีที่สำคัญ

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากโหระพา *O. basilicum* มีสารประกอบทางเคมี ได้แก่ methyl eugenol มี 78.02 เปอร์เซ็นต์ α - cubebene มี 6.17 เปอร์เซ็นต์ nerol มี 0.83 เปอร์เซ็นต์ และ ϵ - muurolene มี 0.74 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำมันหอมระเหยมีสารสำคัญที่มีปริมาณสูงที่สุด คือ methyl eugenol มี 78.02 เปอร์เซ็นต์ (Ozcan *et al.*, 2002) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ismail *et al.* (2006) พบว่าในน้ำมันหอมระเหยของโหระพามีสารประกอบทางเคมี คือ linalool มี 44.18 เปอร์เซ็นต์ 1,8 - cineol มี 13.65 เปอร์เซ็นต์ eugenol มี 8.59 เปอร์เซ็นต์ methyl cinnamate มี 4.26 เปอร์เซ็นต์ isocaryophyllene มี 3.10 เปอร์เซ็นต์ และ α - cubebene มี 4.97 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบสาร terpenes หลายชนิดในน้ำมันหอมระเหยด้วย

Maurya *et al.* (2009) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของโหระพาที่สกัดมาจาก carbon tetrachloride methanol และ petroleum ether มีฤทธิ์ในการยับยั้งลูกน้ำยุงก้นปล่อง *Anopheles stephensi* และลูกน้ำยุงรำคาญ *Culex quinquefasciatus* พบว่าสารสกัดของโหระพาที่สกัดมาจาก petroleum ether มีประสิทธิภาพในการยับยั้งลูกน้ำยุงทั้ง 2 ชนิดได้ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} คือ 8.29, 4.57; 87.68, 47.25 ppm และ ค่า LC_{90} คือ 10.06, 6.06; 129.32, 65.58 ppm ตามลำดับ

น้ำมันหอมระเหยของโหระพามีสารประกอบหลัก คือ methyl chavicol, trans - α - bergamotene และ ocimene เมื่อทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* และมอดแป้ง *Tribolium castaneum* พบว่าน้ำมันหอมระเหยของโหระพามีความเป็นพิษต่อด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้งบนกระดวยกรองสูงที่สุด โดยมีค่า LC_{50} และ LC_{99} เท่ากับ 0.20 และ 0.33 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร และ 0.34 และ 0.64 ไมโครลิตรต่อตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ประสิทธิภาพความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยต่อด้วงงวงข้าวโพดในข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พบว่าน้ำมันหอมระเหยของโหระพามีความเป็นพิษต่อด้วงงวงข้าวโพดและมอดแป้งสูงที่สุด โดยมีค่า LC_{50} และ LC_{99} เท่ากับ 17.38 และ 60.68 ไมโครลิตรต่อข้าว 40 กรัม และ 25.98 และ 140.13 ไมโครลิตรต่อข้าว 40 กรัม ตามลำดับ และน้ำมันหอมระเหยของโหระพามีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเกิดลูกรุ่น F1 ได้ทุกความเข้มข้นตั้งแต่ 30 - 120 ไมโครลิตรต่อข้าว 40 กรัม และน้ำมันหอมระเหยของโหระพายังมีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่มอดแป้งได้ดีที่สุดอีกด้วย (อรพิน, 2550)

อบเชยเทศ

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Cinnamon
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	อบเชยเทศ หรืออบเชยลังกา

การจัดจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Laurales

Family Lauraceae

Genus *Cinnamomum*

Species *Cinnamomum zeylanicum* Blume 1826

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

อบเชยเทศเป็นไม้ต้นขนาดกลาง สูง 20 – 25 เมตร กิ่งอ่อนมีขนสั้นๆ เปลือกต้นและใบมีกลิ่นหอม ใบเป็นใบเดี่ยว ออกตรงกันข้าม รูปไข่หรือรูปขอบขนานแกมรูปไข่ กว้าง 4.5 – 5.5 เซนติเมตร ยาว 11 – 16 เซนติเมตร ปลายใบมน โคนใบแหลม ขอบใบเรียบ ก้านใบยาว 2 เซนติเมตร ด้านบนเป็นร่อง ดอกออกเป็นช่อที่ปลายกิ่งและตามซอกใบ ยาว 10 – 12 เซนติเมตร ก้านช่อดอกมีขนเป็นมัน ก้านดอกย่อยยาว 3 – 4 มิลลิเมตร มีขน ดอกตูมรูปไข่กลับ ยาว 2 – 2.5 มิลลิเมตร ดอกย่อยมีกลีบรวม 6 กลีบ ด้านนอกมีขนหนาแน่น ด้านในมีขนแน่นเป็นมัน เกสรเพศผู้มี 9 อัน เรียงเป็น 3 วง วงในสุดมีต่อมที่โคนก้านเกสรเพศผู้ที่เป็นหมันมี 3 อัน ผลรูปรียาว 8 – 14 มิลลิเมตร มีกลีบรวมติดอยู่ กลีบรวมยาว 4 – 8 มิลลิเมตร มีสันนูน 12 สัน ระหว่างสันเป็นร่อง (ชยันต์ และคณะ, 2545)

สารเคมีที่สำคัญ

Unlu *et al.* (2010) ได้นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากเปลือกอบเชย โดยใช้เครื่อง GC – MS ทำการวิเคราะห์ พบว่ามีสารประกอบทั้งหมด 9 ชนิด เป็นปริมาณ 99.24 เปอร์เซ็นต์ในน้ำมัน ซึ่งสารประกอบสำคัญที่พบมากในน้ำมันหอมระเหย คือ (E) – cinnamaldehyde มี 68.95 เปอร์เซ็นต์ benzaldehyde มี 9.94 เปอร์เซ็นต์ และ (E) – cinnamyl acetate มี 7.44 เปอร์เซ็นต์

Govindarajan (2011) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยในการยับยั้งลูกน้ำยุงรำคาญ *Culex tritaeniorhynchus* และลูกน้ำยุงก้นปล่อง *Anopheles subpictus* น้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยไอน้ำนำมาทดสอบกับระยะที่ 3 ของลูกน้ำยุงทั้ง 2 ชนิด ในความเข้มข้นจาก 25 ถึง 250 ppm แล้วนับอัตราการตายของลูกน้ำยุงหลัง 24 ชั่วโมงภายในห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งลูกน้ำยุงทั้ง 2 ชนิด

จรงค์ศักดิ์ (2553) ศึกษาประสิทธิภาพการของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยในการควบคุมไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยใช้วิธีการรมน้ำมันหอมระเหยจากใบและเปลือกของต้นอบเชย 3 ชนิด ได้แก่ อบเชยไทย *Cinnamomum bejolghota* (Buch. – Ham.) Sweet อบเชยศรีลังกา *Cinnamomum zeylanicum* Blume และอบเชยญวน *Cinnamomum loureirii* Nees โดยใช้เครื่อง knockdown chamber ทดสอบที่ความเข้มข้น 0 (95 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล), 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 และ 1 เปอร์เซ็นต์ (0, 0.006, 0.012, 0.06, 0.12, 0.6 และ 1.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เรียงตามลำดับ) ที่ปริมาตร 3 มิลลิลิตร รมนาน 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยทุกชนิดที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ (1.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) สามารถฆ่าไรฝุ่นได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ความเข้มข้น 0.1 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (0.12 และ 0.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) น้ำมันหอมระเหยจากใบของอบเชยมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นได้สูงกว่าน้ำมันหอมระเหยจากเปลือก โดยน้ำมันหอมระเหยจากใบของอบเชยไทยมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรฝุ่นมากที่สุด มีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.246 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 24 ชั่วโมง รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากใบของอบเชยศรีลังกา เปลือกของต้นอบเชยไทย เปลือกของต้นอบเชยศรีลังกา และใบของอบเชยญวน ซึ่งมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.285, 0.288, 0.322 และ 0.357 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ

Fichi *et al.* (2007) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบอบเชย *C. zeylanicum* มีผลต่อตัวไร *Psoroptes cuniculi* โดยนำน้ำมันหอมระเหยที่มีความเข้มข้นแตกต่างกัน เริ่มจาก 10 เปอร์เซ็นต์ ถึง 0.03 เปอร์เซ็นต์ มาทดสอบกับตัวไร *P. cuniculi* ในจานแก้ว แล้วนับ อัตราการตายของตัวไรที่ 24 ชั่วโมง พบว่าอัตราการตายของตัวไรมีมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบอบเชย *C. zeylanicum* มีฤทธิ์ในการยับยั้งตัวไร *P. cuniculi* ได้ โดยมี ค่า ED₅₀ เท่ากับ 0.0872 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang *et al.* (2005) ที่ได้ทดสอบ ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกต้นอบเชย *C. zeylanicum* มีฤทธิ์ในการยับยั้ง ไข่และตัวเมียตัวเต็มวัยของเหาบนศีรษะ *Pediculus humanus capitis* โดยสารประกอบทางเคมีของ น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากเปลือกต้นอบเชย ได้แก่ benzyl alcohol, cinnamic acid, cinnamyl acetate, 4 – hydroxybenzaldehyde และ salicylaldehyde ซึ่งสารประกอบที่มักจะใช้ในการฆ่าพวก กลุ่ม pediculicides คือ *d* – phenothrin และ pyrethrum จากนั้นจึงนำน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกต้น อบเชยซึ่งประกอบด้วยสารประกอบทั้งหมด 11 ชนิด และสารฆ่าแมลง *d* – phenothrin และ pyrethrum มาทดสอบความเป็นพิษต่อตัวเมียตัวเต็มวัยของเหา *P. humanus capitis* พบว่ามีฤทธิ์ใน การฆ่าตัวเต็มวัยน้อยกว่า *d* – phenothrin และ pyrethrum ซึ่งสารประกอบทางเคมีที่มีความเป็นพิษ มากที่สุดคือ benzaldehyde

กะเพรา

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Holy basil, Sacred Basil
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	กอมก้อ (เขียงใหม่), กอมก้อคง (เขียงใหม่), กะเพราขน (กลาง), กะเพราแดง (กลาง), ห่อตุปูลู (กะเหรี่ยงแม่ฮ่องสอน), อิมคิมหล่า (เงี้ยวแม่ฮ่องสอน), อีตูไทย (ตะวันออกเฉียงเหนือ)

การจัดจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Lamiales

Family Lamiaceae

Genus *Ocimum*

Species *Ocimum sanctum* L. 1767

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กะเพราเป็นไม้พุ่ม สูงประมาณ 30 – 60 เซนติเมตร ส่วนโคนเป็นไม้เนื้อแข็ง กะเพราแดงลำต้นสีแดงอมเขียว กะเพราขาวลำต้นสีเขียวอมขาว ใบเป็นใบเดี่ยว ออกตรงข้ามกัน ใบรูปรี กว้าง 1 – 3 เซนติเมตร ยาว 2.5 – 5 เซนติเมตร ปลายใบมนหรือแหลม โคนใบแหลม ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อยและเป็นคลื่น หลังใบและท้องใบมีขน ดอกออกเป็นช่อ ออกที่ปลายยอด ดอกย่อยมีจำนวนมาก ดอกสีขาวแกมม่วงแดง กลีบเลี้ยงโคนเชื่อมติดกัน ปลายเรียวแหลม ด้านนอกมีขน เกสรตัวผู้มี 4 อัน ผลเป็นผลแห้ง เมื่อแตกออกจะมีเมล็ดสีดำ รูปไข่ (นิจิติริ และคณะ, 2547)

สารเคมีที่สำคัญ

น้ำมันหอมระเหยของใบกะเพรา มีกลิ่นหอมและพบว่ามีสารประกอบทางเคมีหลายชนิด ได้แก่ α - thujene, (Z) - 3 - hexanol, ethyl - 2 - methyl butyrate, α - pinene, β - pinene, camphene, sabinene, myrecene, limonene, 1,8 - cineole, cis - β - ocimene, p - cymene, terpinolene, allo - ocimene, α - cubebene, γ - terpene, translinalool oxide, geraniol, α - copaene, β - bourbonene, linalool, β - farnesene, β - elemene, β - caryophyllene, iso - eugenol, α - guaiene, α - amorphene, α - humulene, α - terpeneol, iso - borneol, germacrene - D, β - selinene, α - muurolene, δ - cadinene, cuparene, calamenene, geraneol, nerolidol, caryophyllene oxide, (E,Z) - farnesol, elemol, methyl chavicol, bomeol, limonene, farnesol, urosolic acid, carvacrol, eugenic acid และ limatrol ส่วนน้ำมันเมล็ดกะเพรา มีกรดไขมันเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ palmitic, stearic, linolenic, linoleic และ oleic acid

นอกจากนี้ยังพบสารประกอบทางเคมีหลายชนิดในใบและส่วนต่างๆ ของกะเพรา เช่น urosolic acid, apigenin, luteolin, apigenin - 7 - O - glucuronide, luteolin - 7 - O - glucuronide, iso - rientin, orientin, molludistin, stigmasterol, triacontanol ferulate, vicienin - 2, vitexin, iso - vitexin, aesculetin, aesculin, chlorogenic acid, galuteolin, circineol, gallic acid, gallic acid methyl ester, procatechuic acid, 4 - hydroxybenzoic acid, vallinin, caffeic acid, phenylpropane glucosides 1, β - stigmasterol, cirsilineol, cirsimartin, isothymusin, isothymonin, rosmarinic acid, carnosic acid, eugenol และ sinapic acid กะเพรา มีโครงสร้างทางเคมีของสารฟลาโวนอยด์และสารฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบหลายชนิด ดังนั้นกะเพร่าจะมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ (สุกัญญา, 2555)

Amber *et al.* (2010) พบว่าในน้ำมันหอมระเหยของกะเพรา *O. sanctum* มีคุณสมบัติ antimicrobial, antifungal และมีส่วนช่วยการทำงานเสริมฤทธิ์กันกับยาต้านเชื้อรา คือด้วย fluconazole และ ketoconazole จากการทดลองประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยของกะเพรา ยังพบว่ามีฤทธิ์ต้านทานเชื้อ *Candida albicans* ได้อีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ali *et al.* (2012) ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบกะเพรา *O. sanctum* โดยการแยกสารกลุ่ม flavonoids, orientin และ vicienin นำมาวิเคราะห์ พบว่าสารทั้ง 3 กลุ่มนี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการติดเชื้อระบบทางเดินปัสสาวะในคนได้ จึงสรุปได้ว่า น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากใบกะเพรามีประสิทธิภาพและช่วยเสริมฤทธิ์กับกลุ่ม flavonoids ในการยับยั้ง

เชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Escherichia coli*, *Proteus*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus cohnii* และ *Klebsiella pneumonia*

Kumar *et al.* (2013) ศึกษาน้ำมันหอมระเหยของกะเพรา *O. sanctum* สกัดด้วยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus flavus* LHPRS7 นำมาแยกสารประกอบทางเคมีและวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC – MS พบว่ามีสารประกอบทางเคมีอยู่ทั้งหมด 41 ชนิด ได้แก่ eugenol มี 61.30 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารประกอบหลักตามด้วย β – caryophyllene มี 11.89 เปอร์เซ็นต์ และ germacrene D มี 9.14 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบ พบว่าน้ำมันหอมระเหยของกะเพราสามารถยับยั้งเชื้อรา *A. flavus* ซึ่งมีค่าความเข้มข้นอยู่ที่ 0.3 ไมโครลิตรมิลลิลิตร ในขณะที่ aflatoxin B₁ มีค่าความเข้มข้นอยู่ที่ 0.2 ไมโครลิตรมิลลิลิตร ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยของกะเพราจึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งและช่วยลดอัตราการเกิดของเชื้อรา *A. flavus* ได้

ส่วน Manzoor *et al.* (2011) ใช้สารสกัดจากใบ ราก และลำต้นของกะเพรา *O. sanctum* ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย hexane, butanol, chloroform, methanol, ethyl acetate และน้ำ มีผลต่อปลวก *Heterotermes indicola* โดยอัตราการตายของปลวกในเวลา 11 วัน พบว่าสารสกัดจากใบของกะเพราที่สกัดด้วย ethyl acetate มีความเป็นพิษต่อปลวกและทำให้อัตราการตายของปลวกสูงสุด ส่วนสารสกัดจากลำต้นของกะเพราที่สกัดด้วยน้ำ มีความเป็นพิษต่อปลวกและทำให้อัตราการตายของปลวกต่ำสุด ดังนั้นสารสกัดจากใบของกะเพราเป็นสาเหตุทำให้เกิดอัตราการตายและมีความเป็นไปได้ที่จะมีสารประกอบทางเคมีที่มีความเป็นพิษต่อปลวกด้วย นอกจากนี้สารสกัดจากทุกส่วนของกะเพรามีผลต่อการขับไล่ปลวก *H. indicola* โดยพบว่าสารสกัดจากรากของกะเพราที่สกัดด้วย methanol มีประสิทธิภาพต่อการขับไล่ปลวกได้ดีที่สุด ในขณะที่สารสกัดจากรากที่สกัดด้วยน้ำ มีประสิทธิภาพต่อการขับไล่ปลวกได้น้อยที่สุด

มะกรูด

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Kaffir lime
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	มะขุน มะขูด (ภาคเหนือ), มะขู (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน), ส้มกรูด ส้มมั่วผี (ภาคใต้)

การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Sapindales

Family Rutaceae

Genus *Citrus*

Species *Citrus hystrix* DC. 1824

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะกรูดเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ลำต้นเป็นไม้เนื้อแข็ง ผิวเปลือกลำต้นเรียบ ลำต้นและกิ่งก้านมีหนามแหลม ใบมีลักษณะคล้ายกับใบไม้ 2 ใบ ต่อกันอยู่ ใบมีสีเขียวแก่ พื้นผิวใบเรียบเกลี้ยงเป็นมัน ใบมีกลิ่นหอม ดอกมีสีขาว คล้ายดอกมะนาว ดอกมีกลิ่นหอม ผลมีขนาดเท่ากับผลมะนาว ผิวเปลือกนอกขรุขระ ขั้วหัว – ท้ายของผลเป็นจุก ผลอ่อนมีสีเขียวแก่ เมื่อผลสุกก็จะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองสด (วิทย์, 2548)

สารเคมีที่สำคัญ

สารสกัดจากรากของมะกรูด *C. hystrix* ที่สกัดด้วยอะซิโตน พบว่ามีสารประกอบทางเคมีอยู่ทั้งหมด 33 ชนิด เช่น coumarins, hystrixarin, (+) – hopeyhopin, benzenoid derivative, hystroxene – I, quinolinone alkaloid และ hystrolinone ซึ่งสารเหล่านี้มีคุณสมบัติต่อต้านออกซิแดนท์ ด้านเชื้อไวรัส HIV และต้านเชื้อแบคทีเรียได้ด้วย (Panthong *et al.*, 2013)

น้ำมันหอมระเหยของมะกรูด *C. hystrix* ที่สกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ นำมาทดสอบในหลอดทดลอง พบว่าน้ำมันหอมระเหยของมะกรูดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคในต้นข้าวได้ถึง 7 ชนิด คือ *Alternaria brassicicola*, *Aspergillus flavus*, *Bipolaris oryzae*, *Fusarium moniliforme*, *Fusarium proliferatum*, *Pyricularia arisea* และ *Rhizoctonia solani* (Thobunluepop *et al.*, 2009)

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากใบมะกรูด *C. hystrix* นำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC และ GC – MS พบว่ามีสารประกอบทั้งหมด 29 ชนิด คิดเป็นสัดส่วน 66.85 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วย beta – citronellol มี 6.59 เปอร์เซ็นต์ linalool มี 3.90 เปอร์เซ็นต์ และ citronellol มี 1.76 เปอร์เซ็นต์ โดยมี beta – citronellol เป็นสารประกอบหลัก น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดนี้มีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงได้ จากการทดสอบพบว่าน้ำมันหอมระเหยมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนระยะที่ 2 ของหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* โดยมีค่า LD₅₀ คือ 26.748 ไมโครลิตรต่อกรัม ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดจึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผัก *S. litura* ได้ (Loh *et al.*, 2011)

สุพรรณิ (2554) ทดสอบประสิทธิภาพในการขับไล่ยุงตัวเต็มวัยของสารสกัดโดยวิธีทาบนหนังหนู พบว่าสารมีประสิทธิภาพนานได้ถึง 3 ชั่วโมง สามารถไล่ยุงได้ดีในระหว่าง 30 นาทีแรก สารสกัดที่มีส่วนผสมของสารสกัดจากเปลือกมะกรูด หรือสารสกัดจากเมล็ดมะละกอสุกที่สกัดด้วยเอทานอลใช้เป็นกลุ่มสมเพื่อช่วยเสริมฤทธิ์ พบว่าสารสกัดเปลือกมะกรูดและเมล็ดมะละกอสุกมีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลงที่ดีต่อการกำจัดยุงได้ทุกระยะของการเจริญพัฒนาการ และต่อการไล่ยุงตัวเต็มวัยของยุงลาย *Aedes aegypti*

ประสิทธิภาพของเจลไคยูงที่มีสารออกฤทธิ์ที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยของมะกรูด พบว่ามีจำนวนยุงที่บินหนี เท่ากับ 96 ตัว เมื่อเปิดใช้เจลในวันที่ 1 และ จำนวนยุงที่บินหนี จะลดลงมา เท่ากับ 79 ตัว และ 60 ตัว เมื่อเปิดใช้เจลในวันที่ 7 และวันที่ 15 ตามลำดับ ดังนั้นเจลไคยูงที่มีสารออกฤทธิ์จากน้ำมันหอมระเหยมะกรูดมีประสิทธิภาพสูงสุดในการไล่ยุงลาย (รัตน, 2554)



กระดังงาสงขลา

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Dwarf Ylang-Ylang
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	กระดังงาสาขา, กระดังงาเบา (ใต้), กระดังงอ (มาเลเซีย, ยะลา)

การจัดจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Magnoliales

Family Annonaceae

Genus *Cananga*

Species *Cananga odorata* var. *fruticosa*

(Craib) J. Sinclair 1951

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระดังงาสงขลาเป็นไม้พุ่ม สูงประมาณ 1 – 2.5 เมตร เปลือกลำต้นสีเทาอมน้ำตาล แตกกิ่งก้านเป็นพุ่มทึบ ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ ใบรูปรี กว้าง 5 – 8 เซนติเมตร ยาว 10 – 14 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน ขอบใบเรียบและเป็นคลื่นเล็กน้อย ก้านใบยาว 1 – 2.5 เซนติเมตร ออกดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อกระจุก ออกตามกิ่งตรงข้ามกับใบ ดอกสีเหลือง มีกลิ่นหอม กลีบดอกมี 15 – 24 กลีบ กลีบดอกยาว 5 – 9 เซนติเมตร เรียงเป็นหลายชั้น ชั้นละ 3 กลีบ ปลายกลีบแหลม กลีบเลี้ยงสีเขียวปลายกลีบกระดกขึ้น ผลเป็นผลกลุ่ม ผลย่อยมี 8 – 10 ผล รูปทรงกลมรี ผิวเรียบ ผลอ่อนมีสีเขียวพอแก่เป็นสีเขียวมเหลือง (นิจศิริ และคณะ, 2547)

สารเคมีที่สำคัญ

สารประกอบทางเคมีที่สกัดมาจากใบของกระดังงา *C. odorata* var. *fruticosa* สกัดด้วย MeOH ที่ 25 องศาเซลเซียส มีดังต่อไปนี้ คือ

1. canangafruticosides A
2. canangafruticosides B
3. canangafruticosides C
4. canangafruticosides D
5. canangafruticosides E
6. glucosidic monoterpenes
7. non – glucosidic monoterpenes
8. arylidihydronaphthalene – type lignan dicarboxylate
9. corchoionoside C
10. (+) – syringaresinol 4 – 0 – β – D – glucopyranoide
11. (+) – canangone
12. 1,4 – dimethylcyclohex – 3 – enyl methyl ketone (Nagashima *et al.*, 2010)

Wongkaew *et al.* (2005) ศึกษาการเจริญเติบโตของดอกกระดังงาไทยและดอกกระดังงาสงขลามิอิตีพลต่อสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย นำดอกกระดังงาทั้ง 2 ชนิด มาสกัดโดยวิธี steam distillation ด้วยตัวทำละลาย dichloromethane แล้ววิเคราะห์ผลด้วยเครื่อง GC และ GC – MS พบว่า ดอกกระดังงาไทยที่พร้อมจะเก็บเกี่ยวได้ จะมีอายุอยู่ที่ 20 – 25 วัน ลักษณะดอกสีเหลือง ส่วนดอกกระดังงาสงขลา จะมีอายุอยู่ที่ 36 – 48 วัน ถึงจะเก็บเกี่ยวได้ ความแตกต่างกันอาจมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมหรือลักษณะทางพันธุกรรม ดอกกระดังงาสงขลาที่ดอกมีลักษณะสีเขียวอ่อน สีเขียวปนเหลือง และสีเหลือง มีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด เพราะมีสารประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ α – farnesene, N – amylpyrrole, β – caryophyllene, germacrene D, r – muurole และ α – humulene ดอกกระดังงาสงขลาจะให้จำนวนน้ำมันหอมระเหยมากกว่าดอกกระดังงาไทย เนื่องจากดอกกระดังงาสงขลาที่นำมาทำน้ำมันหอมระเหยสามารถเก็บได้หลายระยะ ตั้งแต่ดอกมีลักษณะสีเขียวจนถึงสีเหลือง ในขณะที่ดอกกระดังงาไทยสามารถเก็บมาใช้ได้เฉพาะดอกสีเหลืองเท่านั้น

กานพลู

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Clove Tree
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	จันทน์ (ภาคเหนือ), ดอกจันทร์ (เชียงใหม่)

การจัดจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Division Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Myrtales

Family Myrtaceae

Genus *Syzygium*

Species *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. &
Perry 1939

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กานพลูเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ลำต้นมีความสูงประมาณ 9 – 12 เมตร ผิวมีสีเหลืองน้ำตาล ใบมีสีเขียวเข้ม ผิวของใบเรียบมัน ก่อนข้างหนา ใบยาวประมาณ 4 นิ้ว กว้างประมาณ 2 นิ้ว ปลายใบและโคนใบแหลม เป็นรูปไข่รี ดอกมีสีเขียวอมแดงเลือดหมู หรือสีขาวอมเขียว ดอกจะออกเป็นกระจุก หรือเป็นช่อ ประมาณ 15 – 20 ดอก คล้ายดอกขจร ผลมีสีน้ำตาลเข้ม ผลมีขนาดยาวประมาณ 1 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.3 – 0.4 เซนติเมตร (วิทย์, 2548)

สารเคมีที่สำคัญ

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดด้วยวิธีกลั่นจากกานพลูและอบเชย คิดเป็นสัดส่วน 1.245 เปอร์เซ็นต์ และ 2.532 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC – MS พบว่าน้ำมันหอมระเหยอบเชยมีสารประกอบสำคัญ ได้แก่ eugenol มี 72.87 เปอร์เซ็นต์ trans – caryophyllene มี 22.55 เปอร์เซ็นต์ α – humulene มี 2.59 เปอร์เซ็นต์ iso – eugenol มี 0.35 เปอร์เซ็นต์ และ caryophyllene oxide มี 0.26 เปอร์เซ็นต์ กานพลูมีสารประกอบสำคัญ ได้แก่ methyl cinnamate มี 60.02 เปอร์เซ็นต์ trans – cinnamaldehyde มี 22.83 เปอร์เซ็นต์ 1,8 – cineole มี 1.99 เปอร์เซ็นต์ limonene มี 0.30 เปอร์เซ็นต์ pinene มี 0.06 เปอร์เซ็นต์ และ camphene มี 0.59 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำน้ำมันหอมระเหยอบเชยและกานพลูไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. ทั้ง 4 ชนิดคือ *A. niger*, *A. terreus*, *A. fumigatus* และ *Aspergillus* sp. พบว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลู และอบเชย สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้ดี (ภัสจันท์ และคณะ, 2553)

Lee *et al.* (2001) พบว่าสารสกัดจากดอกกานพลูที่สกัดด้วยวิธีกลั่นด้วยไอน้ำ มีคุณสมบัติ antioxidant โดยสามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ hexanal เป็นเวลา 30 วัน ที่ระดับ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เมื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC – MS พบว่ามีสารประกอบทั้งหมด 22 ชนิด สารประกอบหลักคือ eugenol (24.371 มิลลิกรัมต่อกรัม) และ eugenyl acetate (2.354 มิลลิกรัมต่อกรัม) สาร eugenol, eugenyl acetate และ benzyl alcohol สามารถยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของ hexanal ได้ 99 เปอร์เซ็นต์, 99 เปอร์เซ็นต์ และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากตะไคร้ *Cymbopogon citratus* และกานพลู *S. aromaticum* พบว่าน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิดนี้ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Candida albicans* เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ amphotericin B และ fluconazole ที่ $0.5 \times \text{MIC}$ น้ำมันหอมระเหยของกานพลูมีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อรา *C. albicans* ได้ดีที่สุด (Sajjad *et al.*, 2012)

น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากกานพลูมี eugenol เป็นสารประกอบหลัก มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อปรสิตชนิด *Giardia lamblia* ซึ่งก่อให้เกิดโรค Giardiasis โดยน้ำมันหอมระเหยของกานพลู มีค่า LC_{50} เท่ากับ 134 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ eugenol มีค่า LC_{50} เท่ากับ 101 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร น้ำมันหอมระเหยของกานพลูมีฤทธิ์ในการยับยั้ง trophozoites ของ *G. lamblia* ตั้งแต่หนึ่งชั่วโมงแรกและสามารถฆ่าได้มากถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนประชากรปรสิตทั้งหมดในเวลาต่อมา ส่วน eugenol มีฤทธิ์ในการยับยั้ง trophozoites ของ *G. lamblia* ภายหลัง 3

ชั่วโมง ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยของกานพลูและ eugenol สามารถยับยั้งการเกิดโรค Giardiasis ได้ (Machado *et al.*, 2011)

ประสิทธิภาพของเจลไดยูกลายที่มีสารออกฤทธิ์ที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยของกานพลู พบว่าเจลไดยูกลายขนาด 2.5 กรัม ที่เตรียมเสร็จแล้วเก็บไว้ในขวดแก้วที่มีฝาปิดสนิทและทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 2 เดือน เจลไดยูกลายที่มีสารออกฤทธิ์จากน้ำมันหอมระเหยกานพลูมีประสิทธิภาพสูงสุดในการไดยูกลาย โดยมีจำนวนยุงที่บินหนี เท่ากับ 93 ตัว เมื่อเปิดใช้เจลในวันที่ 7 และ จำนวนยุงที่บินหนี จะลดลงมาเท่ากับ 85 ตัว 83 ตัว และ 65 ตัว เมื่อเปิดใช้เจลในวันที่ 18 วันที่ 10 และ วันที่ 26 ตามลำดับ (รัตน, 2554)

Fayemiwo *et al.* (2014) ศึกษาสารประกอบทางเคมีและทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากต้นสน สก๊อต *Pinus sylvestris* และกานพลู *S. aromaticum* ในการยับยั้งยุงลาย *Aedes aegypti* และยุงรำคาญ *Culex quinquefasciatus* ผลการทดลองพบว่า เมื่อวิเคราะห์สารประกอบทางเคมีด้วยเครื่อง GC – MS แล้วน้ำมันหอมระเหยของกานพลูมีสารประกอบหลักคือ eugenol 80.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนน้ำมันหอมระเหยของสนสก๊อตมีสาร 3 – Cyclohexane – 1 – methanol, .alpha., .alpha. 4 – trimethyl (27.1 เปอร์เซ็นต์) เป็นสารประกอบที่สำคัญ ซึ่งน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิดนี้ ทำให้เกิดอัตราการตายของลูกน้ำยุงได้มากถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมง อัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* มีค่า LC_{50} (น้ำมันหอมระเหยของกานพลู) เท่ากับ 92.56 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วน LC_{50} (น้ำมันหอมระเหยของสนสก๊อต) เท่ากับ 100.39 มิลลิกรัมต่อลิตร อัตราการตายของลูกน้ำยุงรำคาญ *C. quinquefasciatus* มีค่า LC_{50} (น้ำมันหอมระเหยของกานพลู) เท่ากับ 124.42 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วน LC_{50} (น้ำมันหอมระเหยของสนสก๊อต) เท่ากับ 128.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยของกานพลู จะมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงสูงกว่าน้ำมันหอมระเหยของสนสก๊อต

กระวาน

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Round Siam cardamom, Best Cardamom, Clustered Cardamom และ Camphor Seeds
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	กระวานขาว (ภาคกลาง ภาคตะวันออก), ข่าโคม, ข่าโคก, หมากเนิ้ง (ตะวันออกเฉียงเหนือ), ปล้าก้อ (ปัตตานี), มะอี (เหนือ), กระวานดำ, กระวานแดง, กระวานโพธิสัตว์, กระวานจันทร์

การจัดจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Magnoliales

Family Zingiberaceae

Genus *Amomum*

Species *Amomum krervanh* Pierre ex Gagnep.

1906

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระวานเป็นไม้ล้มลุก สูงประมาณ 1 – 3 เมตร มีเหง้าหัวอยู่ใต้ดิน กาบใบซ้อนกันกลม คล้ายลำต้น ใบเป็นใบเดี่ยว รูปขอบขนาน ยาว 15 – 25 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบสอบ ขอบใบเรียบ ใบมักแผ่ออกเป็นแผง ออกดอกเป็นช่อแทงออกจากเหง้าหัวใต้ดิน รูปทรงกระบอกยาว 6 – 15 เซนติเมตร ดอกเรียงซ้อนรอบแกนช่อ กลีบดอกสีเหลืองอ่อนเป็นหลอด มีใบประดับเรียงซ้อนกันตลอดทั้งช่อ ปลายกลีบเลี้ยงเป็นหยัก 3 หยัก เกสรตัวผู้ไม่สมบูรณ์ จะเปลี่ยนสภาพเป็นกลีบสีขาวขนาดใหญ่ มีแถบสีเหลืองตรงกลาง (นิจศิริ และคณะ, 2547)

สารเคมีที่สำคัญ

Yin *et al.* (2013) พบว่าสารประกอบทางเคมีของสารสกัดจากผลกระวาน *A. krervanh* ที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ มีโครงสร้างแกนกลางที่ประกอบด้วย diarylheptanoids กับ tetrahydropyran ring ได้แก่ kravanhol A, kravanhol B และ diarylheptanoid renealtin A เมื่อนำมาวิเคราะห์และแยกโครงสร้างของสารประกอบทางเคมี พบว่า kravanhol B สามารถยับยั้งผลิตภัณฑ์ของ nitric oxide ได้

สารประกอบทางเคมีของสารสกัดจากผลกระวาน *A. krervanh* ซึ่งมี natural peroxide อยู่หลายชนิด ได้แก่ artemisinin, carodamom peroxide และ terpenic peroxide พบว่าสารประกอบเหล่านี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อมาลาเรีย *Plasmodium falciparum* แสดงว่าเป็นสารที่สามารถ antimalarial activity ได้ (Cointeaux *et al.*, 2002)

เมื่อวิเคราะห์และแยกสารประกอบทางเคมีของสารสกัดจากผลกระวาน *A. krervanh* ที่สกัดด้วย hexane โดยวิธี Standard chromatographic techniques (PLC, gravity column, MPLC และ HPLC) มีสารสำคัญอยู่ 3 ชนิด คือ myrtenal, myrtenol และ *trans* – pinocarveol เปอร์เซ็นต์ที่ได้เท่ากับ 0.003 เปอร์เซ็นต์, 0.0001 เปอร์เซ็นต์ และ 0.0005 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่าสารสำคัญดังกล่าวมีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Plasmodium falciparum* มีค่า EC_{50} เท่ากับ 8×10^{-7} กรัมต่อมิลลิลิตร ดังนั้น สารสกัดจากผลกระวาน *A. krervanh* ซึ่งเป็นสมุนไพรของไทยสามารถ antimalarial activity ได้ (Kamchonwongpaisan *et al.*, 1995)

วัชรินทร์ (2555) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเหง้ากระวานแห้ง *A. krervanh* ที่สกัดด้วยตัวทำละลาย Petroleum ether, dichlorometane, methanol และ สารสกัดจากเหง้าของกระวานสดที่สกัดด้วย methanol โดยวิธี maceration method ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* และยีสต์ 1 ชนิด คือ *Candida albicans* โดยวิธี disc diffusion method พบว่าสารสกัดจากเหง้ากระวานที่สกัดด้วย petroleum ether มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด 2 ชนิด คือ *S. aureus* และ *E. coli* เท่ากับ 30 มิลลิเมตร และ 25 มิลลิเมตร ตามลำดับ และสามารถยับยั้งเชื้อ *C. albicans* เท่ากับ 35 มิลลิเมตร ในขณะที่สารสกัดจากเหง้ากระวานแห้งที่สกัดด้วย dichlorometane, methanol และสารสกัดจากเหง้ากระวานสดที่สกัดด้วย methanol ไม่สามารถยับยั้งเชื้อทั้ง 4 ชนิดได้ และเมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสาร antioxidant ของสารสกัดจากเหง้ากระวานแห้งที่สกัดด้วย petroleum ether,

dichlorometane, methanol และสารสกัดจากเหง้ากระวานสดที่สกัดด้วย methanol โดยวิธี DPPH free radical scavenging method พบว่าสารสกัดจากเหง้ากระวานสดที่สกัดด้วย methanol มีประสิทธิภาพในการเป็นสาร antioxidant ได้ดีที่สุด โดยค่าเปอร์เซ็นต์ scavenging effect เท่ากับ 79.79 ที่ความเข้มข้น 1000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



ฝรั่ง

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Guava
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	จุ่มโป้ (สุราษฎร์ธานี), ชมพู่ (ตรัง, ปัตตานี), มะก้วย (เชียงใหม่, เหนือ), มะก้วยกา (เหนือ), มะกา (กลาง แม่ฮ่องสอน), มะจิน (ตาก), มะมัน (เหนือ), ะมูมู เติบ้นยา (มลายู นราธิวาส), ะริง (ละว้า เชียงใหม่), ยามู (ใต้), ย่าหุม (ใต้), สีดา (นครพนม, นราธิวาส)

การจัดจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Myrtales

Family Myrtaceae

Genus *Psidium*Species *Psidium guajava* L. 1753

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ฝรั่งเป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก สูงประมาณ 3 – 10 เมตร เปลือกลำต้นสีน้ำตาลเรียบเกลี้ยง พอลำต้นแก่เปลือกต้นจะหลุดลอกออกมาเป็นแผ่น กิ่งอ่อนเป็นเหลี่ยมสี่เหลี่ยม มีขนสีขาว ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงตรงข้ามกัน ใบรูปรีแกมขอบขนาน ปลายใบและโคนใบมน เนื้อใบหนาหยาบ ทั้งใบเป็นริ้วเห็นเส้นใบได้ชัดเจน ขอบใบเรียบ ก้านใบสั้น ดอกออกเป็นช่อ ออกตามซอกใบ ในช่อหนึ่งมีดอกย่อย 3 – 5 ดอก ดอกย่อยสีขาว กลีบดอกบางมี 4 – 5 กลีบ หลุดร่วงง่าย เกสรตัวผู้มีจำนวนมาก กลีบเลี้ยงมี 4 กลีบ ติดอยู่จนเป็นผล ผลมีรูปทรงกลม ผิวเรียบเกลี้ยง ผลอ่อนสีเขียวแก่หรือเขียวอ่อน พอสุกเป็นสีเหลือง มีเนื้อผล เมล็ดเล็กกลมแข็ง สีน้ำตาลอ่อน มีจำนวนมาก (นิจศิริ และคณะ, 2547)

สารเคมีที่สำคัญ

สารประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากลำต้นและใบของฝรั่ง *P. guajava* นำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC และ GC – MS มีสารประกอบทั้งหมด 21 ชนิด สารประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากลำต้นฝรั่ง คือ Germacrene D มี 16.79 เปอร์เซ็นต์ α – humulene มี 10.93 เปอร์เซ็นต์ และ Valerenol มี 10.62 เปอร์เซ็นต์ สารประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากใบฝรั่ง คือ Veridiflorol มี 36.4 เปอร์เซ็นต์ และ Trans – caryophyllene มี 5.9 เปอร์เซ็นต์ ได้น้ำมันหอมระเหยเป็นสัดส่วน 0.66 เปอร์เซ็นต์ (v/w) (Khadhri *et al.*, 2014)

Gupta *et al.* (2014) พบว่าสารสกัดจากใบฝรั่ง *P. guajava* มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในตัวมนุษย์ทั้งแกรมบวก แกรมลบ และเชื้อราได้ อีกทั้งยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งไบโอฟิล์มจากเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ *Candida albicans* ในห้องปฏิบัติการ ได้ดีอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Limsong *et al.* (2004) ที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus mutans* ATCC 25175 และ TPF – 1 ในหลอดทดลอง พบว่าสารสกัดจากฝรั่ง *P. guajava* ที่สกัดด้วยเอทานอล 50 – 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วทำให้แห้ง โดยมีความเข้มข้นอยู่ที่ 0.5 เปอร์เซ็นต์ (w/v) สามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่อยู่ในถาดแก้วได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Pandey *et al.* (2012) ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบ ผล และลำต้นของฝรั่ง *P. guajava* ที่สกัดด้วย ethanolic, methanolic, ethyl acetate และน้ำร้อน ต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Pseudomonas aeruginosa* พบว่าสารสกัดจากลำต้นของฝรั่งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *P. aeruginosa* ได้ดีที่สุด โดยสารสกัดจากลำต้นที่สกัดด้วย ethanolic และน้ำร้อนสามารถยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้น้อยกว่า เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสกัดด้วย methanolic และ ethyl acetate สารสกัดจากลำต้นฝรั่งที่สกัดด้วย ethanolic, ethyl acetate และ methanolic มีความเข้มข้นน้อยที่สุดเท่ากับ 0.33 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร, 1.98 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร, 0.05 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สารประกอบทางเคมีหลักของสารสกัดจากฝรั่ง *P. guajava* ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ reducing sugar, tannins, phlobatannins, saponins, terpenoids, alkaloids และ poly phenols

มะนาว

ชื่อสามัญ (Common Name)	:	Lime
ชื่ออื่นๆ (Other Name)	:	ส้มมะนาว มะลิง (ภาคเหนือ), ส้มน้ำว (ภาคใต้)

การจัดจำแนกตามอนุกรมวิธาน

Kingdom Plantae

Phylum Magnoliophyta

Class Magnoliopsida

Order Sapindales

Family Rutaceae

Genus *Citrus*Species *Citrus aurantiifolia* (Christm. & Panz.) Swingle 1913

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะนาวเป็นไม้พุ่ม ลำต้นสูงประมาณ 2 – 4 เมตร ผิวเปลือกลำต้นเรียบเกลี้ยง ส่วนกิ่งก้านอ่อนมีหนาม ขาวประมาณ 3 – 13 มิลลิเมตร ใบออกเรียงสลับกัน ลักษณะของใบเป็นรูปไข่ หรือรูปรียาว ปลายใบแหลม โคนใบกลมมีปีกแคบๆ ริมขอบใบหยัก ใบมีขนาดกว้างประมาณ 1.5 – 5.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 2.5 – 9 เซนติเมตร ดอกออกเป็นช่อสั้นๆ มีประมาณ 5 – 7 ดอก หรืออาจเป็นดอกเดี่ยว ลักษณะของดอกมีสีขาว กลีบดอกมีประมาณ 4 – 5 กลีบ กลีบดอกเป็นรูปรียาว ปลายกลีบแหลม มีขนาดยาวประมาณ 7 – 12 มิลลิเมตร กว้างประมาณ 2.5 – 5 มิลลิเมตร ตรงกลางดอกมีเกสรตัวผู้และตัวเมียเล็กๆ อยู่ ผลมีลักษณะเป็นรูปกลม พื้นผิวเรียบเกลี้ยง ขนาดของผลมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 1.5 – 2 นิ้ว ผลอ่อนมีสีเขียวเข้ม เมื่อแก่ผลก็เปลี่ยนเป็นสีเหลือง เนื้อในผลจะแยกออกเป็นซีก ภายในเนื้อก็มีเมล็ด ลักษณะกลมรี สีเหลืองอ่อน ผลหนึ่งก็จะมีหลายเมล็ด (วิทย์, 2548)

สารเคมีที่สำคัญ

Guimaraes *et al.* (2010) พบว่าสารสกัดจากมะนาว *C. aurantiifolia* มีสารประกอบทางเคมี คือ phenolics, flavonoids, ascorbic acid และ carotenoids เป็นสารกลุ่มหลักที่เป็นสาร antioxidant และ reducing sugar

สารกลุ่ม flavonoid ในพืชตระกูลส้ม citrus เช่น ฝรั่ง เลมอน และมะนาว พบว่ามีสารกลุ่ม flavonones อยู่ทั้งหมด 8 ชนิด ได้แก่ didymin, eriocitrin, hesperidin, naringin, narirutin, neoeriocitrin, neohesperidin และ poncirin ซึ่งสารประกอบหลักที่อยู่ในเลมอนและมะนาว คือ hesperidin และ eriocitrin (Peterson *et al.*, 2006)

Meiyanto *et al.* (2012) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากเปลือกของส้มแมนดาริน *Citrus reticulata* และมะนาว *C. aurantiifolia* ที่สกัดด้วย ethanolic พบว่าสารสกัดจากเปลือกทั้ง 2 ชนิด สามารถต้านมะเร็ง anticarcinogenic, antiproliferative, co – chemotherapeutic และ estrogenic effects ได้ ในพืชตระกูลส้มจะมีสารกลุ่ม flavonoid ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นยาต้านมะเร็ง (chemotherapeutic agents) โดยมีสารประกอบทางเคมี ได้แก่ tangeretin, nobiletin, hesperetin, hesperidin, naringenin และ naringin สารกลุ่ม flavonoid ดังกล่าวมีฤทธิ์ในการยับยั้งกลไกการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้ อีกทั้งยังมีประสิทธิภาพพร้อมกับยาต้านมะเร็งตัวอื่นๆ ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งได้อีกด้วย

Montemayor *et al.* (2012) พบว่าสารประกอบทางเคมีของสารสกัดจากเปลือกมะนาว *C. aurantiifolia* ที่สกัดด้วย hexane มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* H₃₇Rv เมื่อแยกสารสกัดโดยวิธี column chromatography ได้สารประกอบหลักคือ (1) 5 – geranyloxypsoralen ; (2) 5 – geranyloxy – 7 – methoxycoumarin ; (3) 5, 7 – dimethoxycoumarin ; (4) 5 – methoxypsoralen ; (5) 5, 8 – dimethoxypsoralen เมื่อวิเคราะห์สารประกอบทางเคมีของสารสกัดจากเปลือกมะนาวที่สกัดด้วย hexane ด้วยเครื่อง GC – MS จะได้สารระเหยทั้งหมด 44 ชนิด ประกอบด้วย 5, 7 – dimethoxycoumarin (15.79 เปอร์เซ็นต์), 3 – methyl – 1, 2 – cyclopentanedione (8.27 เปอร์เซ็นต์), 1 – methoxy – cyclohexane (8.0 เปอร์เซ็นต์), corylone (6.93 เปอร์เซ็นต์), palmitic acid (6.89 เปอร์เซ็นต์), 5, 8 – dimethoxypsoralen (6.08 เปอร์เซ็นต์), α – terpineol (5.97 เปอร์เซ็นต์) และ umbelliferone (4.36 เปอร์เซ็นต์) จากผลการทดลองพบว่า 5, 8 – dimethoxypsoralen, 5 – geranyloxypsoralen, palmitic acid, linoleic acid, oleic acid, 4 – hexane –

3 – one และ citral ซึ่งเป็นสารประกอบทางเคมีของสารสกัดจากเปลือกมะนาว *C. aurantifolia* มีคุณสมบัติเป็นสาร antimycobacterial activity ได้ โดย 5, 8 – dimethoxypsoralen และ palmitic acid เป็นสารที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *M. tuberculosis*



ยุงลาย

การจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน

Kingdom Animalia

Phylum Arthropoda

Class Insecta

Order Diptera

Family Culicidae

Genus *Aedes*

Species *Aedes aegypti*

ยุงลาย *Aedes aegypti*

ยุงลายเป็นยุงชนิดหนึ่งที่เป็นพาหะนำโรคในคนเรารองจากยุงก้นปล่อง ลักษณะเด่นของยุงลายคือ ลำตัวมีลายขาวสลับดำ ยุงลายอยู่ในกลุ่มคูลิซีนหรือคิวลิซีน (Culicine) ในสกุลอีดีส (*Aedes*) ยุงลายที่มีอยู่ในโลกนี้มีถึงมากกว่า 500 ชนิด ยุงลายที่ทำให้เกิดโรคในคนมีหลายชนิดที่สำคัญคือ *A. aegypti* พาหะนำโรคที่สำคัญมากที่สุดของเชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้เลือดออก (Dengue fever) ไข้เหลือง (Yellow fever) ฯลฯ

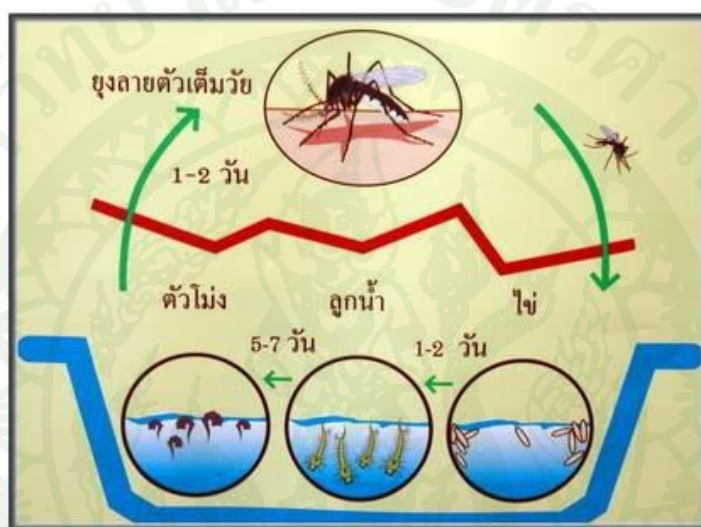


ภาพที่ 1 ยุงลาย *A. aegypti*

ที่มา: Wilson (2014)

วัฏจักรชีวิตของยุงลาย

วัฏจักรชีวิตของยุงลายทั้ง 4 ระยะคือ ระยะไข่ ระยะตัวอ่อน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย ช่วงอายุไข่ตั้งแต่ 10 วัน จนถึง 3 สัปดาห์ ยุงลายชอบวางไข่ในน้ำใสตามแหล่งต่างๆ ที่มีน้ำขังชั่วคราว เช่น โถ่งน้ำ กระจป๋อง โพรงไม้ จานรองขาตู้กับข้าว ฯลฯ ออกหากินในเวลากลางวัน จะวางไข่เป็นฟองเดี่ยว บริเวณที่มีน้ำขังและลักษณะเป็นน้ำนิ่ง



ภาพที่ 2 วัฏจักรชีวิตของยุงลาย

ที่มา: สำนักพัฒนาการประชาสัมพันธ์ (2557)

ระยะไข่

ไข่ของยุงลายเป็นแบบฟองเดี่ยวไม่ติดกันเป็นแพ รูปร่างคล้ายทอรัปีโดหรืออนุหรีซิการ์ บางชนิดอาจมีรูปร่างคล้ายกระสวย ไม่มีท่อนหรือปีกช่วยในการพองตัวให้มีการลอย มีความทนทานต่อความแห้งอาจอยู่ได้นานเป็นเดือน จนกว่าจะมีน้ำซึ่งอาจมีเพียงเล็กน้อย เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 24 ชั่วโมง ไข่ที่ลอยที่ผิวน้ำก็จะฟักเป็นตัวอ่อน



ภาพที่ 3 ไข่ของยุงลาย

ที่มา: Entomology & Nematology (2014)

ระยะตัวอ่อน

ตัวอ่อนของยุงลายมักอาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำขังชั่วคราวหรือน้ำนิ่งที่มีความใสสะอาด เช่น ในแจกัน ขางรถยนต์ โถงน้ำ ฯลฯ ตัวอ่อนจะใช้อวัยวะสำหรับหายใจโดยมีท่อหายใจแบบ siphon ขนาดสั้นอยู่ที่ช่วงท้องปล้องที่แปด เกาะผิวน้ำตลอดเวลา ตัวอ่อนใช้เวลา 75 เปอร์เซ็นต์ของช่วงวัยนี้ไปกับการหาอาหาร เชื้อของมันคือ ไรน้ำ แบคทีเรีย และพืชขนาดเล็ก ที่มีอุดมสมบูรณ์ในน้ำที่สกปรก การกินอาหารอย่างต่อเนื่องและตลอดเวลาเช่นนี้ ทำให้ลูกอ่อนเจริญเติบโตเร็วจนมีอวัยวะที่เป็นขา ปีก และปาก ปรากฏ จากนั้นมันก็จะเข้าสู่สภาพดักแด้



ภาพที่ 4 ตัวอ่อนยุงลายระยะที่ 4 แสดงเกาะผิวน้ำตลอดเวลาขณะหากิน

ที่มา: Wilson (2014)

ระยะดักแด้

เป็นระยะที่มีความต้องการอากาศในการหายใจโดยอาศัยท่อหายใจรูปร่างคล้ายแตร ทรัมเป็ตแต่มีขนาดเล็กสั้น ซึ่งถ้าไม่มีอะไรมารบกวนมันก็จะลอยติดได้ผิวน้ำตลอดไป แต่พอมีเงามืดมา ทาบทับ มันก็จะดำลงทันที ในช่วงเวลานี้มันก็จะไม่กินอาหารหรือขับถ่ายอะไรเลย จนกระทั่งมัน กลายเป็นยุงลายสมบูรณ์



ภาพที่ 5 ดักแด้ของยุงลาย *A. aegypti*

ที่มา: Wilson (2014)

ระยะตัวเต็มวัย

เมื่อดักแต่ลอกคราบออกมาหลายเป็นตัวเต็มวัย มีร่างกายอ่อนนุ่ม เปราะบาง แบ่งเป็น 3 ส่วนแยกออกจากกันเห็นได้ชัดเจนคือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ลำตัวยาวประมาณ 4 – 6 มิลลิเมตร มีเกล็ดสีดำสลับขาวตามลำตัวรวมทั้งส่วนหัวและส่วนอกด้วย มีขา 6 ขาอยู่ที่ส่วนอก ขามีสีดำสลับขาวเป็นปล้องๆ ที่ขาหลังบริเวณปลายปล้องสุดท้ายมีสีขาวยาวตลอด มีปีกที่เห็นได้ชัดเจน 2 ปีกอยู่บริเวณส่วนอก ลักษณะของปีกบางใส มีเกล็ดเล็กๆ บนเส้นปีก ลักษณะของเกล็ดแคบ ขาว บนขอบหลังของปีกมีเกล็ดเล็กๆ เป็นชายครุย นอกจากนี้ที่ส่วนอกยังมีอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัวอยู่ใกล้กับปีก มีปากยาวมาก ลักษณะปากเป็นแบบแทงดูด เส้นหมวดประกอบด้วยปล้องสั้นๆ 14 – 15 ปล้อง ที่รอยต่อระหว่างปล้องมีขนขึ้นอยู่โดยรอบ ในขงตัวผู้เส้นขนเหล่านี้ยาวมาก (ใช้รับคลื่นเสียงที่เกิดจากการขยับปีกของขงตัวเมีย) มองดูคล้ายพู่ขนนก ส่วนในขงตัวเมียเส้นขนที่รอยต่อระหว่างปล้องจะสั้นกว่าและมีจำนวนน้อยกว่า ลักษณะของหมวดขงจึงใช้ในการจำแนกเพศของขงได้ง่าย

ขงหลายเป็นขงที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับคน อาศัยพักตัวอยู่ในบ้านหรืออาคารที่พักอาศัย จะดูดเลือดมนุษย์หรือสัตว์แล้วหลบซ่อนตัวอยู่ภายใน อาจอยู่ตามซอกมุมต่างๆ เช่น ตามตู้ เพดาน ฯลฯ ออกหากินในเวลากลางวันบินออกหากินในระยะใกล้แหล่งกำเนิดของมัน อาจบินได้ในระยะตั้งแต่ 100 ฟุตไปจนถึง 300 ฟุต ขงหลายชนิด *A. aegypti* ชอบดูดเลือดมนุษย์มากกว่าสัตว์อื่นๆ มีวงจรชีวิตอาจจะแปรผันตั้งแต่ 3 วันถึง 3 สัปดาห์หรืออาจจะมากกว่านี้ ตัวเต็มวัยของมันอาจมีชีวิตยืนยาวได้นานประมาณ 4 เดือน เป็นพาหะนำโรคระหว่างมนุษย์



ภาพที่ 6 ทำยีนพักของขงหลาย

ที่มา: Goeldi (1905)

การจับคู่ผสมพันธุ์ของยุงลาย *A. aegypti*

ยุงลาย *A. aegypti* จับคู่ผสมพันธุ์โดยไม่ต้องบินรวมกลุ่มในอากาศ (swarm) เมื่อตัวผู้ตอบสนองต่อเสียงกระพือปีกของตัวเมีย ตัวเมียอายุ 3 – 4 วัน มีอัตราการกระพือปีกอยู่ที่ช่วงระหว่าง 450 – 600 ครั้ง/วินาที ค่าเฉลี่ยประมาณ 500 ครั้ง/วินาที ตัวผู้แสดงอาการตอบสนองต่อเสียงภายในช่วง 400 – 600 ครั้ง/วินาที และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่ออัตรา 500 – 550 ครั้ง/วินาที ตัวผู้จะปรับตัวเพื่อสนองตอบต่อตัวเมื่อกำลังบิน *A. aegypti* ตัวผู้สามารถค้นหาตัวเมียได้ภายในระยะทาง 25 เซนติเมตร และตอบสนองต่อเสียงระดับประมาณ 20 เดซิเบล *A. aegypti* ตัวผู้มีความถี่ของการกระพือปีกสูงกว่าตัวเมีย แต่เพราะว่าทั้ง 2 เพศมีความถี่ต่ำกว่านี้ในระยะเริ่มแรกของชีวิตตัวเต็มวัย ดังนั้นความเร็วของการกระพือปีกของตัวผู้ที่หนุ่มแน่นจะเหมือนกับของตัวเมียที่มีอายุแล้ว

การวางไข่

การวางไข่เกิดขึ้นภายหลังเสร็จสิ้นกิจกรรมในรอบวัน (circadian rhythm) การวางไข่ของ *A. aegypti* เกิดขึ้นมากที่สุดก่อนพระอาทิตย์ตกและคงเป็นเช่นนี้ตลอดไป แม้ว่าความยาวของแสงในช่วงเวลากลางวันและแปรผันไปก็ตาม ปัจจัยที่ควบคุมการวางไข่คือการเริ่มมืด ไม่ใช่ความยาวของแสงในช่วงเวลากลางคืน

แหล่งที่พบ

ยุงลายจะออกหากินในเวลากลางวัน แต่ถ้าในช่วงเวลากลางวันนั้นยุงลายไม่ได้กินเลือดหรือกินเลือดไม่อิ่ม ก็อาจออกหากินเลือดในเวลาพลบค่ำด้วย ช่วงเวลาที่สามารถพบยุงลายได้มากที่สุดมี 2 ช่วง คือ ในช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลาบ่าย ถึงเย็น โดยบางรายงานระบุว่า ช่วงเวลาที่ยุงลายออกหากินมากที่สุด คือ ระหว่าง 09.00 – 11.00 นาฬิกา และ 13.00 – 14.30 นาฬิกา แต่บางรายงานก็ระบุแตกต่างกันออกไป เช่น ระหว่าง 06.00 – 07.00 นาฬิกา และ 17.00 – 18.00 นาฬิกา (ทั้งนี้แล้วแต่ว่าทำการศึกษาในฤดูกาลใด) และจากการศึกษาพฤติกรรมการกัดของยุงลายที่กรุงเทพฯ พบว่า จะกัดในเวลากลางวัน ช่วงเวลาที่มีการกัดมาก ได้แก่ 09.00 – 10.00 นาฬิกา และ 16.00 – 17.00 นาฬิกา และพบว่ายุงลายบ้านชอบกัดคนในบ้าน ส่วนยุงลายสวนชอบกัดคนนอกบ้าน

ยุงลายเป็นยุงที่ไม่ชอบแสงแดดและลมแรง ดังนั้นจึงหากินไม่ไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์ โดยทั่วไปมักบินไปไม่เกิน 50 – 80 เมตร นอกจากนี้จะพบว่ามียุงลายชุกชุมมากในฤดูฝน ช่วงหลังฝนตกชุกเพราะมีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะแก่การแพร่พันธุ์ ส่วนในฤดูอื่นๆ จะพบว่า ความชุกชุมของยุงลายลดลงเล็กน้อย

การแพร่กระจายและการขยายพันธุ์

พิสัยการบินของยุงชนิดใดชนิดหนึ่ง ไม่ใช่เขตที่ยุงจะไม่บินออกไป แต่พิสัยของการบินจะบอกระยะทางที่ซึ่งจะมียุงจำนวนน้อยมากที่จะบินเกินเขตนี้ออกไป การแพร่กระจายได้รับอิทธิพลจากลม อายุขัยของยุงและการมีตัวให้อาศัย (host) ที่เหมาะสม พบว่ายุงในป่าจะมีพิสัยการบินจำกัดกว่าพวกที่วางไข่ในที่โล่ง ในที่ที่มีแหล่งเพาะพันธุ์ที่เหมาะสมใกล้บ้านคน *A. aegypti* จะไม่กระจายออกไปเกินกว่าครึ่งกิโลเมตร

ในเขตร้อนชื้น การขยายพันธุ์เกิดขึ้นทั้งปี และจำนวนของยุงตัวเต็มวัยก็ไม่ต่างกันมากนัก ในกรุงเทพมหานคร พบว่าความแตกต่างของจำนวนยุง *A. aegypti* ในแต่ละเดือนไม่มีนัยสำคัญ ความแตกต่างในจำนวนจะเกิดขึ้นต่อเมื่อมีการเคลื่อนย้ายของประชากรยุง แต่ก็มีเพียง 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ตัวเมียมีชีวิตอยู่รอดได้ดีกว่าตัวผู้ การอยู่รอดประจำวัน (daily survival) ของตัวเมีย เท่ากับ 81 – 84 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของตัวผู้ เท่ากับ 70 – 72 เปอร์เซ็นต์ (อนันต์, 2540)

การดูดเลือด

ยุงลายที่โตเต็มที่ มีสายตาแหลมคม ใช้หนวดในการดมกลิ่นคน ดังนั้นถ้าหนวดของยุงลายตัวเมียถูกตัด ถึงแม้จะหิวสักเพียงใด มันก็ไม่กัดคน นักชีววิทยายังพบอีกว่า มันชอบกัดคนในบ้านมากกว่านอกบ้าน ชอบแฝงตัวอยู่ตามผ้าสีทึบและยุงตัวเมียมักไม่กัดคนตอนกลางคืน และถ้ามีมือที่อุ่นกับเย็นให้เลือกเกาะ มันจะเลือกมือที่อุ่น แต่ถ้ามีมือเย็นเพียงตัวเดียว มันก็เกาะมือเย็นอย่างไม่ยั้งคินัก มันชอบเกาะมือที่แห้งมากกว่ามือที่เปียก และถ้าให้ยุงลายบินหาเหยื่อในภาชนะปิดที่มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์ฟุต มันจะใช้เวลาตั้งแต่ 5 – 30 วินาที ในการบินถึงเหยื่อ ซึ่งถ้าเป็นกรณีเช่นคน นักชีววิทยาพบว่า เมื่อบินลงเกาะบนผิวหนังแล้ว มันจะเดินอีกสองสามก้าวก่อนที่จะใช้จ้องปากกดเคี้ยวทำมุม 75 องศากับผิวหนัง ไซ้หาทั้งหยักบนบนผิวหนัง แล้วใช้เวลาประมาณ 50 วินาที ใช้ปากเจาะผ่านผิวหนัง 2.30 นาที ในการดูดเลือดและใช้เวลาเพียง 5 วินาที ในการถอนจะงอยปาก นัก

ชีววิทยาพบว่าในการดื่มเลือดครั้งหนึ่ง ยุงลายได้เลือดประมาณ 3 มิลลิกรัม และขณะยุงลายดื่มเลือดเชื้อโรคต่างๆ ที่มีในยุงลายก็จะเล็ดลอดเข้าสู่ร่างกายของคนที่ถูกยุงลายตัวนั้นกัดทันที และถึงแม้ท่อน้ำลายของยุงลายจะถูกตัด มันก็ยังสามารถดูดเลือดได้ แต่ถ้าขาทั้งหกของมันถูกตัด ถึงแม้มันจะยังบินได้ แต่มันก็ไม่สามารถกัดคนได้ เพราะมันต้องการขาอย่างน้อยสามขาในการยันตัวไว้เวลากัดคน ส่วนเส้นประสาทที่เรียกว่า ventral nerve cord ที่ท้องยุงลายนั้น ก็มีบทบาทในการควบคุมปริมาณการดื่มเลือดของยุงลาย เพราะถ้าเส้นประสาทส่วนนี้ถูกตัด ยุงลายจะดื่มเลือดจนท้องแตกตาย หรือถ้าไม่ตาย มันก็จะสลบไสล และจะตายในอีก 24 ชั่วโมงต่อมา (สุทัศน์, 2547)



ภาพที่ 7 ยุงลายแสดงการดื่มเลือดโดยใช้จะงอยปากเจาะผ่านผิวหนัง

ที่มา: Garvey (2013)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับสกัดน้ำมันระเหย

1.1 พืชสมุนไพรไทยที่ใช้ในการศึกษาวิจัยมีทั้งหมด 10 ชนิดคือ แมงลัก

O. americanum โหระพา *O. basilicum*, อบเชยเทศ *C. zeylanicum*, กระเพรา *O. sanctum*, มะกรูด *C. hystrix*, กระดังงาสงขลา *C. fruticosa*, กานพลู *S. aromaticum*, กระวาน *A. krervanh*, มะนาว *C. aurantifolia*, ฝรั่ง *P. guajava*

1.2 เครื่อง Reflux apparatus

1.3 เครื่อง Rotary evaporator

1.4 เครื่องปั่น (Tefal รุ่น BL111)

1.5 ตัวทำละลาย Hexane

1.6 Cellulose Extraction Thimble (Whatman®)

1.7 เครื่องชั่งละเอียดของ Mettler

1.8 ขวดแก้วสีชา

2. อุปกรณ์สำหรับทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันระเหย

2.1 ลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ระยะที่ 3 ได้รับจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

กระทรวงสาธารณสุข

2.2 กล่องพลาสติกใสพร้อมฝาปิด

2.3 น้ำกลั่น

2.4 สารสกัด

2.5 Ethanol 95 เปอร์เซ็นต์

2.6 Micropipette

2.7 Pipette tip

2.8 กรงเลี้ยงยุง ขนาด 22×29×21 เซนติเมตร

3. สารเคมีที่ใช้ในการศึกษาทางจุลกายวิภาค

- 3.1 Neutral buffered formalin 10 เปอร์เซ็นต์
- 3.2 Ethyl alcohol 70, 80, 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์
- 3.3 Xylene
- 3.4 Paraffin
- 3.5 เครื่อง automatic tissue processor
- 3.6 เครื่อง embedding processor
- 3.7 เครื่อง microtome
- 3.8 Tissue floating bath
- 3.9 Slide warming plate
- 4.0 สี hematoxylin
- 4.1 สี eosin
- 4.2 Permount
- 4.3 Slide และ coverslip

วิธีการ

1. การเตรียมสมุนไพรและการสกัดน้ำมันระเหย

นำใบพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดมาล้างน้ำ หั่นให้เป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักแต่ละชนิด 200 กรัม แล้วนำมาปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น Tefal รุ่น BL111 ทำการชั่งตัวอย่างพืชสมุนไพรแต่ละชนิดที่ปั่นได้ ตัวอย่างละ 15 กรัม ใส่ลงไปใน thimble แล้วอุดด้วยสำลี ใช้เครื่อง Reflux apparatus สกัดสารด้วยตัวทำละลาย Hexane 200 มิลลิลิตร ใช้เวลาสกัดประมาณ 8 ชั่วโมง สารละลายที่ได้นำไประเหยเพื่อขจัดตัวทำละลาย โดยใช้เครื่องระเหยชนิดสูญญากาศ (Rotary evaporator) เทส่วนที่ได้จากการสกัดซึ่งเป็นน้ำมันระเหย (Oil extracts) ใส่ลงไปในขวดแก้วสีชา จากนั้นเก็บน้ำมันระเหยไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพกับลูกน้ำยุงลายในระยะที่ 3 (third instar larvae) ต่อไป

2. ทดสอบเปรียบเทียบฤทธิ์ของน้ำมันระเหยที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ จากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3

ทำการทดสอบเพื่อหาความเป็นพิษเบื้องต้น (preliminary test) โดยทดสอบหาความเข้มข้นของน้ำมันระเหยในช่วงของความเข้มข้นต่ำสุดและสูงสุดที่มีผลต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย จากนั้นจึงเลือกช่วงของความเข้มข้นของน้ำมันระเหยในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งในพืชแต่ละชนิดมีช่วงระดับของความเข้มข้นที่แตกต่างกัน นำมาทดสอบฤทธิ์น้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ทั้งหมด 8 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 ppm และชุดควบคุม (control) โดยใช้ ethanol 95 เปอร์เซ็นต์ เป็นตัวทำละลาย ทำการทดสอบความเข้มข้นละ 10 ชั่วโมง ต่อพืชสมุนไพรแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (control) จำนวน 10 ชั่วโมงเช่นกัน

ตวงน้ำกลั่นใส่ลงไปในถ้วยพลาสติกในปริมาณ 50 มิลลิลิตร จำนวน 810 ถ้วย หลังจากนั้นใช้กระชอนขนาดเล็กตักลูกน้ำยุงลายใส่ในถ้วยพลาสติกที่เตรียมไว้ โดยใช้ลูกน้ำยุงลายจำนวน 20 ตัว/ถ้วย

ใช้ micropipette ดูดน้ำมันระเหยสมุนไพรแต่ละชนิด ลงในถ้วยพลาสติกแต่ละระดับความเข้มข้น ใช้แท่งแก้วคนให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ทำเช่นนี้กับน้ำมันระเหยทั้ง 10 ชนิด และทุกระดับความเข้มข้น จากนั้นนับการตายของลูกน้ำยุงลายทั้งหมด ที่เวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ส่วนลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตหลังจากการทดลองและลูกน้ำยุงลายชุดควบคุม ถูกนำมาเลี้ยงต่อในกรงเลี้ยงยุงเพื่อการพัฒนาเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยต่อไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่า LC_{50} (Lethal Concentration 50) ที่ 24 ชั่วโมง โดยวิธี Probit analysis (Finney, 1971) ผ่านโปรแกรมสถิติ statplus version 2009

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณอัตราการตาย (percent mortality) โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าอัตราการตายของกลุ่มควบคุม > 20 เปอร์เซ็นต์ จะยกเลิกผลการทดลองทั้งหมดในครั้งนั้น และถ้าอัตรา

การตายของกลุ่มควบคุมอยู่ในช่วง 5 – 20 เปอร์เซ็นต์ จะต้องนำอัตราการตายทั้งหมดในครั้งนั้นมาปรับด้วย Abbott formula แต่ถ้าอัตราการตายของกลุ่มควบคุม < 5 เปอร์เซ็นต์ ก็จะใช้อัตราการตายจริง (Abbott, 1925)

Abbott formula:

$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{จำนวนการตายของยุงกลุ่มทดลอง} - \text{จำนวนการตายของยุงกลุ่มควบคุม}}{100 - \text{จำนวนการตายของยุงกลุ่มควบคุม}} \times 100$$

4. การศึกษาทางจุลกายวิภาคของลูกน้ำยุงลาย

เตรียมเนื้อเยื่อลูกน้ำยุงลายตามวิธีการ Paraffin technique นำสไลด์ถาวรที่ได้ไปศึกษาเนื้อเยื่อปกติ และผิดปกติระบบทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลายด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง พร้อมบันทึกภาพ

5. สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการ 410 ภาควิชาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตร (Kasetsart Agricultural and Agro-Industrial Product Improvement Institute (KAPI))

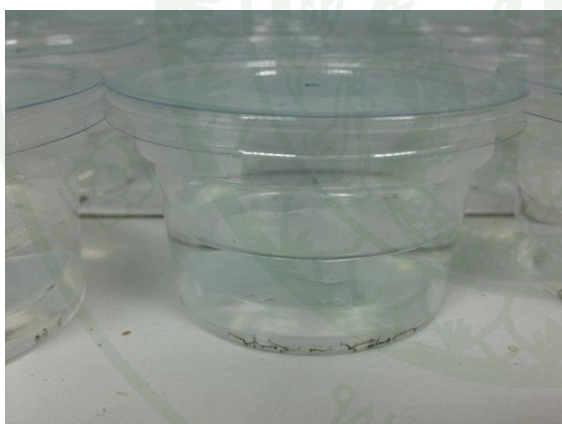
6. ระยะเวลาการวิจัย

เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

ผลและวิจารณ์

ผล

จากการนำน้ำมันระเหยจากใบพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ที่สกัดสารด้วยตัวทำละลาย Hexane ได้แก่ แมงลัก *O. americanum*, โหระพา *O. basilicum*, อบเชยเทศ *C. zeylanicum*, กระเพรา *O. sanctum*, มะกรูด *C. hystrix*, กระจังนางสงขลา *C. fruticosa*, กานพลู *S. aromaticum*, กระจวาน *A. krervanh*, มะนาว *C. aurantifolia* และฝรั่ง *P. guajava* มาทดสอบประสิทธิภาพกับลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ระยะที่ 3 โดยบันทึกการตายของลูกน้ำยุง ที่ 24 ชั่วโมง ในช่วงระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ทั้งหมด 8 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 ppm จากนั้นเปรียบเทียบกับชุดควบคุมโดยใช้ ethanol 95% เป็นตัวทำละลาย อัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* เมื่อได้รับน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ที่ 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยในการตายของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ตามตารางที่ 1



(ก.)



(ข.)

ภาพที่ 8 ภาพซ้าย เป็นภาพ (ก.) ของลูกน้ำยุงลายในระยะที่ 3 ที่ผ่านการทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ส่วนภาพขวา เป็นภาพ (ข.) ของลูกน้ำยุงลายในชุดควบคุม

เมื่อนำน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ที่สกัดสารด้วยตัวทำละลาย Hexane มีผลต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ระยะที่ 3 ซึ่งได้เรียงจากมากไปน้อยได้ดังนี้คือ ฝรั่ง

P. guajava, มะกรูด *C. hystrix*, โหระพา *O. basilicum*, กระดังงาสงขลา *C. fruticosa*, กะเพรา *O. sanctum*, กระจวาน *A. krervanh*, แมงลัก *O. americanum*, มะนาว *C. aurantifolia*, กานพลู *S. aromaticum* และอบเชยเทศ *C. zeylanicum* โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.54, 24.00, 24.50, 25.92, 28.46, 29.83, 31.54, 34.36, 37.68 และ 49.97 ppm ตามลำดับ ผลจากการทดสอบน้ำมันระเหยที่มีผลต่อลูกน้ำยุงลาย พบว่าน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายมากที่สุด มีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.54 ppm ในช่วงระดับความเข้มข้นที่ 10, 20, 30, 40 และ 50 ppm ส่วนน้ำมันระเหยจากใบอบเชยเทศมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายต่ำสุด มีค่า LC_{50} เท่ากับ 49.97 ppm ในช่วงระดับความเข้มข้นที่ 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 ppm เมื่อลูกน้ำยุงลายได้รับน้ำมันระเหยสมุนไพร ลูกน้ำยุงมีการเปลี่ยนแปลง ลำตัวมีลักษณะหงิกงอ และมีการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล แล้วนับการตายของลูกน้ำยุงลาย ที่ 24 ชั่วโมง ในแต่ละระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ทั้งหมด 8 ระดับความเข้มข้น พบว่าลูกน้ำยุงลายมีอัตราการตายสูงขึ้นตามลำดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรในแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน รวมทั้งระดับความเข้มข้นของน้ำมันระเหยที่นำมาใช้ จึงนำมาเปรียบเทียบค่า LC_{50} ในตารางแสดงตามตารางที่ 1

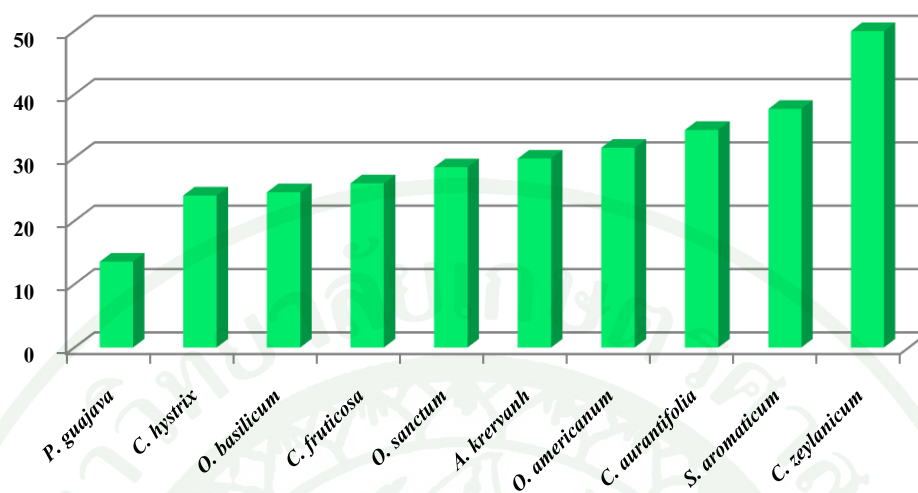
ตารางที่ 1 ค่า LC_{50} ของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย
A. aegypti

พืชสมุนไพร	ค่า LC_{50} (ppm)
ฝรั่ง <i>P. guajava</i>	13.54
มะกรูด <i>C. hystrix</i>	24.00
โหระพา <i>O. basilicum</i>	24.50
กระดังงาสงขลา <i>C. fruticosa</i>	25.92
กะเพรา <i>O. sanctum</i>	28.46
กระจวาน <i>A. krervanh</i>	29.83
แมงลัก <i>O. americanum</i>	31.54
มะนาว <i>C. aurantifolia</i>	34.36
กานพลู <i>S. aromaticum</i>	37.68
อบเชยเทศ <i>C. zeylanicum</i>	49.97

- LC_{50} คือ ค่าความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงตายร้อยละ 50

- ppm (part per million)

LC₅₀ (ppm)

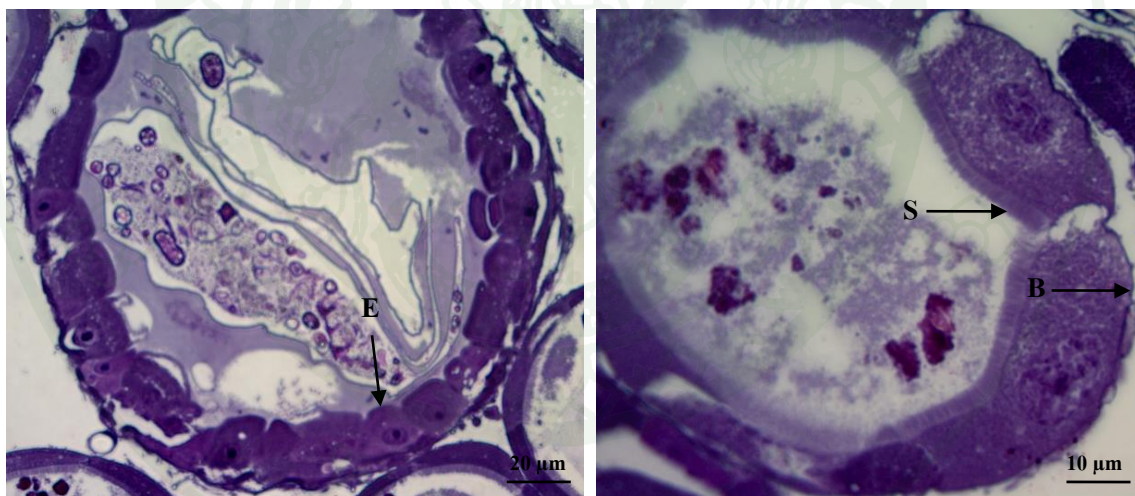


ภาพที่ 9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่า LC₅₀ ของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti*

ลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตหลังจากการทดสอบและลูกน้ำยุงลายชุดควบคุม ถูกนำมาเลี้ยงต่อในกรงเลี้ยงยุงเพื่อการพัฒนาเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย พบว่าลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตหลังจากการทดสอบน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ในทุกความเข้มข้นยังมีชีวิตอยู่ต่อไปอีก 2 สัปดาห์ โดยไม่มีการเข้าสู่ระยะดักแด้และตัวเต็มวัย มี ส่วนลูกน้ำยุงลายชุดควบคุมยังมีชีวิตอยู่ครบทุกตัว เข้าสู่ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยสมบูรณ์ภายใน 60 – 72 ชั่วโมง

การศึกษาพยาธิวิทยาของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti*

นำลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในชุดควบคุม มาทำการศึกษาพยาธิสภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 40x เป็นภาพตัดตามขวางของทางเดินอาหาร พบว่ากระเพาะอาหารส่วนหน้า (proventriculus) มีเยื่อบุผิวชนิด simple columnar epithelium ลักษณะปกติ เป็นเยื่อบุผิวที่ประกอบด้วยเซลล์เรียงกันเพียงชั้นเดียวอยู่บน basement membrane ลักษณะของเซลล์จะมีส่วนสูงมากกว่าส่วนกว้าง นิวเคลียสรูปรีตามรูปร่างของเซลล์ และอยู่ที่ฐานของเซลล์ มีเศษอาหารอยู่ภายในกระเพาะอาหารส่วนหน้า นอกจากนี้ที่กำลังขยาย 100x ยังพบ gastric caeca ที่เกิดขึ้นเป็นช่องว่างในช่องอก มีลักษณะคล้ายกับบอลูน จัดเรียงกัน 4 กลุ่มรอบ proventriculus ระหว่างเซลล์เยื่อบุผิวกับเนื้อเยื่อประสานมี basal lamina เป็นโครงสร้าง มีเยื่อบุผิวชนิด simple cuboidal epithelium และเซลล์เยื่อบุผิวที่ประกอบด้วย striated border ภาพตัดตามขวางของทางเดินอาหารในส่วนนี้ แสดง gastric caeca จะไม่ปรากฏว่ามีกล้ามเนื้อหรือเส้นใยกล้ามเนื้ออยู่ล้อมรอบ

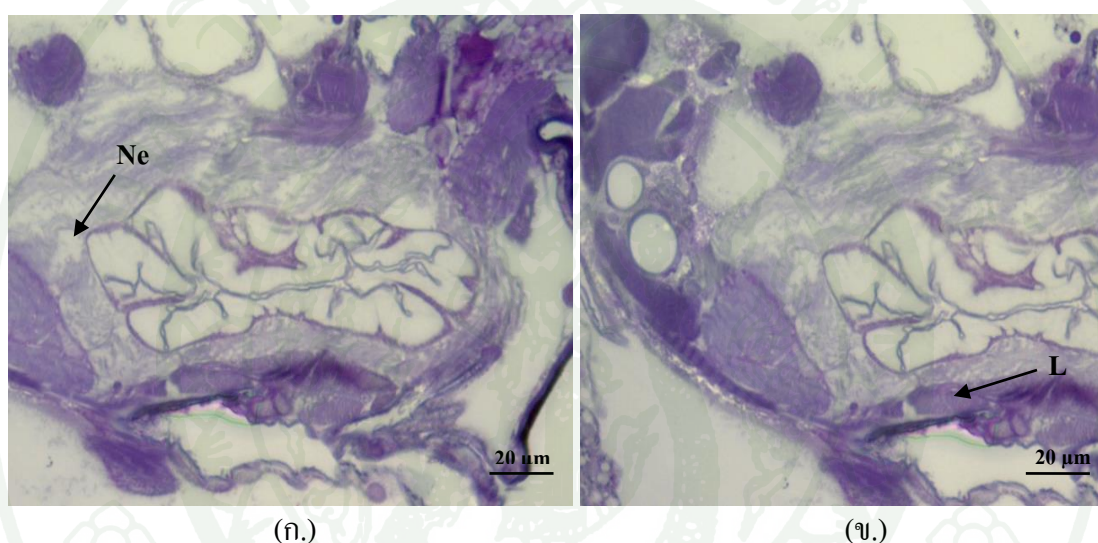


(ก.)

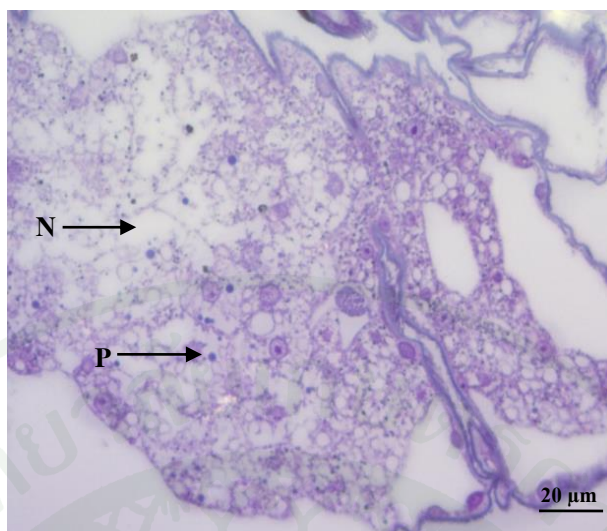
(ข.)

ภาพที่ 10 ภาพซ้าย เป็นภาพ (ก.) ตัดตามขวางกระเพาะอาหารส่วนหน้า (proventriculus) ของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ชุดควบคุม แสดงเยื่อบุผิวชนิด simple columnar epithelium, E ที่ปกติ ส่วนภาพขวา เป็นภาพ (ข.) ตัดตามขวางของ gastric caeca ของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* แสดงเยื่อบุผิว ชนิด simple cuboidal epithelium มี basal lamina, B และเซลล์เยื่อบุผิวที่ประกอบด้วย striated border, S (H&E)

เมื่อนำลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ที่ 24 ชั่วโมง มาทำการศึกษาพยาธิสภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ที่กำลังขยาย 40x เป็นภาพตัดตามขวางกระเพาะอาหารส่วนหน้า (proventriculus) มีลักษณะการฝ่อและการเหี่ยวของเยื่อบุผิว (atrophic epithelium) มีการตายของเนื้อเยื่อประสาน (necrotic connective tissue) มีการเปลี่ยนแปลงภายในกล้ามเนื้อ มีการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle fibres contraction) ที่อยู่บริเวณรอบๆ gastric caeca และกระเพาะอาหาร นอกจากนี้ยังพบการตายของเซลล์ (necrosis) และ นิวเคลียสอัดแน่น (pyknotic nuclei) ที่เหมือนเซลล์ตายอีกด้วย



ภาพที่ 11 ภาพซ้าย เป็นภาพ (ก.) ตัดตามขวางกระเพาะอาหารส่วนหน้า (proventriculus) ของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ 24 ชั่วโมง แสดงลักษณะการฝ่อและการเหี่ยวของเยื่อบุผิวกระเพาะอาหาร (atrophic epithelium) และมีการตายของเนื้อเยื่อประสาน (necrotic connective tissue, Ne) ส่วนภาพขวา เป็นภาพ (ข.) ตัดตามขวางทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* แสดงการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle fibres contraction, L) ที่อยู่บริเวณรอบๆ gastric caeca และกระเพาะอาหาร (H&E)



ภาพที่ 12 ภาพตัดตามขวางทางเดินอาหารของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ 24 ชั่วโมง แสดงการตายของเซลล์ (necrosis, N) และนิวเคลียสอัดแน่น (pyknotic nuclei, P) (H&E)

วิจารณ์

ผลการทดสอบของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดที่มีผลต่อลูกน้ำยุงลาย แล้วนับการตายของลูกน้ำยุงลายที่ 24 ชั่วโมง ทั้งหมด 8 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 ppm โดยพบว่าลูกน้ำยุงลายมีอัตราการตายสูงขึ้นตามลำดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น แสดงว่าประสิทธิภาพของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรในแต่ละชนิดมีผลต่อลูกน้ำยุงลายโดยตรง จากผลการทดสอบ พบว่าน้ำมันระเหยจากใบฝรั่ง *P. guajava* มีประสิทธิภาพในการทำลายลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* มากที่สุด มีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.54 ppm ในช่วงระดับความเข้มข้นที่ 10, 20, 30, 40 และ 50 ppm ซึ่งได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gupta *et al.* (2014) ที่พบว่าสารสกัดจากใบฝรั่ง มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* และ *Candida albicans* ได้ดีอีกด้วย น้ำมันระเหยจากใบมะกรูด *C. hystrix* มีฤทธิ์รองลงมาจากใบฝรั่ง มีค่า LC_{50} เท่ากับ 24.00 ppm สอดคล้องกับงานวิจัยของ Loh *et al.* (2011) พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากใบมะกรูดมีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวอ่อนระยะที่ 2 ของหนอนกระทู้ผัก โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 26.7 ไมโครลิตรต่อกรัม ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดจึงมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนกระทู้ผักได้ ส่วนน้ำมันระเหยจากใบโหระพา *O. basilicum* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 24.50 ppm ก็ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maurya *et al.* (2009) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของโหระพาที่สกัดมาจาก carbon tetrachloride methanol และ petroleum ether มีฤทธิ์ในการยับยั้งลูกน้ำยุงก้นปล่อง *Anopheles stephensi* และลูกน้ำยุงรำคาญ *Culex quinquefasciatus* พบว่าสารสกัดของโหระพาที่สกัดมาจาก petroleum ether มีประสิทธิภาพในการยับยั้งลูกน้ำยุงทั้ง 2 ชนิดได้ดีที่สุด โดยมีค่า LC_{50} คือ 8.29, 4.57; 87.68, 47.25 ppm

น้ำมันระเหยจากใบกระดังงาสงขลา *C. fruticosa* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 25.92 ppm ยังไม่พบงานวิจัยของสารสกัดจากกระดังงาสงขลา ที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งตัวอ่อนหรือแมลงชนิดอื่นได้น้ำมันระเหยจากใบกะเพรา *O. sanctum* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 28.46 ppm สอดคล้องกับงานวิจัยของ Manzoor *et al.* (2011) พบว่าสารสกัดจากใบกะเพราที่สกัดด้วย ethyl acetate มีความเป็นพิษต่อปลวกและทำให้อัตราการตายของปลวกสูงสุด ดังนั้นสารสกัดจากใบกะเพราเป็นสาเหตุทำให้เกิดอัตราการตายและมีความเป็นไปได้ที่จะมีสารประกอบทางเคมีที่มีความเป็นพิษต่อปลวกด้วย นอกจากนี้ น้ำมันระเหยจากใบกระวาน *A. krervanh* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 29.83 ppm สอดคล้องกับงานวิจัยของวัชรินทร์ (2555) พบว่าสารสกัดจากเหง้ากระวานที่สกัดด้วย Petroleum ether มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียได้ดีที่สุด 2 ชนิด คือ *staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* เท่ากับ 30 และ 25 มิลลิเมตร ตามลำดับและสามารถยับยั้งเชื้อ *Candida albicans* เท่ากับ 35 มิลลิเมตร

น้ำมันระเหยจากใบแมงลัก *O. americanum* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 31.54 ppm เปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Shadia *et al.* (2007) พบว่าสารประกอบหลักที่อยู่ในน้ำมันหอมระเหยจากเมล็ดแมงลัก คือ Eugenol และ Methyl chavicol จากคุณสมบัติของสารประกอบทั้ง 2 ตัวนี้ พบว่าสามารถยับยั้งหนอนกระทู้ดำ ทำให้ตัวอ่อนมีอัตราการตายสูงถึง 40 เปอร์เซ็นต์และมี 36 เปอร์เซ็นต์ ที่ไม่เข้าสู่ระยะตัวโม่งเมื่อเปรียบเทียบกับหูดควมคุม ส่วนน้ำมันระเหยจากใบมะนาว *C. aurantifolia* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 34.36 ppm เปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Montemayor *et al.* (2012) พบว่าสารประกอบทางเคมีของสารสกัดจากเปลือกมะนาว มีคุณสมบัติเป็นสาร antimycobacterial ได้ โดย 5,8 – dimethoxypsoralen และ palmitic acid เป็นสารที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* ส่วนน้ำมันระเหยจากใบกานพลู *S. aromaticum* มีค่า LC_{50} เท่ากับ 37.68 ppm สอดคล้องกับงานวิจัยของ Fayemiwo *et al.* (2014) ที่ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากต้นสน สก๊อต *Pinus sylvestris* และกานพลู *S. aromaticum* ในการยับยั้งยุงลาย *A. aegypti* และยุงรำคาญ *Culex quinquefasciatus* ผลการทดสอบพบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิดนี้ ทำให้เกิดอัตราการตายของลูกน้ำยุงได้มากถึง 85% ภายใน 24 ชั่วโมง มีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายและยุงรำคาญ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 92 และ 124 มิลลิกรัมต่อลิตร

และน้ำมันระเหยจากใบอบเชยเทศ *C. zeylanicum* มีประสิทธิภาพในการทำลายลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ต่ำสุด มีค่า LC_{50} เท่ากับ 49.97 ppm ในช่วงระดับความเข้มข้นที่ 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 ppm สอดคล้องกับงานวิจัยของ Govindarjan (2011) ที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยในการยับยั้งลูกน้ำยุงรำคาญและลูกน้ำยุงก้นปล่อง ที่สกัดด้วยไอน้ำนำมาทดสอบกับระยะที่ 3 ของลูกน้ำยุงทั้ง 2 ชนิด พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งลูกน้ำยุงทั้ง 2 ชนิดได้อีกด้วย นอกจากนี้ได้ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากใบกะเม็ง *Eclipta alba* มีฤทธิ์ในการยับยั้งยุงลาย *A. aegypti* ซึ่งมีสารที่ใช้ในการสกัด คือ benzene, hexane, ethyl acetate, methanol และ chloroform พบว่าสารสกัดทั้ง 5 ชนิดมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายในระยะที่ 3 ได้ดี ส่วน methanol ได้ผลดีที่สุดในการฆ่าลูกน้ำยุงลายเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดตัวอื่นๆ มีอัตราการตายอยู่ที่ 100% ในระดับความเข้มข้นที่ 300 ppm อีกทั้งไม่พบอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในหูดควมคุมด้วย (Govindarjan *et al.*, 2011)

Warikoo *et al.* (2012) ทำการศึกษาผลของสารสกัดจากใบของส้มเกลี้ยง *Citrus sinensis* ที่สกัดด้วย hexane มีฤทธิ์ในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* พบว่ามีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลาย โดยลูกน้ำจะมีอาการคืบ บิดตัวไปมา เปลี่ยนแปลงไปจากสภาวะปกติ และก๊ตตายในที่สุด หลังจากนั้นลูกน้ำยุงลายอาจมีการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล และงานวิจัยที่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอม

ระเหยที่สกัดจากใบเปปเปอร์มินต์ *Mentha piperita* มีฤทธิ์ในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ในระยะที่ 4 โดยน้ำมันหอมระเหยจะใช้ ethanol 95% เป็นตัวทำละลาย พบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ดี ไม่มีการเจริญไปเป็นตัวโม่และตัวเต็มวัย ส่วนลูกน้ำยุงลายที่เป็นชุดควบคุมพบว่าไม่มีอัตราการตายภายใน 48 ชั่วโมง ลูกน้ำยุงลายสามารถเจริญไปเป็นตัวโม่และตัวเต็มวัยได้ภายใน 60 – 72 ชั่วโมง รวมทั้งยังมีฤทธิ์ในการขับไล่ยุงลายตัวเต็มวัยได้อีกด้วย (Kumar *et al.*, 2011)

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sritabutra *et al.* (2011) ที่ประเมินผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร มีฤทธิ์ในการขับไล่ยุงลาย *A. aegypti* และยุงก้นปล่อง *Anopheles dirus* ซึ่งสกัดมาจากหัวกระเทียม, ดอกกานพลู, ก้านตะไคร้, ก้านตะไคร้หอม, ใบ เปปเปอร์มินต์, ใบยูคาลิปตัส, ผลส้มเกลี้ยง และใบโหระพา พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดมาจากตะไคร้มีฤทธิ์ในการป้องกันยุงทั้ง 2 ชนิดได้ดี อีกทั้งการรวมกันของน้ำมันยูคาลิปตัสและน้ำมันโหระพามีประสิทธิภาพในการขับไล่และป้องกันยุงลาย *A. aegypti* และยุงก้นปล่อง *A. dirus* ได้ดีที่สุด โดยมีระยะเวลาป้องกันยุงอย่างน้อย 120 นาที ส่วนงานวิจัยของรัตน (2554) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของเจลไล่ยุงที่มีสารออกฤทธิ์ที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยของมะกรูด พบว่าเจลไล่ยุงขนาด 10 กรัม ที่มีสารออกฤทธิ์จากน้ำมันหอมระเหยมะกรูดมีประสิทธิภาพสูงสุดในการไล่ยุงลาย และงานวิจัยของจรงค์ศักดิ์ (2553) ได้ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยในการควบคุมไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssinus* (Trouessart) โดยการรมของน้ำมันหอมระเหยจากใบและเปลือกของต้นอบเชย 3 ชนิด ได้แก่ อบเชยไทย อบเชยศรีลังกา และอบเชยญวน รมเป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยทุกชนิดที่ความเข้มข้น 1% (1.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) สามารถฆ่าไรฝุ่นได้ 100%

ผลจากทดสอบน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิดที่มีผลต่อลูกน้ำยุงลาย พบว่าลูกน้ำยุงลายที่ได้รับน้ำมันระเหยสมุนไพรจะมีการเปลี่ยนแปลงลำตัวมีลักษณะหงิกงอ และมีการเปลี่ยนสีเป็นสีน้ำตาล โดยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายมากที่สุด ส่วนน้ำมันระเหยจากใบอบเชยเทศมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายต่ำสุด เมื่อนำลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในชุดควบคุมเปรียบเทียบกับลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ที่ 24 ชั่วโมง มาทำการศึกษาพยาธิสภาพภายใต้กล้องจุลทรรศน์ พบว่ากระเพาะอาหารส่วนหน้ามีลักษณะการฝ่อและการเหี่ยวของเยื่อบุผิว (atrophic epithelium) มีการตายของเซลล์ (necrosis) และ pyknotic nuclei ที่เหมือนเซลล์ตาย มีการตายของเนื้อเยื่อประสาน (necrotic connective tissue) มีการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle fibres)

contraction) ที่อยู่บริเวณรอบๆ gastric caeca และกระเพาะอาหาร สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษากระบวนการ melanization ที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของพยาธิฟิลาเรีย *Brugia malayi* ที่อยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อหน้าอกของยุงก้นปล่อง *Anopheles quadrimaculatus* ซึ่งมีความไวต่อการรับเชื้อ จากการทดลองเมื่อยุงพาหะกินเลือดที่มี *Microfilaria* เข้าไป จะไม่พบการติดเชื้อในเซลล์กล้ามเนื้อของยุงก้นปล่องที่เวลา 72 ชั่วโมง แต่จะพบการติดเชื้อในเซลล์กล้ามเนื้อของยุงก้นปล่องเมื่อครบ 96 ชั่วโมง โดยจะพบตัวอ่อนของพยาธิฟิลาเรียอยู่ภายในเซลล์ มีการสลาย sarcoplasmic cytoskeletal matrix ที่อยู่รอบๆ myofibril ทำให้ myofibril และ mitochondria บางส่วนหายไป และเกิดเป็นช่องว่างให้ตัวอ่อนของพยาธิฟิลาเรียพัฒนาต่อไป เกิดเมลานินหนาขึ้นในชั้น cytoplasmic และจะหนาขึ้นเรื่อยๆ เป็นแคปซูลล้อมรอบตัวอ่อนไว้ ซึ่งกระบวนการ melanization จะเป็นตัวแปรที่บ่งบอกสิ่งที่เกิดขึ้นภายในตัวยุง (Chikilian *et al.*, 1995)

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด คือ แมงลัก *O. americanum*, โหระพา *O. basilicum*, อบเชยเทศ *C. zeylanicum*, กะเพรา *O. sanctum*, มะกรูด *C. hystrix*, กระดังงาสงขลา *C. fruticosa*, กานพลู *S. aromaticum*, กระวาน *A. krervanh*, มะนาว *C. aurantifolia* และฝรั่ง *P. guajava* พบว่าน้ำมันระเหยจากใบฝรั่ง *P. guajava* มีฤทธิ์สูงสุดในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti* ระยะที่ 3 รองลงมาคือ ใบมะกรูด *C. hystrix* ใบโหระพา *O. basilicum* ใบกระดังงาสงขลา *C. fruticosa* ใบกะเพรา *O. sanctum* ใบกระวาน *A. krervanh* ใบแมงลัก *O. americanum* ใบมะนาว *C. aurantifolia* ใบกานพลู *S. aromaticum* และใบอบเชยเทศ *C. zeylanicum* โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.54, 24.00, 24.50, 25.92, 28.46, 29.83, 31.54, 34.36, 37.68 และ 49.97 ppm ตามลำดับ

ในการทดสอบความเป็นพิษของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ต่อลูกน้ำยุงลาย ระยะที่ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 20, 30, 40 และ 50 ppm พบว่าน้ำมันระเหยจากใบฝรั่ง *P. guajava* มีประสิทธิภาพในการทำลายลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ได้ผลดีที่สุด มีค่า LC_{50} เท่ากับ 13.54 ppm ในช่วงระดับความเข้มข้นที่ 10, 20, 30, 40 และ 50 ppm ส่วนน้ำมันระเหยจากใบอบเชยเทศ *C. zeylanicum* มีประสิทธิภาพในการทำลายลูกน้ำยุงลายต่ำสุด มีค่า LC_{50} เท่ากับ 49.97 ppm ในช่วงระดับความเข้มข้นที่ 30, 40, 50, 60, 70 และ 80 ppm ซึ่งแต่ละระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ทั้งหมด 8 ระดับความเข้มข้น พบว่าลูกน้ำยุงลายมีอัตราการตายสูงขึ้นตามลำดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น ลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตจากการทดสอบน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ในทุกความเข้มข้นยังมีชีวิตอยู่ต่อไปอีก 2 สัปดาห์ โดยไม่มีการเข้าสู่ระยะดักแด้และตัวเต็มวัย ส่วนลูกน้ำยุงลายชุดควบคุมยังมีชีวิตอยู่ครบทุกตัว เข้าสู่ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยสมบูรณ์ภายใน 60 – 72 ชั่วโมง

เมื่อนำลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในชุดควบคุมเปรียบเทียบกับลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ที่ 24 ชั่วโมง พบว่ากระเพาะอาหารส่วนหน้า (proventriculus) ของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในชุดควบคุม มีเยื่อบุผิวชนิด simple columnar epithelium ลักษณะปกติ เป็นเยื่อบุผิวที่ประกอบด้วยเซลล์เรียงกันเพียงชั้นเดียวอยู่บน

basement membrane มีเศษอาหารอยู่ภายในกระเพาะอาหารส่วนหน้า นอกจากนี้ยังพบ gastric caeca ที่เกิดขึ้นเป็นช่องว่างในช่องอก มีลักษณะคล้ายกับบอลูน จัดเรียงกัน 4 คู่ล้อมรอบ proventriculus มีเยื่อบุผิวชนิด simple cuboidal epithelium และเซลล์เยื่อบุผิวที่ประกอบด้วย striated border

ส่วนลูกน้ำยุงลายที่รอดชีวิตจากการทดสอบด้วยน้ำมันระเหยจากใบฝรั่งที่ระดับความเข้มข้น 20 ppm ที่ 24 ชั่วโมง พบว่ากระเพาะอาหารส่วนหน้า (proventriculus) มีลักษณะการฝ่อ และการเหี่ยวของเยื่อบุผิว (atrophic epithelium) มีการตายของเนื้อเยื่อประสาน (necrotic connective tissue) มีการหดตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle fibres contraction) ที่อยู่บริเวณรอบๆ gastric caeca และกระเพาะอาหาร นอกจากนี้ยังพบการตายของเซลล์ (necrosis) และนิวเคลียสอัดแน่น (pyknotic nuclei) ที่เหมือนเซลล์ตายอีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะมีการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันระเหยจากพืชสมุนไพรทั้ง 10 ชนิด ในการยับยั้งลูกน้ำยุงลาย และเปรียบเทียบความเป็นพิษของสารเคมีในน้ำมันระเหยแต่ละชนิด ต่อ อัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย
2. ควรจะมีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ที่มีสารสกัดจากพืชสมุนไพรทดแทนยาฆ่าแมลงที่มีอันตราย และมีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม
3. น้ำมันระเหยที่สกัดมาจากพืชสมุนไพรสามารถนำไปใช้ในการป้องกันควบคุมแมลงศัตรูที่มีความสำคัญทางการแพทย์และสาธารณสุข

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบอบเชยในการควบคุมไรฝุ่น *Dermatophagoides pteronyssius* (Trouessart). วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28 (3): 84 – 91.
- ชยันต์ พิเชียรสุนทร และวิเชียร จีรวงศ์. 2545. คู่มือเภสัชกรรมแผนไทย เล่ม 2 เครื่องยาพฤกษวัตถุ. อมรินทร์, กรุงเทพฯ.
- นิจศิริ เรืองรังสี และ ธวัชชัย มังคละคุปต์. 2547. สมุนไพรไทย เล่ม 1. บี เฮลท์ดี, กรุงเทพฯ.
- พงษ์นรินทร์ ชื่นวงศ์. 2551. การควบคุมแมลงวันผลไม้ (*bactrocera dorsalis* (Hendel)) โดยชีววิธี ด้วยสารสกัดจากสะเดา น้อยหน่า และแมงลักลา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- พนิตตา สัธนะกุล. 2552. ศักยภาพของน้ำมันกานพลูในการต้านออกซิเดชันในหลอดทดลองและปัจจัยที่มีผลต่อการเก็บกักน้ำมันกานพลูในอนุภาคไขมันแข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พัฒนา มุลพุกย์. 2546. อนามัยสิ่งแวดล้อม. ชิกม่า ดีไซน์ กราฟฟิค, กรุงเทพฯ.
- ภัสรินทร์ หิรัญ, อรพิน เกิดชูชื่น และณัฐา เลาหกุลจิตต์. 2553. การยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus* spp. โดยน้ำมันหอมระเหยกานพลูและอบเชย. ว. วิทย. กษ. 41 (3/1): 21 – 24.
- รัตนา ทวีเดช. 2554. ประสิทธิภาพของเจลไธยงที่มีสารออกฤทธิ์ที่ได้จากน้ำมันหอมระเหยของ มะกรูด สะระแหน่ กานพลู ฟ้าทลายโจร และกระชาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วัชรินทร์ กันหา. 2555. สารสกัดหยาบจากเหง้ากระวานต่อการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียบางชนิดและการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

วิทย์ เทียงบุญธรรม. 2548. พจนานุกรมสมุนไพรไทย. 6. อักษรพิทยา, กรุงเทพฯ.

วนิชา เปี้ยจันทิก. 2551. ฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำมันหอมระเหยจากใบสะระแหน่ (*Mentha cordifolia* Opiz.ex Fresen) ใบโหระพา (*Ocimum basilicum* L.) และใบแมงลัก (*Ocimum americanum* L.). วจ 547.71 น 168ถ, สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม.

ศุภลักษณ์ โรมนันตพันธ์. 2545. เทคนิคเนื้อเยื่อสัตว์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สีกา แสงธาราทิพย์. 2545. ระบาดวิทยาโรคไข้เลือดออก ฉบับประเถียรณก. สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก. ชุมชุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ หน้า 1-6.

สำนักงานระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. 2556. กลุณามัยระหว่างประเทศ ค.ศ. 2005 <http://www.nno.moph.go.th>, 20 มีนาคม 2556.

สำนักงานโรคติดต่อมาโดยแมลง กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 2556. โรคไข้เลือดออก <http://www.thaivbd.org>, 20 มีนาคม 2556.

สำนักพัฒนาการประชาสัมพันธ์ กรมประชาสัมพันธ์. 2557. ยุงลาย <http://pr.prd.go.th/samutprakan>, 28 สิงหาคม 2557.

สุกัญญา เขียวสะอาด. 2555. กะเพรากับการต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์ลาดกระบัง ปีที่ 21 ฉบับที่ 2 เดือนกรกฎาคม – ธันวาคม.

สุทัศน์ ยกส้าน. 2547. นิตยสาร สารคดี (วารสาร) 20 (234), หน้า 113 – 115.

สุพรรณิ โชคคุณ. 2554. การควบคุมยุงลายนำไข้เลือดออก (*Aedes aegypti* L.) โดยชีววิธีด้วยสารสกัดเปลือกมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) และเมล็ดมะละกอ (*Carica papaya* L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สมชาย สหวิศิษฐ์. 2538. **อนุกรมวิธานพืช อักษร ก.** เพื่อนพิมพ์, กรุงเทพฯ.

สุรางค์จิตต์ กุดตุเทพ. 2552. การตรวจสอบภาวะความไวต่อสารเคมีฆ่าแมลงและกลไกที่นำไปสู่การต้านสารเคมีฆ่าแมลงในยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออกในเขตจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อนันต์ สกฤตภูมิ. 2540. **ชีววิทยาของแมลง.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบัน ราชภัฏสมเด็จพระเจ้าพระยา, กรุงเทพฯ.

อนุสรณ์ ภวภูตานันท์. 2553. ความไวของลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารที่มีฟอสและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ที่มีฟอสรูปแบบต่างๆ ที่ใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายบ้าน จังหวัดสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

อรพิน เกิดชูชื่น. 2550. **ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมและกำจัดแมลงที่ทำลายข้าว.** คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อุษาวดี ถาวรระ. 2542. **ยุงลายพาหะนำโรคไข้เลือดออก.** ชีววิทยา นิเวศวิทยาและการควบคุมยุงในประเทศไทย. ม.ป.ท.

เอี่ยมพร วิสมหมาย และ ปณิธาน แก้วดวงเทียน. 2547. **ไม้ป่ายืนต้นของไทย 1.** เอช เอ็น กรุ๊ป, กรุงเทพฯ.

Abbott, M.S. 1925. A method of computing effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology** 18: 265 – 267.

Ali, H. and S. Dixit. 2012. *In vitro* antimicrobial activity of flavonoids *Ocimum sanctum* with synergistic effect of their combined form. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease:** 396 – 398.

- Amber, K., A. Aijaz, X. Immaculata, A. Luqman and M. Nikhat. 2010. Anticandidal effect of *Ocimum sanctum* essential oil and its synergy with fluconazole and ketoconazole. **Phytomedicine** 17: 921 – 925.
- Bagavan, A. and A.A. Rahuman. 2011. Evaluation of larvicidal activity of medicinal plant extracts against three mosquito vectors. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine** 4: 29 – 34.
- Candolle, A.P. 1823 – 1873. **Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis**. 17 Volumes (Treutell & Würtz: Paris).
- Cheng, S.S., C.G. Huang, W.J. Chen, S.T. Chang, J.Y. Liu and Y.R. Hsui 2009. Insecticidal activities of leaf essential oils from *Cinnamomum osmophloem* against three mosquito species. **Bioresource Technology** 100: 457 – 464.
- Cheng, S.S., C.G. Huang, Y.J. Chen, J.J. Yu, W.J. Chen and S.T. Chang 2009. Chemical compositions and larvicidal activities of leaf essential oils from two eucalyptus species. **Bioresource Technology** 100: 452 – 456.
- Chikilian, L.M., T.J. Bradley, J.K. Nayar, C.E. Cash – Clark and J.W. Knight. 1995. Ultrastructure of the intracellular melanization of *Brugia malayi* (Buckley) (Nematoda : Filarioidea) in the thoracic muscles of *Anopheles quadrimaculatus* (Say) (Diptera : Culicidae). **International Journal of Insect Morphology and Embryology** 24: 83 – 92.
- Clements, A.N. 2000. **The biology of mosquitoes volume 1 development, nutrition and reproduction**. 2. New York : CABI Publishing.
- Cointeaux, L., J.F. Berrien and J. Mayrargue. 2002. Synthesis of cardamom peroxide analogues by radical cyclization of hydroperoxyalkenes. **Tetrahedron Letters** 43: 6273 – 6277.

Djibo, A.K., A.D. Samate and M. Nacro. 2004. Composition chimique de l'huile essentielle de *Ocimum americanum* Linn., syn. *O. canum* Sims du Burkina Faso. **Comptes Rendus Chimie** 7: 1033 – 1037.

Entomology & Nematology University of Florida. 2014. *Aedes aegypti*
http://entomology.ifas.ufl.edu/creatures/aquatic/aedes_aegypti.htm, 28 August 2014.

Fayemiwo, K.A., M.A. Adeleke, O.P. Okoro, S.H. Awojide and I.O. Awoniyi. 2014. Larvicidal efficacies and chemical composition of essential oils of *Pinus sylvestris* and *Syzygium aromaticum* against mosquitoes. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine** 4(1): 30 – 34.

Fichi, G., G. Flamini, L.J. Zaralli and S. Perrucci. 2007. Efficacy of an essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* against *Psoroptes cuniculi*. **Phytomedicine** 14: 227 – 231.

Finney, J.D. 1971. **Probit analysis**. The University Press, Cambridge.

Garvey, K.K. 2013. **Global Burden of Dengue** <http://ucanr.edu/blogs/bugsquard>, 28 August 2014.

Goeldi, E.A. 1905. *Aedes aegypti* resting position <http://commons.wikimedia.org/wiki>,
 28 August 2014.

Govindarjan, M. and P. Karuppannan. 2011. Mosquito larvicidal and ovicidal properties of *Eclipta alba* (L.) Hassk (Asteraceae) against chikungunya vector, *Aedes aegypti* Linn. (Diptera : Culicidae). **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine** 4: 24 – 28.

Govindarajan, M. 2011. Larvicidal and repellent properties of some essential oils against *Culex tritaeniorhynchus* Giles and *Anopheles subpictus* Grassi (Diptera : Culicidae). **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine** 4: 106 – 111.

- Guimaraes, R., L. Barros, J.C.M. Barreira, M.J. Sousa, A.M. Carvalho and I.C.F.R. Ferreira. 2010. Targeting excessive free radicals with peels and juices of citrus fruits : Grapefruit, lemon, lime and orange. **Food and Chemical Toxicology** 48: 99 – 106.
- Gupta, K., S.N. Hazarika, D. Saikia, N.D. Namsa and M. Mandal. 2014. One step green synthesis and anti – microbial and anti – biofilm properties of *Psidium guajava* L. leaf extract – mediated silver nanoparticles. **Materials Letters** 125: 67 – 70.
- Hanelt, P. 2001. **Mansfeld's Encyclopedia of Agricultural and Horticultural Crops**. Springer, Germany.
- Ismail, M. 2006. Central Properties and Chemical Composition of *Ocimum basilicum* Essential oil. **Pharmaceutical Biology** 8: 619 – 626.
- Kamchonwongpaisan, S., C. Nilanonta, B. Tarnchompoo, C. Thebtaranonth, Y. Thebtaranonth, Y. Yuthavong, P. Kongsaree and J. Clardy. 1995. An Antimalarial Peroxide from *Anomum krervanh* Pierre. **Tetrahedron Letters** 36: 1821 – 1824.
- Khadhri, A., R.E. Mokni, C. Almeida and J.M.F. Nogueira. 2004. Chemical composition of essential oil of *Psidium guajava* L. growing in Tunisia. **Industrial Crops and Products** 52: 29 – 31.
- Khan, M.S.A. and I. Ahmad. 2012. Biofilm inhibition by *Cymbopogon citratus* and *Syzygium aromaticum* essential oils in the strains of *Candida albicans*. **Journal of Ethnopharmacology** 140: 416 – 423.
- Kumar, S., N. Wahab and R. Warikoo. 2011. Bioefficacy of *Mentha piperita* essential oil against dengue fever mosquito *Aedes aegypti* L. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine** 1: 85 – 88.

- Kumar, S., G. Nair, A.P. Singh, S. Batra, N.Wahab and R.Warikoo. 2012. Evaluation of the larvicidal efficiency of stem, roots and leaves of the weed, *Parthenium hysterophorus* (Family:Asteraceae) against *Aedes aegypti* L. **Asian Pacific Journal of Tropical Disease** 2: 395 – 400.
- Kumar, A., N.K. Dubey and S. Srivastava. 2013. Antifungal evaluation of *Ocimum sanctum* essential oil against fungal deterioration of raw materials of *Rauvolfia serpentina* during storage. **Industrial Crops and Products** 45: 30 – 35.
- Lee, K.G. and T. Shibamoto. 2001. Antioxidant – property of aroma extract isolated from clove buds [*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. et Perry]. **Food Chemistry** 74: 443 – 448.
- Limsong, J., E. Benjavongkulchai and J. Kuvatanasuchati. 2004. Inhibitory effect of some herbal extracts on adherence of *Streptococcus mutans*. **Journal of Ethnopharmacology** 92: 281 – 289.
- Loh, F.S., R.M. Awang, D. Omar and M. Rahmani. 2011. Insecticidal properties of *Citrus hystrix* DC. leaves essential oil against *Spodoptera litura* fabricius. **Journal of Medicinal Plants Research** 5(16): 3739 – 3744.
- Machado, M., A.M. Dinis, L. Salgueiro, J.B.A. Custodio, C. Cavaleiro and M.C. Sousa. 2011. Anti - *Giardia* activity of *Syzygium aromaticum* essential oil and eugenol : effects on growth, viability, adherence and ultrastructure. **Experimental Parasitology** 127: 732 – 739.
- Manzoor, F., W. Beena, S. Malik, N. Naz, S. Nazand and W.H. Syed. 2011. Preliminary evaluation of *Ocimum sanctum* as toxicant and repellent against termite, *Heterotermes Indicola* (Wasmann) (Isoptera : Rhinotermitidae). **Pakistan Journal of Sciences** 63: 59 – 62.

- Maurya, P., P. Sharma, L. Mohan, L. Batabyal and C.N. Srivastava. 2009. Evaluation of the toxicity of different phytoextracts of *Ocimum basilicum* against *Anopheles stephensi* and *Culex quinquefasciatus*. **Journal of Asia – Pacific Entomology** 12: 113 – 115.
- Meiyanto, E., A. Hermawan and A. Anindyajati. 2012. Natural Products for Cancer – Targeted Therapy : Citrus Flavonoids as Potent Chemopreventive Agents. **Asian Pacific Journal of Cancer Prevention** 13: 427 – 436.
- Nagashima, J., K. Matsunami, H. Otsuka, D. Lhieochaiphant and S. Lhieochaiphant. 2010. The unusual canangafruticosides A – E : Five monoterpene glucosides, two monoterpenes and a monoterpene glucoside diester of the aryldihydronaphthalene lignan dicarboxylic acid from leaves of *Cananga odorata* var. *fruticosa*. **Phytochemistry** 71: 1564 – 1572.
- Ozcan, M. and J.C. Chalchat. 2002. Essential Oil Composition of *Ocimum basilicum* L. and *Ocimum minimum* L. in Turkey. **Czech Journal of Food Sciences** 20: 223 – 228.
- Pandey, A. and S. Chand. 2012. Antibacterial properties of *Psidium Guajava* leaves, fruits and stems against various pathogens. **International Journal of Pharmaceutical Research and Development** 3(11): 15 – 24.
- Panthong, K., Y. Srisud, V. Rukachaisirikul, N.H. Towatana, S.P. Voravuthikunchai and S. Tewtrakul. 2013. Benzene, coumarin and quinolinone derivatives from roots of *Citrus hystrix*. **Phytochemistry** 88: 79 – 84.
- Peterson, J.J., G.R. Beecher, S.A. Bhagwat, J.T. Dwyer, S.E. Gebhardt, D.B. Haytowitz and J.M. Holden. 2006. Flavanones in grapefruit, lemons and limes : A compilation and review of the data from the analytical literature. **Journal of Food Composition and Analysis** 19: 74 – 80.

- Pukclai, P. and H.K. Noguchi. 2012. Evaluation of Allelopathic Potential of *Amomum krervanh* Pierre ex Gagnep. **International Journal of Sustainable Agriculture** 4(2): 33 – 37.
- Rickard, S. 1960. *Aedes aegypti* (L.) **The yellow fever mosquito**. University Press, London : Cambridge.
- Shadia, E., A.E. Aziz, E.A. Omer and A.S. Sabra. 2007. Chemical Composition of *Ocimum americanum* Essential Oil and Its Biological Effects Against, *Agrotis ipsilon*, (Lepidoptera : Noctuidae). **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences** 3(6): 740 – 747.
- Sigh, S., G. Tewari, C. Pande and C. Singh. 2013. Variation in essential oil composition of *Ocimum americanum* L. from north – western Himalayan region. **Journal of Essential Oil Research** 25: 278 – 290.
- Sritabutra, D., M. Soonwera, S. Waltanachanobon and S. Pongjai. 2011. Evaluation of herbal essential oil as repellents against *Aedes aegypti* (L.) and *Anopheles dirus* Peyton & Harrion. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine** 1: 124 – 128.
- Thobunluepop, P., J. Udomsilp, A. Piyo and P. Khaengkhan. 2009. Screening for the Antifungal Activity of Essential Oils from Bergamot oil (*Citrus hystrix* DC.) and Tea tree oil (*Melaleuca alternifolia*) Against Economically Rice Pathogenic Fungi : A Driving Force of Organic Rice cv. KDML 105 Production. **Asian Journal of Food and Agro – Industry** : 374 – 380.
- Unlu, M., E. Ergene, G.V. Unlu, H.S. Zeytinoglu and N. Vural. 2010. Composition, antimicrobial activity and *in vitro* cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). **Food and Chemical Toxicology** 48: 3274 – 3280.

Warikoo, R., A. Ray, J.K. Sandhu, R. Samal, N. Wahab and S. Kumar. 2012. Larvicidal and irritant activities of hexane leaf extracts of *Citrus sinensis* against dengue vector *Aedes aegypti* L. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine** 2: 152 – 155.

Wilson, R. 2014. **Arthropod Vectors of Human Diseases**

<http://www.raywilsonbirdphotography.co.uk>, 28 August 2014.

Wongkaew, W. and K. Chiangthong. 2005. The Influence of Stages of Floral Development on Essential Oil Composition in *Cananga odorata* (Lam.) Hook.f. & Thomson var. *fruticosa* (Craib) J. Sinclair. **The journal of the Royal Institute of Thailand** 30(2): 403 – 412.

Yang, Y.C., H.S. Lee, S.H. Lee, J.M. Clark and Y.J. Ahn. 2005. Ovicidal and adulticidal activities of *Cinnamomum zeylanicum* bark essential oil compounds and related compounds against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura : Pediculicidae). **International Journal for Parasitology** 35: 1595 – 1600.

Yin, H., J.G. Luo and L.Y. Kong. 2013. Diarylheptanoids from the fruits of *Amomum kravanh* and their inhibitory activities of nitric oxide production. **Phytochemistry Letters** 6: 403 – 406.



การเตรียมตัวอย่างลูกน้ำยุงลายโดยวิธีพาราฟฟินเทคนิค

1. เก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายปกติและที่ตายจากการทดสอบความเข้มข้นของน้ำมันระเหยสมุนไพรทุกความเข้มข้น นำมาคงสภาพ (fixation) ในน้ำยาคงสภาพ (fixative) นิวทรอล บัฟเฟอร์ ฟอร์มาลิน 10 เปอร์เซ็นต์ (10% neutral buffered formalin) อย่างน้อย 6-12 ชั่วโมง สำหรับการเตรียมเนื้อเยื่อเพื่อทำพาราฟฟินเทคนิค
2. นำตัวอย่างลูกน้ำยุงลายมาล้างน้ำยาคงสภาพออกโดยใช้วิธีการ running water อย่างน้อย 1 ชั่วโมง
3. นำตัวอย่างลูกน้ำยุงลายเก็บรักษาไว้ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (70% Ethyl alcohol)

การเตรียมสไลด์ถาวรเนื้อเยื่อลูกน้ำยุงลายเพื่อใช้ศึกษาเนื้อเยื่อ

1. การคงสภาพเนื้อเยื่อ (Fixation) ด้วยน้ำยาคงสภาพ neutral buffered formalin 10 เปอร์เซ็นต์
2. การล้างเนื้อเยื่อ (Washing) ด้วยน้ำ ซึ่งเป็นตัวทำละลาย
3. การขจัดน้ำออกจากเนื้อเยื่อ (Dehydration) โดยใช้ ethyl alcohol เปอร์เซ็นต์ต่างๆ เริ่มจากความเข้มข้นต่ำไปหาความเข้มข้นสูง
4. การขจัดแอลกอฮอล์และทำเนื้อเยื่อให้ใส (Clearing) ด้วย xylene
5. การแทรกซึมพาราฟฟินเข้าเนื้อเยื่อ (Infiltration) ใช้ paraffin ที่มีจุดหลอมเหลว 56 – 60 องศาเซลเซียส แทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อก่อนที่จะนำเนื้อเยื่อนั้นไปฝังในสารฝังตัวอย่าง โดยใช้เครื่อง automatic tissue processor
6. การฝังเนื้อเยื่อในพาราฟฟิน (Embedding) นำเนื้อเยื่อไปฝังในพาราฟฟินที่สามารถทำให้อยู่ได้ในสภาพเหลวและแข็ง จะใช้เครื่อง embedding processor
7. การตัดเนื้อเยื่อให้เป็นแผ่นบาง (Sectioning) นำพาราฟฟินบล็อกที่มีเนื้อเยื่อฝังอยู่มาตกแต่งหน้าบล็อกก่อนแล้วจึงนำไปตัดด้วยเครื่อง microtome
8. การติดเนื้อเยื่อแผ่นบางบนสไลด์ (Affix) นำเนื้อเยื่อไปลอยใน tissue floating bath ที่มีอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แล้วติดบนสไลด์กระจก นำไปวางบน slide warming plate ที่มีอุณหภูมิ 40 – 45 องศาเซลเซียส จนสไลด์แห้ง
9. การย้อม (staining) ย้อมสีเนื้อเยื่อด้วย Harris's hematoxylin – Eosin โดยต้องละลายพาราฟฟินออกและทำให้ใสด้วย xylene และ ethyl alcohol หยดด้วย permount ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์

ตารางผนวกที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์อัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย *A. aegypti*

สมุนไพร	ระดับความเข้มข้น							
	10 ppm	20 ppm	30 ppm	40 ppm	50 ppm	60 ppm	70 ppm	80 ppm
ฝรั่ง	38	74	85.5	99	100	-	-	-
มะกรูด	-	43	70.5	68	80	100	-	-
โหระพา	-	42	57.5	93	100	-	-	-
กระดังงา	-	16	86	91.5	100	-	-	-
สังขล								
กะเพรา	-	13.5	59	93	100	-	-	-
กระวาน	-	15.5	59	74.5	100	-	-	-
มะนาว	-	16.5	26	69.5	89.5	100	-	-
แมงลัก	-	3.5	38.5	95.5	100	-	-	-
กานพลู	-	0	7.5	60.5	100	-	-	-
อบเชยเทศ	-	0	22.5	39	42	59.5	86	100

หมายเหตุ - ไม่ได้ทำการทดลอง

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นางสาวพาทินธิดา ธนามี
เกิดวันที่ 19 มิถุนายน 2530
สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย
ประวัติการศึกษา พทป.บ. (การแพทย์แผนไทยประยุกต์บัณฑิต) มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง
ตำแหน่งปัจจุบัน -
สถานที่ทำงานปัจจุบัน -
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ -
ทุนการศึกษาที่ได้รับ ได้รับทุนบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2554)