รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

เภสัชภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดเหาและไรในไก่พื้นเมือง

Development of pharmaceutical product from essential oils to eliminate lice and mite in indigenous chicken

โครงการภายใต้แผน : การยกระดับเกษตรสมัยใหม่สู่อุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปลอดภัยด้วยเภสัชภัณฑ์

โดย

กฤดา ชูเกียรติศิริ และคณะ

มหาวิทยาลัยแม่โจ้

2564

รหัสโครงการวิจัย มจ.1-63-07-001

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง เภสัชภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดเหาและไรในไก่พื้นเมือง

Development of pharmaceutical product from essential oils to eliminate lice and mite in indigenous chicken

โครงการภายใต้แผน : การยกระดับเกษตรสมัยใหม่สู่อุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปลอดภัยด้วยเภสัชภัณฑ์

ได้รับการจัดสรรงบประมาณวิจัย ประจำปี 2563

จำนวน 190,000 บาท

หัวหน้าโครงการ นางสาวกฤดา ชูเกียรติศิริ

ผู้ร่วมโครงการ นางสาวสุนีย์ จันทร์สกาว

นายปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา

นายประภากร ธาราฉาย

งานวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

15/3/2564

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง เภสัชภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดเหาและไรในไก่พื้นเมือง ได้สำเร็จลุล่วงโดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ประจำปี 2563 ผู้วิจัยขอขอบคุณนักศึกษาผู้ช่วยวิจัยและบุคลากรห้องปฏิบัติการ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ และคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้วิจัย

สารบัญ

สารบัญตาราง

สารบัญภาพ

เภสัชภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดเหาและไรในไก่พื้นเมือง

Development of pharmaceutical product from essential oils to eliminate lice and mite in indigenous chicken

กฤดา ชูเกียรติศิริ[1] สุนีย์ จันทร์สกาว[2] ปราโมทย์ ทิพย์ดวงตา[2] และ ประภากร ธาราฉาย[1]

Kridda Chukiatsiri[1], Sunee Chansakaow[2], Pramote Tipduangta[2] and Prapakorn Tarachai[1]

[1]คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จ.เชียงใหม่ 50290

[2]ภาควิชาวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50290

[1] Faculty of Animal science and technology, Maejo university, Chiang mai 50290

[2]Pharmaceutical sciences, Faculty of Pharmacy, Chiangmai university, Chiang mai 50200

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 6 ชนิดจากการสกัดด้วยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู (**Eugenia caryophyllata** Thunb.) ตะไคร้หอม (**Cymbopogon nardus** Rendle.) ตะไคร้ต้น (**Litsea cubeba** (Lour.) Pers.) ขิง (**Zingiber officinale** Roscoe) มะกรูด (**Citrus hystrix** DC.) และอบเชย (**Cinnamomum zeylanicum**) ต่อการตายของเหา (**Menopon gallinae**) และ ไร (**Ornythonyssus bursa**) ทำการทดสอบด้วยวิธี Filter contact paper bioassay ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่สูงขึ้นทำให้มีอัตราการตายของเหาและไรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยกลุ่มที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ความเข้มข้น 0.416 $\mu g \cdot cm^{-2}$ และ 0.832 $\mu g \cdot cm^{-2}$ มีอัตราการตายของเหาเท่ากับ 100 % ส่วนความเข้มข้น 0.208 $\mu g \cdot cm^{-2}$ พบว่าอัตราการตายของเหาจากน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม, ขิง, อบเชย และ ตะไคร้ต้น มีการตายมากที่สุดตามลำดับ โดยมีค่า 100, 96.67, 96.67 และ 93.33 % ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลูและมะกรูด ซึ่งมีอัตราการตาย

เท่ากับ 80.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) ในขณะที่การทดสอบการตายของไรพบว่ากลุ่มที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ความเข้มข้น 6.656 $\mu g \cdot cm^{-2}$ มีอัตราการตายของไรเท่ากับ 100 % ในขณะที่ความเข้มข้น 3.328 $\mu g \cdot cm^{-2}$ พบว่าอัตราการตายของไรจากน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม, ขิง และอบเชยมีการตายไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**>0.05) กับ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น แต่มีประสิทธิภาพดีกว่ากานพลู และมะกรูดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(**p**<0.05) ค่า LC_{50} ต่อเหาของน้ำมันหอมระเหยกานพลู, ตะไคร้หอม, ตะไคร้ต้น, ขิง, มะกรูด และอบเชย เท่ากับ 0.70, 0.63, 0.67, 0.66, 0.68 และ 0.66 $\mu g.cm^{-2}$ ตามลำดับ ส่วนค่า LC_{50} ต่อไรของน้ำมันหอมระเหยกานพลู, ตะไคร้หอม, ตะไคร้ต้น, ขิง, มะกรูด และอบเชย เท่ากับ 6.36, 5.73, 5.88, 5.23, 6.87 และ 1.18 $\mu g.cm^{-2}$ ตามลำดับ การทดสอบประสิทธิภาพของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิด ต่อการกำจัดเหาในตัวไก่และไรในรังไข่ โดยใช้ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดที่ 2% ผสมในอัตราส่วนของน้ำมันตะไคร้หอม:ขิง เท่ากับ 30:70 และ 50:50 และนับจำนวนเหาและไรภายหลังให้สาร 1, 7 และ 14 วัน พบว่าสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยที่มีสัดส่วนของน้ำมันหอมระเหยขิงมากกว่าจะมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเหาและไรได้มากกว่า ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ใช้ trichlorfon แต่ทั้งสองอัตราส่วนสามารถลดจำนวนเหาและไรได้มากกว่ากลุ่มที่ใช้สารเจือจางน้ำมันหอมระเหยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(**p**<0.05) โดยฤทธิ์ของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิดสามารถลดจำนวนเหาในตัวไก่ได้อย่างน้อย 14 วัน แต่ลดจำนวนไรในรังไข่ได้น้อยกว่า 7 วัน อย่างไรก็ตามน้ำมันหอมระเหยขิงและตะไคร้หอมก็เป็นสมุนไพรทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตสัตว์ในระบบอินทรีย์เพื่อทดแทนการใช้สารฆ่าแมลงซึ่งอาจตกค้างในสิ่งแวดล้อมและส่งผลเสียต่อผู้บริโภคได้

คำสำคัญ: น้ำมันหอมระเหย เหา ไร ไก่พื้นเมือง การกำจัด

Abstract

Efficacy of six essential oils using water distillation method, clove (**Eugenia caryophyllata** Thunb.), citronella (**Cymbopogon nardus** Rendle.), litsea (**Litsea cubeba** (Lour.) Pers.), ginger (**Zingiber officinale** Roscoe), kaffir lime (**Citrus hystrix** DC.) and cinnamon (**Cinnamomum zeylanicum**), against mortality of shaft louse (**Menopon gallinae**) and tropical fowl mite (**Ornythonyssus bursa**). The experiment was evaluated by filter contact paper bioassay method. It was found that higher concentrations of essential oils led to a significant increase in mortality of lice and mites ($p < 0.05$). For The group tested with all essential oils at concentrations of 0.416 µg cm-^{2} and 0.832 µg cm^{-2} had 100% mortality rate of lice. Additionally, the group tested with citronella, ginger, cinnamon and litsea oil at the concentrations of 0.208 µg·cm^{-2} revealed 100, 96.67, 96.67 and 93.33% mortality rate, respectively. That is more significant effective than clove and kaffir lime oils which had 80.00% mortality rate (**p**<0.05). For the mortality of mite, the group tested with all essential oils at the 6.656 µg cm^{-2} concentration had 100% mortality rate, while the 3.328 µg cm-2 concentration of citronella, ginger and cinnamon oils had no significant different of mortality rate compare with litsea oil (**p**>0.05) but had more significant effective than clove oil and kaffir lime (**P<0.05**). The LC_{50} value against lice of cloves, citronella, litsea, ginger, kaffir lime and cinnamon were 0.70, 0.63, 0.67, 0.66, 0.68 and 0.66 µg.cm^{-2}, respectively. While LC_{50} against mite of cloves, citronella, litsea, ginger, kaffir lime and cinnamon were 6.36, 5.73, 5.88, 5.23, 6.87 and 1.18 µg.cm^{-2}, respectively. Efficacy test of two essential oil formulas for extermination of lice in the chickens and mite in the chicken nest at 2% concentration of the two essential oils was mixed in the ratio of citronella oil: ginger, 30:70 and 50:50, and the number of lice and mites were counted after 1, 7 and 14 days. Essential oils with a higher proportion of ginger essential oil are more effective in reducing the number of lice and mite which were similar to group used Trichlorfon. However, both ratios were significantly lower in the number of lice and mites than the group which was the essential oil diluent ($p < 0.05$). The effect of both types of essential oil formulas can reduce the number of lice in the chicken for at least 14 days but reduce the number of mite in the chicken nests for less than 7 days. However, ginger and citronella oils are alternative herbs that can be

used in organic animal production as a substitute for pesticides, which can residue in the environment and have a negative impact on consumers.

Key words: essential oil, louse, mite, indigenous chicken, elimination

คำนำ

การพบพยาธิภายนอกทั้งเหาและไรสามารถพบได้เสมอในการเลี้ยงไก่โดยเฉพาะไก่พื้นเมืองที่มีการเลี้ยงปล่อยหากินตามธรรมชาติ ชนิดของพยาธิภายนอกที่พบได้บ่อยในประเทศไทยเช่น เหากัดชนิด **Menopon gallinae**, **Menacanthus pallidulus** และ **Lipeurus caponis** ไร **Ornithonyssus bursa** (อาคมและสุกัญญา, 2535) โดยการติดพยาธิภายนอกจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของไก่ โดยเฉพาะในไก่เล็กจะส่งผลให้ชะงักการเจริญเติบโต และอาจเสียชีวิตได้ ส่วนในไก่โตจะก่อให้เกิดความรำคาญ ยิ่งหากมีไรจำนวนมากอาจจะทำให้ไก่กินอาหารลดลง และส่งผลต่อสุขภาพได้ นอกจากนี้ไรบางชนิดที่พบในไก่จะมีการดูดกินเลือดซึ่งจะทำให้เกิดเลือดจาง (Hinkle and Corrigan, 2013) ปัญหาการพบพยาธิภายนอกยังสร้างความรำคาญให้แก่ผู้เลี้ยงอีกด้วย ซึ่งบ่อยครั้งเหาและไรไก่ยังสามารถติดต่อมาสู่คนและทำให้เกิดอาการคันและบางรายเกิดแผลหรือเกิดอาการแพ้จากการที่เหาและไรกัด โดยทั่วไปการรักษาเหาและไรในไก่จะใช้ยากำจัดพยาธิภายนอกได้แก่กลุ่ม malathion, cabaryl, coumaphos, rabon หรือ permethrin ซึ่งสารเหล่านี้เป็นกลุ่มของยาฆ่าแมลงซึ่งบางตัวสามารถตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้นาน นอกจากนี้ในฟาร์มที่เลี้ยงปศุสัตว์ปลอดภัยหรือปศุสัตว์อินทรีย์การใช้สารฆ่าแมลงเหล่านี้ยังมีข้อจำกัดอยู่ น้ำมันหอมระเหยเป็นตัวเลือกหนึ่งที่ได้มีการศึกษาฤทธิ์ที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการกำจัดพยาธิภายนอกในสัตว์ปีก เช่น การใช้น้ำมัน camphor ที่สกัดมาจาก **Cinnamomum camphora** ต่อการกำจัดเหา **Columbicola columbae** ในนกพิราบ (Khater **et al.**, 2014) สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจาก cade, Manuka และ thyme ในการฆ่าไรแดงในไก่ (George **et al.**, 2010) ในประเทศไทยมีพืชหลายชนิดที่สามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยและมีรายงานประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงได้ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากใบยูคาลิปตัส ตะไคร้ ในการไล่ยุง, น้ำมันหอมระเหยจากกุหลาบ มะกรูด มะนาว ส้มจีนในการไล่เหามนุษย์ (มยุราและวัชรวิทย์, 2556), น้ำมันหอมระเหยจากไพล ขมิ้นชัน และว่านนางคำ ในการกำจัดเห็บสุนัข (พงษ์ศักดิ์และคณะ, 2549) น้ำมันหอมระเหยจากพืช 10 ชนิดในการกำจัดไรแดงในไก่ (วริษาและศศิชา, 2559) การพัฒนาสารสกัดจากธรรมชาติเหล่านี้มาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ในการผลิตปศุสัตว์เพื่อทดแทนการใช้สารเคมีกลุ่มยาฆ่าแมลงจะเกิดประโยชน์เป็นอย่างมากทั้งต่อผู้บริโภคและปลอดภัยสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าจากพืชสมุนไพรพื้นบ้านได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย 6 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้ต้น ขิง มะกรูดและอบเชยต่ออัตราการตายของเหาและไรจากไก่ในห้องปฏิบัติการ
2. เพื่อศึกษาสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยที่เหมาะสม มีความปลอดภัยและมีประสิทธิภาพในการกำจัดเหาและไรในไก่ โดยเปรียบเทียบกับสารกำจัดแมลงทางการค้า
3. เพื่อผลิตเภสัชภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ในการกำจัดเหาและไรในการเลี้ยงไก่ในระบบอินทรีย์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงประสิทธิภาพ ความเข้มข้น และส่วนผสมที่เหมาะสมของน้ำมันหอมระเหยเพื่อใช้ในการกำจัดเหาและไรในไก่พื้นเมือง
2. ได้ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยที่สามารถนำไปใช้กำจัดพยาธิภายนอกในไก่ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สามารถทดแทนการใช้สารฆ่าแมลง เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม
3. ได้ผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่สามารถพัฒนาไปใช้ในการผลิตปศุสัตว์ปลอดภัยและปศุสัตว์อินทรีย์

การตรวจเอกสาร

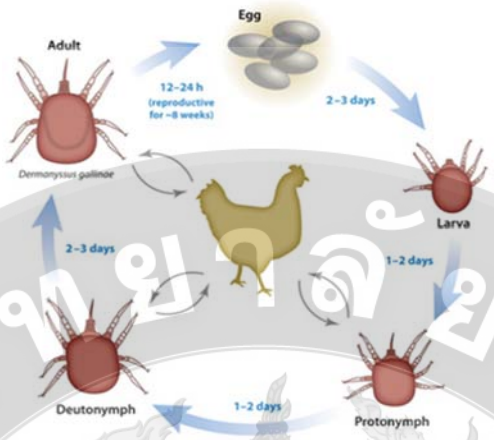
การพบพยาธิภายนอกในไก่สามารถพบได้เกือบทุกที่ทั่วโลก ทั้งรูปแบบการเลี้ยงในระบบอุตสาหกรรม หรือแบบเลี้ยงปล่อยหลังบ้าน โดยการระบาดรุนแรงของพยาธิภายนอกนั้นส่งผลกระทบต่อการเลี้ยงสัตว์ปีกได้มาก ยิ่งในระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรมซึ่งมีการเลี้ยงหนาแน่นทำให้พยาธิภายนอกแพร่ได้เร็ว (Chauve, 1998) พยาธิภายนอกของไก่พื้นเมืองถือเป็นปัญหาสุขภาพอย่างหนึ่งในระบบการผลิตไก่พื้นเมืองพยาธิภายนอกที่พบเป็นส่วนมากคือ เหา หมัด และไร เหาไก่ที่พบมีหลายชนิด ชนิดที่พบมากที่สุดคือ เหาที่อยู่บนตัวไก่และมักพบอยู่รอบ ๆทวาร หาง ใต้ปีกและบนหลัง ถ้ามีจำนวนมากจะทำให้ผิวหนังไก่อักเสบ ขนร่วง สุขภาพเสื่อมลง การเจริญเติบโตและการไข่ชะงักลง ในขณะเดียวกันก็มีอีกหลายชนิดที่ดำรงชีวิตอยู่ได้โดยการกินเลือด ยกตัวอย่างเช่น ไรและหมัด (วิโรจน์, 2526) ไรที่พบบ่อยและทำอันตรายแก่ไก่คือ ไรแดง (**Dermanyssus gallinae**)โดยจะดูดเลือดไก่ในเวลากลางคืน ทำให้ไก่ระคายเคืองที่ผิวหนัง การให้ไข่จะลดลงถ้ามีมากจะทำให้เกิดอาการโลหิตจางและอาจตายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในไก่อายุน้อย (Kirkwood, 1967) และยังเป็นพาหะก่อให้เกิดไวรัสและแบคทีเรียรวมถึงโรค **Borrelia** (Pritchard **et al**. 2015), **Salmonella enterica** (Hamidi **et al**. 2011), **Erysipelothrix rhusiopathiae** (Chirico **et al**. 2003), **Pasteurella multocida** (Sparagano **et al**. 2014), โรค ฝีดาษไก่ (Sparagano **et al**. 2014) และ โรคไข้สมองอักเสบในสัตว์ปีก (Durden **et al**. 1992)

พยาธิภายนอกที่พบบ่อยภายในประเทศไทย

ไร (mites)

วงจรชีวิตไร

ไรมีวงจรชีวิตคล้ายเห็บ คือมีการเจริญเติบโตเป็นแบบ incomplete metamorphosis ที่ประกอบด้วย 5 ระยะหลัก คือ egg, larva, protonymph, deutonymph และ adult โดยตัวเมียมักจะเก็บไข่ไว้ในท้องจนกว่าจะถึงเวลาฟักเป็นตัวอ่อนจึงจะปล่อยไข่ออกจากลำตัวของตัวอ่อน (larva) ที่ออกจากไข่มี 6 ขา ซึ่งต่อมาจะลอกคราบเป็นระยะ nymph ที่มี 8 ขา ในที่สุดและจะลอกคราบอีกครั้งกลายเป็นตัวเต็มวัย ไรมีวงจรชีวิตที่สั้น รวมระยะเวลาประมาณ 1 สัปดาห์ถึง 1 เดือน



ภาพที่ 2 วงจรชีวิตไร

ที่มา: Sparagano **et al**., 2014

ไร Tropical fowl mite (**Ornithonyssus bursa**)

ไร Tropical fowl mite (**Ornithonyssus bursa**) พบอาศัยอยู่ทั่วไปในแถบที่มีอากาศอบอุ่นของโลก ไรชนิดนี้ ตามรายงาน พบในไก่,ไก่งวง,นกพิราบ,นกกระจอก,นกตระกูลนกขุนทองและในมนุษย์ ไรชนิดนี้ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่บนตัวไก่หรือสัตว์ปีกตลอดเวลาวงจรชีวิตและชนิดของไรชนิดนี้คล้ายกับ Norther fowl mite (**Ornithonyssus sylviarum**) ที่พบในประเทศเขตหนาวมาก ถึงแม้ว่าจะพบไข่ของไรชนิดนี้ในรังไข่หรือรังนอนมากกว่าก็ตาม (วิโรจน์, 2526) ไรชนิดนี้ไม่สามารถอาศัยในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้ แต่สามารถขึ้นตัวแล้วทำให้เกิดตุ่มหนองและระคายเคืองแก่ผู้ปฏิบัติงานได้ โดยทั่วไปไรชนิดนี้จะอาศัยอยู่รอบๆรูทวารและดูดกินเลือด ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ ระคายเคือง สะเก็ดแผลและในไก่ที่พบไรชนิดนี้ในปริมาณมากอาจทำให้เกิดภาวะเลือดจางได้ (Hinkle and Corrigan, 2013)

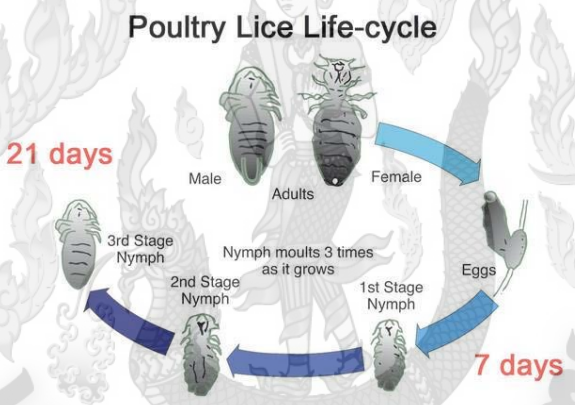
ภาพที่ 2 Tropical fowl mite (**Ornithonyssus bursa**)

ที่มา : กฤดา (2563)

เหา (lice)

เหาเป็นแมลงขนาดเล็ก ลำตัวแบน ไม่มีปีก ดำรงชีพเป็นปรสิตอยู่ภายนอกร่างกาย (ectoparasite) อาศัยอยู่ตามขนของโฮสต์ เช่น สัตว์ปีก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ขั้นตอนการ เจริญเติบโตของเหาเป็นแบบ incomplete metamorphosis อาศัยอยู่กับโฮสต์ตลอดช่วงชีวิตและ ต้องการโฮสต์เฉพาะตัว (host specificity) โดยเหาของสัตว์ชนิดหนึ่งมักไม่เจริญอยู่กับสัตว์ชนิดอื่น เหาแบ่งออกเป็น 2 Orders คือ Order Mallophaga และ Order Anoplura แต่มีเพียงแค่ chewing lice ซึ่งอยู่ใน Order Mallophaga ที่พบในสัตว์ปีก (Hinkle and Corrigan, 2013)

วงจรชีวิตเหา



ภาพที่ 3 วงจรชีวิตของเหา

ที่มา: Bitchin' Chickens (2019)

เหามีการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบไม่สมบูรณ์ (incomplete metamorphosis) ตัวเต็มวัยผสมพันธุ์กันบ่อยครั้ง ตัวเมียเริ่มวางไข่หลังจากผสมพันธุ์กันได้ 1-2 วัน โดยวางไข่ได้ ประมาณ 6-9 ฟองต่อวัน หรือประมาณ 200-300 ฟองตลอดช่วงชีวิต ตัวเมียวางไข่ (nit) ตามขน ผม หรือเสื้อผ้า โดยใช้ส่วนของ gonopod โอบยึดให้เส้นผมอยู่ตรงกลางของลำตัวเพื่อให้ชิดกับรูเปิด ของอวัยวะสืบพันธุ์ ไข่ซึ่งผ่านออกมาทางท่อนำไข่ (oviduct) ส่วนปลายจะถูกเคลือบด้วยสาร เหนียวๆ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกาว (cement) เมื่อไข่ออกสู่ภายนอกสารเหนียวๆ นี้จะแห้ง ทำให้ไข่ติดแน่นอยู่กับเส้นผม ไข่เหามีความทนทานต่อสารเคมี เช่น สบู่ แชมพู น้ำมันใส่ผมและน้ำมันทาตัว ไข่มีขนาดประมาณ 1-2 มิลลิเมตร สีเหลืองหรือขาวขุ่น ลักษณะกลมรีและมีฝา (operculum) บนฝา มีรูเล็ก ๆ อยู่มากมายเป็นช่องให้อากาศผ่านเข้าออกเพื่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนภายในไข่ หลังจากที่ตัวอ่อนออกจากไข่แล้วเปลือกไข่ยังคง

ติดอยู่บนเส้นผมเช่นเดิม ระยะฟักตัวของไข่ที่ อุณหภูมิร่างกายของโฮสต์ (35 ถึง 38 องศาเซลเซียส) ใช้เวลานานประมาณ 7-10 วัน ไข่เหาจะไม่ฟักตัวที่อุณหภูมิต่ำกว่า 23 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า 38 องศาเซลเซียส ดังนั้นไข่ที่ติดอยู่กับเสื้อผ้า ที่ไม่ได้สวมใส่และไม่ได้สัมผัสกับร่างกายที่อบอุ่น ทำ ให้ระยะฟักตัวของไข่ใช้เวลานานขึ้น โดยไข่ ที่ไม่ฟักตัวจะมีอายุอย่างมากไม่เกิน 4 สัปดาห์แล้วจะฝ่อตายไปเอง ตัวอ่อน (nymph) ที่ออกจากไข่มี ลักษณะคล้ายกับตัวเต็มวัย แต่มีขนาดเล็กกว่า มีสีน้ำตาลอ่อนและอวัยวะสืบพันธุ์ยังไม่สมบูรณ์ เมื่อ ตัวอ่อนลอกคราบ 3 ครั้ง จะเจริญเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยซึ่งมีอายุขัยประมาณ 30 วัน

ส่วนท้องของเหาระยะตัวเต็มวัยจะมีความยาวประมาณ 3 ใน 5 ของความยาวร่างกายทั้งหมด แบ่งออกเป็นปล้อง ซึ่งด้านข้างของแต่ละปล้องมีรูหายใจ (abdominal spiracle) 1 คู่ยกเว้น ปล้องสุดท้ายจะไม่มีรูหายใจขอบด้านข้างของปล้องท้องแต่ละปล้องมีลักษณะเป็นแผ่นหนา (sclerotised) และมีสีเข้มกว่าส่วนอื่น ผิวหนังของส่วนท้องมีลักษณะยืดหยุ่นได้และจะโป่งพองออกขณะกินเลือดโดยตัวผู้ขนาดจะเล็กกว่าตัวเมีย ซึ่งทั้งสองเพศมีลักษณะแตกต่างกันตรงส่วนปลายท้อง คือ ตัวผู้จะมีส่วนปลายสุดของท้องมีลักษณะแหลม และมี aedeagus (penis) 1 อันและตัวเมียจะมีส่วนปลายสุดของท้องมีรอยเว้า (bifurcation) และมีรูเปิดของอวัยวะสืบพันธุ์ (genital opening) อยู่ตรงกลาง โดยมี gonopods อยู่สองข้าง

เหาบนศีรษะ (head louse)

เหาชนิดนี้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Cuclotogaster heterographa** พบอาศัยอยู่ที่ขนส่วนบนศีรษะและคอไก่และไก่งวงมีความยาว 2-3 มิลลิเมตร เหาชนิดนี้นับว่ามีอันตรายต่อไก่เล็ก โดยจะเกาะติดอยู่กับผิวหนัง ไข่จะถูกวางอยู่ที่ก้านขนชนิดดาวน์ (Down feathers) หรือขนขนาดเล็กที่ศีรษะและวางไว้เดี่ยว ๆ ไม่เป็นกลุ่ม (cluster) และฟักออกเป็นตัวอ่อนภายใน 5-7 วัน ระยะเวลาตั้งแต่วางไข่จนถึงโตเต็มวัย กินเวลา 3-4 สัปดาห์

ภาพที่ 4 Head louse (**Cuclotogaster heterographa**)

ที่มา: Murillo (2016)

เหาบนลำตัว (body louse)

เหาชนิดนี้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Menacanthus stramineus** เหาชนิดนี้ถือได้ว่า เป็นเหาตัวขนาดใหญ่ลำตัวยาว 3 มิลลิเมตร ซึ่งพบได้บ่อย ๆในไก่ ที่ผิวหนังมากกว่าที่ขนบริเวณก้น (Vent) ในไก่ที่มีจำนวนเหามากอาจจะพบที่บริเวณอก โคนขาอ่อน หลังและใต้ปีก เหาชนิดนี้ทำให้เกิดการอักเสบของผิวหนัง หรือการระคายเคืองอย่างรุนแรง เหาชนิดนี้จะดำรงชีวิตอยู่ได้โดยการกินส่วนบาร์บ (barbs) และบาบูล (Bartbule) ของขน ไข่เหาชนิดนี้เป็นกลุ่มที่ฐานของขนปีกและบริเวณก้น การฟักออกเป็นตัวของไข่เกิดขึ้นได้โดยอาศัยความร้อนจากร่างกายของไก่ และถ้าเอาไข่เหาออกมาจากร่างกายไก่มักจะตายในระยะเวลาอันสั้น เหาชนิดนี้บางครั้งยังพบที่ไก่งวงและบางครั้งบางคราวพบได้ที่สัตว์ปีกชนิดอื่นได้เหมือนกัน เช่น ไก่ต๊อก ไก่ฟ้า นกยูง

ภาพที่ 5 Body louse (**Menacanthus stramineus**)

ที่มา : Wheeler (2018)

เหาที่ปีก (Wing louse/Depluming louse)

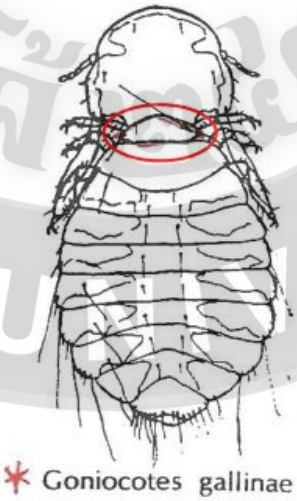
เหาชนิดนี้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Lipeurus caponis** เป็นเหาที่มีขนาดตัวบาง ขนาดโตเต็มที่ลำตัวยาวประมาณ 2.2 มิลลิเมตร มักพบใต้ปีก โคนหาง และบริเวณหัว ตัวเมียวางไข่ใกล้โคนขน ใช้เวลาฟัก 4-7 วัน

ภาพที่ 6 Wing louse (**Lipeurus caponis**)

ที่มา : กฤดา (2563)

เหาที่ขนอ่อน (Fluff louse)

เหาชนิดนี้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Goniode sgallinae** มีลำตัวยาว 1-1.5 มิลลิเมตร พบอยู่ที่ขนชนิดดาวน์ (Down feathers) ไข่จะถูกวางในกลุ่มชนิดดาวน์ หลังจากนั้นจะฟักออกเป็นตัวและเจริญให้เป็นตัวเต็มวัยแล้ววางไข่ระยะเวลาจากเวลาวางไข่จนถึงเจริญเต็มวัยพร้อมวางไข่นั้นกินเวลา 3-4 สัปดาห์



ภาพที่ 7 Fluff louse **(Goniodes gallinae)**

ที่มา: Valli (2010)

เหาก้านขน (shaft or small body louse)

เหาชนิดนี้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Menopon gallinae** เหาชนิดนี้จัดได้ว่าเป็นพวกเหาลำตัวที่มีขนาดเล็ก เหาชนิดนี้พบอยู่ตามก้านขน ความสำคัญของเหาชนิดนี้จะน้อยกว่าเหาขนาดใหญ่โดยเหาชนิดนี้จะใช้ชีวิตส่วนมากอยู่บนขน แทนที่จะอยู่บนผิวหนังและไม่ได้กินส่วนบาร์บ (barbs) และบาบูล (bartbule) ของขน วงจรชีวิตของมันคล้ายกับเหาลำตัวขนาดใหญ่แต่ต่างกันในแง่ที่ว่าใช้เวลานานมากกว่า

ภาพที่ 8 Shaft louse (**Menopon gallinae**)

ที่มา : กฤดา (2563)

เหาไก่ขนาดใหญ่ (Large chicken louse)

เหาชนิดนี้ มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า **Goniodes giges** เหาชนิดนี้ตามธรรมดาจะพบในไก่งวงแต่อาจจะพบได้ด้วยเหมือนกันในไก่พื้นเมืองในประเทศไทย เหาลำตัวชนิดนี้เป็นเหาที่มีขนาดใหญ่ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าอย่างชัดเจน ตัวเต็มวัยเพศผู้ของเหาชนิดนี้จะมีความยาวประมาณ 3.8 มิลลิเมตร และตัวเต็มวัยเพศเมียของเหาชนิดนี้จะมีความยาวประมาณ 3.54 มิลลิเมตร เหาชนิดนี้จัด เป็นเหาพวก ischonoceren ส่วนหัวจะมีความกว้างมากกว่าความยาว ลักษณะสำคัญของเหาชนิดนี้ได้แก่ปลายของ temple จะยื่นออกมาและมีลักษณะเรียวแหลม ตอนปลายสุดของ temple จะพบมีขนแข็ง (setae) ที่ยาวมากจำนวนข้างละ 1 เส้น

ภาพที่ 9 Large chicken louse (**Goniodes giges**)

ที่มา: CSIRO (2004)

การกำจัดพยาธิภายนอกในไก่

การกำจัดพยาธิภายนอกในไก่ มียาหลายชนิดให้เลือกใช้โดยยาที่นิยมใช้จะแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

1. Carbamates (คาร์บาเมท) มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ ใช้ประโยชน์ในการกำจัดแมลงได้ดีมีลักษณะแตกต่างจากกลุ่มอื่นคือ ละลายน้ำได้ดีสามารถซึมเข้าทางราก และเคลื่อนย้ายไปทั่ว ลำต้นของพืชได้และเป็นพิษสูงต่อสัตว์เลือดอุ่น ยาที่ใช้ในไก่ เช่น Carbaryl (Sevin®)

2. Organophosphates (ออร์แกโนฟอสเฟต) มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญเป็นสารเคมีที่มีการพัฒนาและสังเคราะห์สารประกอบขึ้นกว่า 100,000 ชนิด เช่น พาราไทออน เมวินฟอส เป็นต้น ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้จะแตกต่างกัน แม้ว่าจะมีกลไกการออกฤทธิ์ เหมือนกัน ยาที่ใช้ในไก่ เช่น Tetrachlorvinphos (Rabon®), Dichlorvos (Ravap®), Trichlorfon (Neguvon®)

3. Pyrethroids (ไพรีทรอยด์) เป็นสารเคมี ที่สังเคราะห์เลียนแบบไพรีทริน แต่พัฒนาให้สามารถทนต่อการสลายตัวด้วยแสงแดด สารกำจัดแมลง กลุ่มไพรีทรอยด์ มีกลไกออกฤทธิ์ เช่นเดียวกับสารพวกออร์กาโนคลอรีน แต่ฤทธิ์น้อยกว่า มักใช้ เพื่อกำจัดแมลงในบ้านเรือน เพราะออกฤทธิ์ให้เกิดอัมพาตในแมลงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมค่อนข้างต่ำ ในสัตว์ปีกมีรายงานการใช้เพอร์เมททรินในการกำจัดเหาไก่ (Arthur and Axtell, 1982)

การตกค้างของยาฆ่าแมลงที่เป็นอันตรายต่อสัตว์และผู้บริโภค

การใช้ยาฆ่าแมลงในสัตว์มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปโดยข้อดีของการใช้ยาฆ่าแมลงในการกำจัดพยาธิภายนอกอาจให้ผลลัพธ์ที่ดี ทันต่อเวลาในการรักษาเพราะสามารถใช้ได้ทุกเวลาที่ต้องการและผู้ใช้สามารถเรียนรู้ถึงวิธีการใช้ได้ง่ายทำให้ไม่สิ้นเปลืองเวลาในการรักษา ส่วนข้อเสียของการใช้ยาฆ่าแมลงคือยาฆ่าแมลงที่ใช้ในปัจจุบันล้วนแต่มีสารเคมีที่เป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงทั้งสิ้นและยังเป็นพิษต่อศัตรูธรรมชาติที่เป็นประโยชน์เพราะผลกระทบจากยาฆ่าแมลงส่งผลเสียเป็นวงกว้างต่อระบบนิเวศอีกทั้งแมลงที่ได้รับสารเคมีจากยาฆ่าแมลงเป็นเวลาบ่อยครั้งนั้นก็อาจทำให้ให้แมลงมีความต้านทานต่อยาฆ่าแมลงที่สูงขึ้นและจะทำให้มีความสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการรักษามากยิ่งขึ้น สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข (2550) ระบุว่าสารเคมีฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโน ฟอสเฟตและคาร์บาเมตนั้นอยู่ในอันดับที่ 3 และสารเคมีปราบวัชพืชในอันดับที่ 5 ที่เป็นสาเหตุการป่วยหรือบาดเจ็บจากการประกอบอาชีพจาก 152 สาเหตุทั้งหมด และตั้งแต่ปี 2547 เป็นต้นมาโรคมะเร็ง กลายเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ ประมาณจำนวนผู้เสียชีวิตอยู่ที่ 55,000 คนต่อปี (อำพล, 2551) โดยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในอาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งและปัญหาทางสุขภาพต่าง ๆ ซึ่งนำไปสู่การเสียชีวิตได้ Sanborn et al. (2004) รายงานว่า สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมท และ สารเคมีกำจัดวัชพืชในกลุ่มฟีนอกซี่ (carbamate and phynoxy herbicide) เช่น คาร์โบฟูราน, เมโทมิลและคาบาริล สามารถก่อให้เกิดมะเร็งปอดและสารเคมีกลุ่ม ออร์กาโรฟอสเฟต (organophosphates) เช่น คลอไพรีฟอส, ดิอาไซนอนและไดคลอวอส สามารถก่อให้เกิดมะเร็งสมองและมะเร็งเม็ดเลือด ซึ่งจากอันตรายของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโน ฟอสเฟตและกลุ่มคาร์บาเมตที่อาจตกค้างในผัก สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยากองอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข จึงได้การตรวจสอบการ ปนเปื้อนของสารฆ่าแมลงกลุ่มไพรีทอยด์ กลุ่มออร์กาโน ฟอสเฟตและคาร์บาเมตในผักและผลไม้ในช่วงปี พ.ศ. 2537-2542 ผลสำรวจพบว่าสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ ตรวจพบมากที่สุด คือ สารคลอไพรีฟอส (chlorpyrifos) และยังตรวจพบสารที่เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ซึ่งเป็นสารที่มีประกาศห้ามใช้ มิให้มีการผลิต นำเข้า ส่งออกและ มีไว้ในครอบครอง

การใช้สมุนไพรทดแทนการใช้ยาฆ่าแมลงในการกำจัดพยาธิภายนอก

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความใส่ใจเรื่องสุขภาพมากขึ้น ทั้งเรื่องการใช้ชีวิต การเลือกกินอาหารที่ได้รับการรับรองมาตรฐานด้านความปลอดภัย การคำนึงถึงสารตกค้างในผลิตภัณฑ์และอาหาร สินค้า

จากการเลี้ยงปศุสัตว์ปลอดภัย มีระยะหยุดยาที่เหมาะสมและไม่มีสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์ ตลอดจนถึงสินค้าจากทำการเกษตรในระบบอินทรีย์จึงเป็นที่นิยมผู้บริโภค โดยรัฐบาลไทยเริ่มส่งเสริมการเกษตรอินทรีย์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 โดยเน้นการผลิตที่ไม่ใช้สารเคมี หรือใช้ในระดับที่ปลอดภัย และเนื่องจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชบางชนิดยังไม่มีสารชีวภาพมาทดแทนได้รูปแบบของสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในการเกษตรจึงเปลี่ยนแปลงไป โดยเน้นการใช้สารที่มีฤทธิ์ตกค้างสั้น ย่อยสลายได้ง่ายโดยธรรมชาติ และการใช้เท่าที่จำเป็น (กรมวิชาการเกษตร, 2553) ดังนั้น จึงมีการให้ความสนใจเกี่ยวกับการใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติทดแทนการใช้ยาในการผลิตพืชและสัตว์มากขึ้น เนื่องจากสารสกัดที่ได้พืชธรรมชาติจะมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ สามารถสลายตัวได้เร็วทำให้ไม่มีปัญหาสารพิษตกค้างในธรรมชาติและที่สำคัญแมลงจะมีโอกาสสร้างความต้านทานต่อสารธรรมชาติของพืชได้น้อยกว่าการใช้สารเคมีสังเคราะห์ถึง 20-30 เท่า การเลือกใช้สมุนไพรเพื่อการรักษาและกำจัดพยาธิภายนอก เนื่องจากสมุนไพรหาง่ายและเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงน้อยกว่าการใช้สารเคมีตัวอย่างเช่น ตะไคร้ ตะไคร้หอม น้อยหน่า ยาสูบ สะเดา ฯลฯ เพราะสมุนไพรเหล่านี้สามารถนำมาใช้ในการกำจัดแมลงได้ เพราะ การใช้สมุนไพรเป็นยาฆ่าแมลงของไทยนั้น มีมาแต่สมัยโบราณแล้ว เช่น การนำเอารากโลติ้นหรือใบยาสูบมาบดผสมกับน้ำแล้วกรองเอาไปฉีดพ่นทำลายแมลงทั้งประเภทปากดูดและปากกัด เป็นต้น นอกจากนี้มีการศึกษาพบว่าน้ำมันหอมระเหยของพืชหลายชนิดมีฤทธิ์ในการกำจัดแมลง อาทิเช่น กะเพรา ขิง กระเทียม ตะไคร้หอมเป็นต้น (Kim **et al**., 2004)

เชิดชัยและคณะ (2540) ได้ทำการศึกษาการใช้เมล็ดน้อยหน่า (**Annona squamosa, Linn.**) เมล็ดสะเดา (**Azadirachta indica, A.Juss**) และรากหางไหล (**Derris elliptica, Benth**) สกัดด้วยเมทานอล 40 เปอร์เซ็นต์ เพื่อใช้ในการฆ่าไรไก่และเหาไก่นอกตัวไก่ (in vitro) โดยใช้ระดับความเข้มข้น 20% พบว่าสารสกัดเมล็ดน้อยหน่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าไรไก่ได้ดีที่สุด (90.75%) ตามด้วยสารสกัดเมล็ดสะเดา (45.37%) และสารสกัดรากหางไหล (32.82%) เปรียบเทียบกับ 0% ในกลุ่มควบคุม (เมทานอล) 40% สารสกัดเมล็ดน้อยหน่า สารสกัดเมล็ดสะเดา และสารสกัดรากหางไหลมีประสิทธิภาพในการฆ่าเหาไก่ค่อนข้างดีและใกล้เคียงกัน (87.14, 97.28 และ 90.19%) เปรียบเทียบกับ 0 %ในกลุ่มควบคุม (เมทานอล 40%)

Yang **et al**. (2004) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืช โดยทำการทดสอบน้ำมันของพืช 54 ชนิด ในการกำจัด เหาตัวเมีย (**Pediculus humanus capitis** De Geer) โดยทำการทดสอบแบบสัมผัส (contact) และการรมควัน (fumigation) และทำการเทียบการตายจาก phenothrin และ pyrethrum ซึ่งทั้งสองเป็นสารเคมีในการกำจัดแมลง ในการทดสอบฤทธิ์ด้วยวิธีการทดสอบพิษของน้ำมันหอม

ระเหยจากการสัมผัสโดยตรง โดยน้ำมันหอมระเหยของยูคาลิปตัส,มาร์จอรัม, เพนนีรอยัลและโรสแมรี่ มีฤทธิ์ในการฆ่าเหาตัวเมีย (Pediculus humanus capitis De Geer) มากกว่า phenothrin และ pyrethrum โดยมีค่า LT_{50} 0.0625 mg/cm^2 ซึ่งค่าที่ 0.125 mg/cm^2 โดยในการทดสอบการรมควันในการกำจัดเหา ปริมาณ 0.25 mg / cm^2 ของน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส, มาร์จอรัม, เพนนีรอยัลและโรสแมรี่ พบว่า การรมควันแบบภาชนะที่ปิดมีประสิทธิภาพในการกำจัดเหาดีกว่าการรมควันในภาชนะบรรจุที่เปิด

Toloza **et al**. (2010) ได้ศึกษาถึงประสิทธิภาพและอัตราการสลบของเหา (**Pediculus humanus capitis** De Geer) ในน้ำมันยูคาลิปตัสทั้ง 5 ชนิด คือ **Eucalyptus sideroxylon, Eucalyptus globulus ssp globulus, Eucalyptus globulus ssp maidenii Eucalyptus dunnii** และ **Eucalyptus gunni** ด้วยวิธีการรม โดยน้ำมันหอมคาลิปตัสที่มีศักยภาพมากที่สุดคือ **Eucalyptus sideroxylon** มีค่าอัตราการสลบ 50% (KT_{50}) ในเวลา 24.75 นาที แต่น้ำมันยูคาลิปตัส **Eucalyptus gunni** มีอัตราการสลบหรือประสิทธิภาพน้อยที่สุดจากน้ำมันยูคาลิปตัสทั้งหมด 5 ชนิด

Soonwera (2016) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดสมุนไพร 5 ชนิดในการกำจัดเหา (**Pediculus Humanus Capitis** De Geer: Phthiraptera) ในห้องปฏิบัติการ โดยผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากโป๊ยกั๊ก (**I. verum**) มีประสิทธิภาพในการฆ่าเหาได้ดีที่สุดคือ 100% ใน 12 ชั่วโมง มีค่า LC_{50} 0.3 µl/cm^2 และตามด้วยฟ้าทะลายโจร (**A. paniculata**), เทียนดำ (**N.sativa**), กาวเครือแดง (**B.superba**), และขมิ้นเครือ (**A.flava**) โดยมีค่าอัตราการตายของเหาคือ 82.6±6.9, 63.0±7.6, 47.0±9.7 และ 32.0±5.7% และค่า LC_{50} 14.2, 20.3, 22.5 และ 22.8 µl/cm^2 ตามลำดับ

น้ำมันหอมระเหย (ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้น มักมีกลิ่นหอม ระเหยง่าย โดยพืชเหล่านี้จะมีเซลล์พิเศษ ต่อมหรือท่อ เพื่อสร้างและกักเก็บน้ำมันหอมระเหย ซึ่งจะเห็นต่อมน้ำมันได้ชัดในส่วนของใบและเปลือกผลของพืชจำพวกส้ม น้ำมันหอมระเหย พบได้ตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบดอก ผล และเมล็ด (ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ, 2553) โดยน้ำมันหอมระเหย (essential oils) เป็นสารออกฤทธิ์ที่สำคัญสารหนึ่งในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช สามารถสกัดเป็นของเหลวที่ระเหยได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืช คำว่า “essential” มาจากคำว่า “essence” หมายถึงกลิ่น หรือ รส โดยทั่วไปพืชแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัว โดยส่วนมากจะมีกลิ่นหอม ระเหยง่ายที่อุณหภูมิห้องสารประกอบในน้ำมันหอมระเหยจะเป็นสารพวกเทอร์ปีนส์ และฟีนอลที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ที่นำมาใช้ประโยชน์

เกี่ยวกับน้ำหอม สารปรุงแต่งกลิ่นในอาหารและยา ซึ่งคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดในน้ำมันหอมระเหยคือเป็นสารระงับเชื้อและต้านจุลินทรีย์ ที่มีบทบาทในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชได้ กล่าวคือ น้ำมันจากตะไคร้หอมที่ใช้ไล่ยุง จะมีสารออกฤทธิ์ คือ citronellol, citronellal และ geraniol ส่วนสาร limonene ที่ได้จากเปลือกส้มนั้นใช้สำหรับกำจัดหมัด เห็บ หรือ ไร

องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

ประกอบด้วยสาระสำคัญ 2 กลุ่ม คือ เทอปีน (terpene) และ ฟีนิลโพรปานอยด์ (phenyl propanoids)

1. สารเทอปีนที่พบมากในน้ำมันหอมระเหย เป็นพวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ ได้แก่ โมโนเทอปีน (monoterpenes, C-10) เช่น limonene, citral, geraniol, menthol, camphor และ เสเควิเทอปีน (sesquiterpenes, C-15) เช่น b-bisabolene และ b-caryophyllene

2. ฟีนิลโพรพานอยด์ (C6-C1) พบได้น้อยกว่าสารกลุ่มเทอปีน ได้แก่ eugenol และ anethol โดยกลิ่นของน้ำมันหอมระเหยในส่วนของดอกไม้มีบทบาทสำคัญในการช่วยดึงดูดแมลงมาผสมเกสร น้ำมันหอมระเหยในส่วนอื่น ๆ ของพืช เชื่อว่ามีผลในการป้องกันตนเอง จากศัตรูภายนอกที่จะมาทำลายพืชนั้น ๆ เช่น แมลง เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ก่อโรค เป็นต้น น้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีองค์ประกอบทางเคมีที่หลากหลาย และส่วนใหญ่มีองค์ประกอบทางเคมีมากกว่าหนึ่งตัว อาจทำให้มีคุณสมบัติในการรักษาหรือบรรเทาอาการต่าง ๆ ได้หลากหลาย อย่างไรก็ตามองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

แหล่งที่มาน้ำมันหอมระเหย

พืชโดยทั่วไปจะสร้างสารประกอบเคมีอยู่ 2 ประเภท คือ สารประกอบปฐมภูมิ (primary metabolites) และสารประกอบทุติยภูมิ (secondary metabolites) สารประกอบปฐมภูมิจะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการดำรงชีวิตของพืช ได้แก่ แป้ง น้ำตาล เซลลูโลส กรดอะมิโน และโปรตีน ส่วนสารประกอบทุติยภูมินั้นไม่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืชโดยตรง พืชแต่ละตระกูลหรือสายพันธุ์จะสร้างสารประกอบทุติยภูมิที่ต่างกัน โดยจะสะสมสารประกอบทุติยภูมิไว้ในส่วนต่าง ๆ ของพืชและออกฤทธิ์ในพืช พืชหลายชนิดสามารถสร้าง สารประกอบทุติยภูมิเพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืช ซึ่งสารประกอบทุติยภูมินี้มีมากมายหลายชนิดและยากต่อการจำแนก เนื่องจากการสังเคราะห์เกิดขึ้นในพืช สารออกฤทธิ์ที่สำคัญในการป้องกนและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ น้ำมันหอมระเหย ซาโปนิน แทนนิน สารประกอบฟีนอล (phenol) อัลคาลอยด์ (alkaloid) ไพรีทรินส์ (pyrethrins) กรดอินทรีย์ ไขมัน และ

สารอื่น ๆ น้ำมันหอมระเหยเป็นน้ำมันที่สกัดได้จากส่วนต่างๆของพืช ได้แก่ ดอก ผล เปลือกผล เมล็ด ใบราก ลำต้นใต้ดิน เนื้อไม้ หรือเปลือกไม้ โดยพืชเหล่านี้จะมีบริเวณพิเศษซึ่งทำหน้าที่เก็บสะสมสารที่มีกลิ่นหอม ได้แก่

1. เซลล์น้ำมัน (oil cells) หรือเซลล์เรซิน (resin cells) พบได้จากพืชวงศ์อบเชย พืชวงศ์ขิง พืชวงศ์พริกไทยและพืชวงศ์จันทน์เทศ

2. โพรงเก็บน้ำมัน (oil cavities) หรือถุงน้ำมัน (oil sacs) พบได้จากพืชวงศ์ส้มและพืชวงศ์ชมพู่

3. ช่องเก็บน้ำมัน (oil canals) หรือช่องเก็บเรซิน (resin canals) พบได้จากพืชวงศ์ผักชีและพืชวงศ์สน

4. ท่อเก็บน้ำมัน (oil ducts) พบได้จากพืชวงศ์ Asteraceae เช่น คาโมไมล์

5. Glandular hairs พบได้จากพืชวงศ์กะเพรา

6. Internal hairs พบได้จากพืชวงศ์กล้วยไม้

7. บริเวณเซลล์เนื้อเยื่อบาง ๆ รอบพาเรนไคมา (parenchyma) หรือ idioblast พบได้จากพืชวงศ์จำปา

ตารางที่ 1 ผลของน้ำมันหอมระเหยตามองค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมี	ผลของน้ำมันหอมระเหย	ตัวอย่างน้ำมันหอมระเหย
Sesquiterpenes	Anti-inflammatory	German chamomile
1. Sesquiterpenes hydrocarbon (C15): chamazulenen, caryphyllene		
2. Sesquiterpene alcohol	Various effects	Sandalwood, ginger
3. Sesquiterpene lactones	mucolytic	Laurel
Phenylpropanes		
1. Eugenol/Cinnamic aldehyde	Antibacterial, stimulant, immune stimulating	Cinnamon, clove
2.Anethol/Estragole	Antispasmodic, balance the autonomic nerous system	Anise, basil
Monoterpenes		
1. Monoterpene hydrocarbon (C10): limonene, pinene	Stimulant, antiseptic	Citrus oil, pine, cypress
2. Ketones: carvone, menthone, thujone	Cell-regenerating, mucolytic	Sage, spearmint, thuja
3. Aldehyde: citral, citronellal, geranial	Anti-inframatory, antiviral sedative	
4. Ester: linalyl acrtae, methyl salicylate	Antispasmodic, antifungal, balancing effect	Lemongrass, lemon, citronella
5. Alcohol: linalool, terpneol, menthol		
6. Phenol: carvacrol, gugenol	Antiseptic, antiviral, immune stimulating	Lavender, ylang-ylang, geranium, chamomile
7. Oxide: cineol, linalool oxide	Antibacterial, immune stimulating expectorant	lavender, tree tree, peppemint
		Thyme, clove, cinnamon
		Eucalyptus, tea tree, cajuput

ที่มา : ฐาปนีย์ (2555)

หน้าที่และคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยในการเป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์

สารกำจัดแมลง (Insecticidal activity)

แมลง เป็นศัตรูพืชที่สำคัญในการทำเกษตรกรรม จึงทำให้การหาและทดสอบประสิทธิภาพของสารเพื่อควบคุม หรือ กำจัดแมลง มีความจำเป็นอย่างยิ่ง พืชหลายชนิดมีสารที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารกำจัดแมลง เช่น นิโคตินจากใบยาสูบ (**Nicotiana tabacum**) anabasine และ lupinine อัลคาลอยด์จาก Russian weed (**Anabasis aphylla**) โรติโนน (rotenone) จากรากของพืชสกุล Derris, Lonchocarpus และ Tephrosia เช่น หางไหล (**Derris eliptica**) และ สารไพริทรินส์(pyrethrins) จากดอกของต้นไพริทรัม (**Chrysanthemum cinerariaefolium**) (Yang **et al.**, 2005) และน้ำมันเปลือกที่สกัดจากส้มขม (**Citrus aurantium**) ส้ม (**C.sinensis**) และมะนาว (**C.limon**) พบว่ามีฤทธิ์ฆ่าแมลงที่อาจเกิดขึ้นกับตัวอ่อนและตัวเต็มวัยของ **Cx pipiens quinquenfasciatus** นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดที่ระเหยได้ของ **C. sinensis** มีฤทธิ์ฆ่าแมลง

สารไล่แมลง (Repellent activity)

สารเคมีที่ใช้สื่อสารที่มีผลต่อพฤติกรรมของแมลงโดยใช้ระบบรับรู้ความรู้สึกด้วยเซ็นเซอร์เคมี (chemosensory) สามารถแยกเป็น 2 ชนิด คือ เซ็นเซอร์เคมีรับรู้ด้วยกลิ่น (olfactory) และเซ็นเซอร์เคมีรับรู้ด้วยรส (taste) คุณสมบัติของสารไล่แมลงมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของแมลงผ่านการรับรู้ด้วยกลิ่น สารเคมีที่จัดว่าเป็นสารไล่แมลงส่วนมากเป็นสารในกลุ่ม terpenoids ที่ระเหยได้ เช่น terpenen-4-ol ที่โมเลกุลของสารจะไปกระตุ้นพฤติกรรมการหลีกเลี่ยงของแมลง สารที่ระเหยได้นอกจากจะเป็นสารไล่แมลงแล้วยังเป็นสารล่อแมลงได้ด้วย และมีความเฉพาะเจาะจงต่อชนิดของแมลง โดยที่สารแต่ละชนิดอาจไล่แมลงได้ชนิดเดียวหรือมากกว่าหนึ่งชนิด สารไล่แมลงจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการกำจัดแมลงส่วนใหญ่นำมาใช้เพื่อป้องกันแมลงกัดต่อย เช่น ยุง เห็บ ริ้น ไร หมัด และแมลงกัด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิตในคนไข้ อันเนื่องจากการถูกกัดทำให้เกิดการติดเชื้อและอักเสบ นอกจากนี้แล้วยังนำมาใช้กับบรรจุภัณฑ์เพื่อป้องกันการทำลายของผลผลิตที่เก็บไว้ด้วย การใช้สารไล่แมลงมีมานานแล้วจากการนำน้ำมันพืช ควัน หรือ ยางเหนียว มาใช้กาจัดแมลงในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่สองที่รู้จักกันดี คือ น้ำมันตะไคร้หอม (citronella) ซึ่งบางครั้งใช้กำจัดเหาบนศีรษะ ภายหลังสงครามโลก ประเทศสหรัฐอเมริกาได้คัดกรองสารที่มีศักยภาพในการไล่แมลงขึ้นในปี ค.ศ. 1953 สาร N,N-diethyl-m-toluamide (DEET) ได้ถูกคิดค้นขึ้นมา พบว่า เป็นสารที่ใช้ในการไล่ยุง และเริ่มมีผลิตภัณฑ์ของ DEET ออกมาจำหน่าย แม้ว่า DEET จะเป็นสารที่ใช้ไล่ยุงทั่วไปแต่ก็มีรายงานว่า ไม่สามารถย่อยสลายได้ ทาง

ชีวภาพ มีความเป็นพิษต่อผิวหนัง ประสาท และระบบภูมิคุ้มกันจากการใช้ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ถูกต้องหรือใช้ติดต่อกันเป็นเวลานาน ผู้ใช้จึงเลือกที่จะใช้สารไล่แมลงจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เช่น ผลิตภัณฑ์ไล่ยุงจากน้ำมันตะไคร้หอม นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ไล่ยุงตัวอื่นนอกจากน้ำมันจากตะไคร้หอม คือ น้ำมันหอมระเหยสกัดจาก ยูคาลิปตัส ไม้สนซีด้า ลาเวนเดอร์ ฯลฯ และ Peterson and Coats (2001) พบว่าน้ำมันสะเดาผสมกับน้ำมันมะพร้าวสามารถป้องกันยุงได้นานถึง 12 ชั่วโมง และสารไล่แมลงจัดเป็นเครื่องมืออันหนึ่งที่มีบทบาทในการป้องกันโรคอันเกิดจากแมลง และในอนาคตน้ำมันหอมระเหยอาจมีความสำคัญในการกำจัดแมลงในสถานที่จำเพาะได้ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล และสถานที่เตรียมอาหาร Hori (2003) ได้ทดสอบคุณสมบัติการไล่แมลงทำลายยาสูบ **Lasioderma serricorne** (Fabricius) ของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 57 ชนิดที่ใช้เป็นส่วนผสมในอาหารและเครื่องสำอางโดยใช้เครื่อง olfactometer พบว่าคุณสมบัติการเป็นสารไล่แมลงของน้ำมันหอมระเหยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นที่ใช้ Choochote **et al**. (2007) ได้ทำการสกัดน้ำหอมระเหยที่มีคุณสมบัติไล่ยุง (**Aedes aegypti**) จากพืช 10 ชนิดในห้องปฏิบัติการ พบว่า น้ำมันหอมระเหย 7 ชนิด จาก **Zanthoxylum piperitum**, **Anethum graveolen**s และ **Kaemferia galanga** สามารถป้องกันยุงได้ 1, 0.5, 0.25 ชั่วโมง ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากพืชอีก 7 ชนิด ไม่มีผลต่อการไล่ยุง แต่เมื่อนำมาผสมกับวานิลิน 10% พบว่า สามารถไล่แมลงได้

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (Bioactivity)

สารประกอบทุติยภูมิจากพืชหลายชนิดมีคุณสมบัติทางชีววิทยาที่มีผลต่อแมลง เช่น สามารถกำจัดตัวอ่อน ยับยั้งการกิน เป็นสารไล่แมลง ยับยั้งการวางไข่ และกำจัดเชื้อรา ปัจจุบันทั่วโลกมีการตื่นตัวหันมาสนใจใช้ สารธรรมชาติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการควบคุมศัตรูพืช จึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้สารสกัดและน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีคุณสมบัติทางชีววิทยา เช่น **Artemisia judaica** L. ซึ่งเป็นไม้พุ่มในแถบทะเลทรายและคาบสมุทรซีนาย โดย Abdelgaleil **et al**. (2008) ได้แยกสารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดนี้และ ทดสอบคุณสมบัติทางชีววิทยาด้านการเป็นสารไล่แมลง สารยับยั้งการกิน และสารต้านเชื้อรา โดยการนำน้ำมันหอมระเหยจาก **A. judaica** มาแยกสารด้วยวิธีโครมาโทกราฟ พบว่า ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์สำคัญ 2 ชนิด คือ trans-ethyl cinnamate และ piperitone เมื่อนำไปทดสอบกับตัวอ่อนของ **Spodoptera littoralis** (Boisd.) พบว่า trans-ethyl cinnamate และ piperitone มีคุณสมบัติเป็นสารไล่แมลงและยับยั้งการกิน นอกจากนี้ trans-ethyl cinnamate (LD_{50} = 0.37 ไมโครกรัม/ตัวอ่อน) ยังมีความเป็นพิษมากกว่า piperitone (LD_{50} = 0.68 ไมโครกรัม/ตัวอ่อน) โดยที่ความสามารถในการยับยั้งการกินของตัวอ่อนขึ้นอยู่กับความเข้มข้น กล่าวคือ สารทั้ง 2 ชนิดนี้มี

คุณสมบัติในการยับยั้งการกินได้ 100% ที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร เมื่อทดสอบการต้านเชื้อรา พบว่า สารทั้ง 2 ชนิด มีคุณสมบัติต้านเชื้อรา โดย trans-ethyl cinnamate สามารถต้านเชื้อราได้ดีกว่า piperitone เช่นเดียวกับการเป็นสารไล่แมลง พืชในสกุล Cleome (ผักเสี้ยน) ได้แก่ **Cleome gynandra** (L.) **Briq Cleome chelidonii** L. และ **Cleome viscose** L. เป็นพืชพื้นเมืองที่ใช้ในการรักษาโรค เช่น รูมาติซึม และปวดศีรษะ Somboon and Pimsaman (2006) ได้ทดสอบคุณสมบัติทางชีววิทยาด้านความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชในสกุลนี้ที่มีต่อด้วงงวงข้าว (**Sitophilus oryzae** L.) ซึ่งปีนศัตรูในโรงเก็บ พบว่า สารสกัดของ **Cleome viscose** และ **Cleome gynandra** มีความเป็นพิษสูงกว่าสารสกัดจาก **Cleome chelidonii** นอกจากนี้สารสกัดจาก **Cleome viscosa** ยังมีคุณสมบัติยับยั้งการวางไข่ของแมลงสูงอีกด้วย น้ำมันหอมระเหยจาก **Foeniculum vulgare** Mill และ **Hyptis suaveolens** สามารถใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อน **Hyadaphis foeniculi** Passerini และ **Aphis gossypii** Glover ที่เป็นศัตรูพืชในวงศ์ Umbeliferae โดย Malvaceae **Foeniculum vulgare** Mill ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นยารักษาโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจในประเทศบราซิลได้นำมาใช้ปรุงรสอาหาร ป้องกันเชื้อราของผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว องค์ประกอบที่สำคัญในน้ำมันหอมระเหยของสมุนไพรชนิดนี้ คือ (E)-anethol fenchone และ methyl chavicol แมงลักคา (**Hyptis suaveolens**) เป็นวัชพืชและมีกลิ่นจึงนำมาใช้ผลิตน้ำผึ้ง น้ำมันหอมระเหยที่ได้มีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา สารหลักในน้ำมันหอมระเหยนี้ประกอบด้วย sabinene 1,8-cineole spathulenol, (E)-caryophyllene และ bicyclogermacrene การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชในวงศ์ Malvaceae ได้แก่ **Foeniculum vulgare** Mill และแมงลักคานี้ สามารถกำจัดเพลี้ยอ่อนได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อผึ้ง (**Apis mellifera** L.) (Abramson **et al**., 2007)

ตารางที่ 2 พืชและสารออกฤทธิ์ในน้ำมันหอมระเหยของพืชที่มีคุณสมบัติต้านจุลินทรีย์

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

ที่มา : Calsamiglia **et al.** (2007)

จูวีไนล์ฮอร์โมน (Juvenile hormones)

Singh and Upadhyay (1993) ได้ศึกษาสารประกอบที่คล้าย JH ของแมลง เพื่อรบกวนกระบวนการทำงานการเจริญเติบโตปกติของแมลงและ metamorphoresis โดยการทำให้แมลงตายหรือไม่เจริญพันธุ์ น้ำมันหอมระเหยมีประโยชน์ต่อการสังเคราะห์สารคล้าย JH สารประกอบที่มีพันธะคู่ไฮโดรเจนจะถูกแทนที่ด้วยหมู่อื่น 3 หมู่ (trisubstitue) ซึ่งจัดเป็นสารที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์สารคล้าย JH ฮอร์โมนของแมลง p ชนิด ได้แก่ C 16-JH, C17-JH และ C18-JH สามารถใช้เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญในไร่นา เนอรอล (nerol) และเจอรานิออล (geraniol) เป็น intermediate ที่ใช้ในการสังเคราะห์ C17-JH อนุพันธ์ของ citronellol มีคุณสมบัติคล้าย JH ของหนอนและแมลงปีกแข็งบางชนิด น้ำมันหอมระเหยจากผกากรอง (**Lantana camara**) มีลักษณะคล้าย JH ที่มีผลต่อตัวอ่อนของ **Dysdercus similies** สารยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของแมลง (Antifeedants) Abdelgaleil and El-Aswad

(2005) ได้ศึกษาคุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของพืชในวงศ์ Meliaceae ได้แก่ **Khaya ivorensis** A.Chev. และ **Chukrasia tabularis** A. Juss. โดยสกัดและแยก limonoids จากเปลือกของต้น **Khaya ivorensis** และเปลือกรากของ **Chukrasia tabularis** แล้วนำ limonoids ที่แยกได้ไปทดสอบการเป็นสารยับยั้งการกินกับตัวอ่อนของหนอนชอนใบฝ้าย **Spodoptera littoralis** พบว่า มีคุณสมบัติยับยั้งการกิน ลดการเข้าสู่ระยะดักแด้ของตัวอ่อน และระยะเจริญเป็นตัวเต็มวัย รวมทั้งลดการวางไข่ และยังได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของสารกับคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการกินของแมลง แม้วามีผลิตภัณฑ์จากพืชจำนวนมากที่มีคุณสมบัติยับยั้งการกินของแมลง แต่การศึกษาบทบาทของน้ำมันหอมระเหยที่ยับยั้งการกินของแมลงยังขาดแคลนเป็นอย่างมาก Singh and Upadhyay (1993) พบว่า sesquiterpenoids จาก **Aneura pinguis** มีคุณสมบัติยับยั้งการกินสูง ส่วนสาร Absinthin ซึ่งเป็นไดเมอร์ของ sesquiterpenoid ที่สกัดจาก **Artemisia absinthium** นั้นสามารถยับยั้งการกินของแมลงได้ โดยขึ้นอยู่กับอายุและอาหารที่เลี้ยงแมลง และยังพบว่า diterpenoids และ triterpenoids ก็มีคุณสมบัติยับยั้งการกินเช่นกัน ได้แก่ columbin, solidagenone, limonene, nomilin และ helvolic acid

สารรมฆ่า (Fumigants)

สารรมฆ่า (fumigants) เป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่กระทำต่อเป้าหมายในสภาวะที่เป็นไอหรือก๊าซที่มีจุดเดือดต่ำ เช่น เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) และซัลเฟอริลฟลูออไรด์ (sulphuryl fluoride) และสารระเหยอื่น ๆ ที่มีสถานะเป็นของแข็งหรือของเหลวที่ใช้กำจัดแมลงในสภาวะที่เป็นก๊าซหรือไอ โดยรวมทั้งหมดนี้จัดว่าเป็นสารเคมีชนิดรม ผลผลิตทางการเกษตรในโรงเก็บที่ถูกทำลายโดยแมลงจำพวกมอดด้วง รวมทั้งหนอนผีเสื้ออาจมีการปนเปื้อนของแมลงในสินค้าที่ใช้เป็นอาหาร ซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการควบคุมคุณภาพของสินค้าสารรมฆ่าจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการกำจัดแมลงศัตรู ในโรงเก็บ สารรมฆ่าที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบัน คือ ฟอสฟีน (phosphine) และ methyl bromide โดยแมลงสามารถต้านทาน phosphine ได้ และในบางประเทศไม่สามารถใช้กับไร่นาได้ สำหรับ methyl bromide แม้วาจะสามารถกำจัดแมลงได้มากชนิดก็ตาม แต่ก็เป็นสารที่ทำลายชั้นโอโซน ดังนั้นจึงได้ยกเลิกการใช้ methyl bromide และหันมาสนใจพัฒนาสารชนิดใหม่แทนประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา และยุโรปได้นำ sulphuryl fluoride ที่เป็นสารรมปลวกและแมลงเจาะเนื้อไม้มาใช้ในการจัดการสินค้าอาหาร เช่น ใช้ในโรงงานแป้ง คาร์บอนิลซัลไฟด์ (carbonyl sulphide) อีเทนไดไนไทรล์ (ethane dinitrile) และเอทิลฟอร์เมท (ethyl formate) จัดเป็นสารรมฆ่าทางเลือกใหม่สำหรับสินค้าที่เป็นอาหารและไม่ใช่อาหาร นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น น้ำมันหอมระเหยและองค์ประกอบของน้ำมันก็มีความน่าสนใจสำหรับเป็นทางเลือกในการเป็นสารรมฆ่า เนื่องจากเป็นสารธรรมชาติจากพืชและมีข้อดีกว่าสาร

สังเคราะห์ คือ มีความเป็นพิษต่อมนุษย์น้อย เสื่อมสลายได้เร็วและหาได้ง่ายตามท้องถิ่น (ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553)

ตัวอย่างพืชสมุนไพรที่น้ำมันหอมระเหยมีฤทธิ์ในการฆ่าพยาธิภายนอก

ตะไคร้ต้น (**Litsea cubeba** (Lour.) Pers.)

ตะไคร้ต้น (**Litsea cubeba** (Lour.) Pers.) วงศ์ Lauraceae เป็นพืชสมุนไพร มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งในและต่างประเทศ มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน อินโดนีเซีย ไต้หวัน และประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มักขึ้นอยู่ตามพื้นที่สูง ป่าดงดิบ ใกล้ห้วย หรือ ริมลำธาร เป็นไม้ยืนต้น สูง 5-10 เมตร ใบเดี่ยวเรียงสลับรูปใบหอกกว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 5-10 เซนติเมตร ท้องใบสีขาว ขอบใบหยักซี่ฟัน ก้านใบสีแดง ดอกช่อออกที่ซอกใบ ไม่มีกลีบดอก ผลแห้งแตกได้ ส่วนประกอบที่พบได้แก่ citral และ limonene (Jeon and Lee, 2016) Noosidum **et al**. (2008) รายงานว่า น้ำมันตะไคร้ต้นความเข้มข้น 1% มีฤทธิ์ในการฆ่ายุง **Aedes aegypti** (L.) โดยมีอัตราการตาย 20.4% เมื่อยุงสัมผัสน้ำมันตะไคร้ต้นนาน 24 ชั่วโมง และจากการศึกษา น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 5%, 10%และ 15% มาเตรียมผลิตภัณฑ์ 4 รูปแบบ ได้แก่ ครีม โลชั่น เจล และ สเปรย์ และจากการศึกษาประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์ป้องกันยุง พบว่าผลิตภัณฑ์ เจล 15% สเปรย์ 10% และ เจล 10% มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงกัดดีที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับทุกผลิตภัณฑ์ โดยมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงกัด จากผลการศึกษาฤทธิ์ในการป้องกันยุงพบว่า น้ำมันตะไคร้ต้นมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงได้ถึง 4-5 ชั่วโมง ซึ่งน้ำมันตะไคร้ต้นน่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งของสารจากธรรมชาติที่ใช้ในการป้องกันยุงโดยเฉพาะยุงลาย (สุนีย์, 2558)

ภาพที่ 10 ตะไคร้ต้น

ที่มา : Puechkaset (2016)

Rim and Jee. (2006) ได้ทำการศึกษาผลของประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดไร **Dermatophagoides farina** และ **D. pteronyssinus** (Acari:Pyroglyphidae) และการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของสมุนไพร **Mentha pulegium** (pennyroyal) โดยทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหย 6 ชนิด (เพนนีรอยัล, กระดังงา, ตะไคร้บ้าน, ตะไคร้ต้น, ทีทรี และโรสเมรี่) ในปริมาณที่แตกต่างกัน (0.1, 0.05, 0.025, 0.0125, และ0.00625 $\mu l/cm^2$) และเวลาที่ได้รับสัมผัส (5, 10, 20, 20, 30 และ 60 นาที) โดยผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยจากเพนนีรอยัลในปริมาณ 0.025 $\mu l/cm^2$ ในเวลาที่ 5 นาที สามารถกำจัดไรได้ 98% ตามด้วยกระดังงา และตะไคร้บ้าน ตามลำดับ

ตะไคร้หอม (**Cymbopogon nardus** Rendle.)

ตะไคร้หอม (**Cymbopogon nardus** Rendle.) ชื่อวงศ์ Poaceae ชื่อสามัญ Ciltronella Grass ตะไคร้หอมเป็นไม้ล้มลุก ที่เกิดจากหัวหรือเหง้า ที่อยู่ใต้ดินลำต้นจะตั้งตรง แต่จะแตกออก มาเป็นกอ ที่โคนจะเป็นกาบชั้น ๆ เหมือนกับตะไคร้บ้าน ลำต้นจะเป็นสีแดง ยาว 2 เมตร ใบ มีลักษณะยาวและแคบกว่าตะไคร้บ้าน ยาว 1 เมตร กว้าง 5-20 มิลลิเมตร มีสีเขียว ผิวเกลี้ยงและมีกลิ่นหอม ดอก ออกเป็นช่อฝอย มีช่อดอกขนาดใหญ่ ยาวประมาณ 2 ฟุต จะคล้ายกับดอกอ้อ ช่อดอกจะแยกออกเป็นแขนง จากการสำรวจพื้นที่หมู่บ้านรอบศูนย์พัฒนาเขาหินซ้อนฯ เกษตรกรนำใบตะไคร้หอมมาป้องกันปรสิตภายนอกของไก่โดยนำใบพืชสมุนไพรมาตากแห้งแล้วนำมารองรังโดยเปรียบเทียบกับใบสมุนไพรชนิดอื่น ๆ (พงษ์ศักดิ์, 2550) น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม(**C.nardus**) มีผลต่อตัวอ่อนของเห็บชนิด **Amblyomma cajennense** และ **Anocentor nitens** (Clemente **et al**., 2010) องค์ประกอบหลัก ทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมประกอบด้วย geraniol 55-92% และ citronellal 5% ซึ่งขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของตะไคร้หอม (ฐาปนีย์, 2555)

ภาพที่ 11 ตะไคร้หอม

ที่มา : ไทยโพสต์ (2562)

ณรงค์ และวีรพล (2539) ได้ทำการศึกษาการฆ่าเห็บโคของสารเคมีบริสุทธิ์ที่พบในปริมาณน้ำมันจากใบตะไคร้ (**Cymbopogon Citratus** Stapf) และใบตะไคร้หอม **(Cymbopogon nardus** Rendle.) 6 ชนิด ได้แก่ D-limonene, bomeol, citral, citronellal, citronellol และ limalool เจือจางสารเคมีบริสุทธิ์เหล่านี้ด้วย 95 เปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์ในอัตราส่วน 1 :10 ,1:15 และ 1:20 โดยปริมาตรทดสอบของฤทธิ์ฆ่าเห็บตัวเมียที่ดูดเลือดโคจนตัวเปล่งโดยวิธีการจุ่ม ผลการทดสอบสารเคมีแต่ละชนิดที่เจือจาง 1:10 และสารเคมีที่รวมกัน 2 ชนิดที่เจือจาง1:10 ,1:15 และ 1:20 พบว่า d-limonene เจือจาง 1:10 เท่านั้น มีฤทธิ์ฆ่าเห็บค่อนข้างสูงและสารเคมีเจือจาง 1:10 ที่รวมกัน 2 ชนิด แล้วมีฤทธิ์ฆ่าเห็บได้สูง ได้แก่ d-ltmonene + borneol, d-limonene + citral, d-limonene + linalool, borneol + citral, citroellal + linalool และ citronellol + linalool และ d-oimonene + critral เท่านั้นที่เจือจาง 1:15 แล้วยังมีฤทธิ์ฆ่าเห็บได้สูง สรุปในการศึกษาครั้งนี้ สารออกฤทธิ์ฆ่าเห็บในน้ำมันตะไคร้หอมและตะไคร้นั้นมีสาร d-limonene ออกฤทธิ์แรงที่สุดและสารอีก 5 ชนิดออกฤทธิ์เสริมมากน้อยตามลำดับ คือ citral, linalool, borneol, citronellal และ citronellol

Chungsamarnyart และ Jiwajinda (1992) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยจากพืช โดยทำการทดสอบน้ำมันของพืช 12 ชนิด ความเข้ม 5.88-9.09% โดยวิธีจุ่ม ในการฆ่าเห็บโค พบน้ำมันหอมระเหยจากผิวเปลือก ผลส้มเช้ง ส้มโอทองดี ส้มเขียวหวาน ส้มซันครีส มะกรูด จากใบตะไคร้แกงและตะไคร้หอมมีฤทธิ์ฆ่าเห็บตัวอ่อนตาย 90-98% ที่ 2 ชั่วโมง น้ำมันเปลือกผิวส้มเขียวหวานและส้มโอทองดี ความเข้มข้น 9% มีฤทธิ์ฆ่าเห็บตัวเมียแก่ตาย 95-98% ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากใบตะไคร้แกง ตะไคร้หอม ความเข้มข้น 20-25% มีฤทธิ์ฆ่าเห็บตัวเมียแก่ตาย 85-86% ที่ 7 วัน เช่นเดียวกับการศึกษา

ของ Chungsamarnyart และ Jansawan (1992b) และ Chungsamarnyart และ Jansawan (1993) ได้ทำการศึกษาวิธีการสกัด และสูตรส่วนผสม สำหรับเกษตรกรทำได้ด้วยตนเอง ซึ่งทำการศึกษาการสกัดของพืช 16 ชนิด และสูตรส่วนผสม พบพืช 6 ชนิด ที่เกษตรกรสามารถทำเองได้ คือ น้อยหน่า (**Annona squanosa** Linn.) มันแกว (**Pachyrrhizus erosus** Linn.) ตะไคร้แกง (**Cymbopogon citratus** Stapf.) ตะไคร้หอม (**Cymbopogon nardus** Rendle) เปลือกผิวส้ม **(Citrus spp.)** และมะขามเปียก (**Tamarindus indicus** Linn.) ในสารสกัดจากพืช 6 ชนิดนี้ สารสกัดจากเมล็ดน้อยหน่าจะดีที่สุด เนื่องจากเป็นพืชที่รู้จักกันดี หาง่าย ราคาถูก มีฤทธิ์ฆ่าเห็บเร็ว เสื่อมสลายง่ายและสารสกัดที่ได้สามารถเจือจางได้มาก

Govere **et al**. (2000) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ของ ตะไคร้หอม **Cymbopogon excavates** พบว่าสามารถป้องกันยุง **Anopheles arabiensis** อย่างสมบูรณ์ได้นานถึง 2 ชั่วโมงและเมื่อผ่านไป 4 ชั่วโมงและมีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงมากถึงร้อยละ 59.3 โดยทำการทดลองในประเทศแอฟริกาใต้

ขิง (**Zingiber officinale** Roscoe)

ขิง (**Zingiber officinale** Roscoe) ชื่อวงศ์ Zingiberaceae ชื่อสามัญ Ginger มีลักษณะเป็นต้นไม้ล้มลุก ลำต้นอยู่ใต้ดิน เรียกว่า เหง้า ลำต้นสูง 50-100 เซนติเมตร เหง้า กลมและแบน ลำต้นแท้จะมีลักษณะเป็นข้อๆ เนื้อในสีขาว หรือเหลืองอ่อน ดอกจะออกเป็นช่อจากลำต้นใต้ดิน จะแทงขึ้น มาจากเหง้า ก้านช่อดอกยาว 20 เซนติเมตร ทุก ๆ ดอกมีกาบสีเขียวปนแดง และจะบานให้เห็น ดอกในภายหลังเมล็ด (ผล) มี 3 พูล ภายในจะมีเมล็ดสีดำหลายเม็ด ผลจะกลม โต และแข็ง เหง้า เมื่อแก่จะเผ็ดร้อนมาก จากการศึกษาฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย 56 ชนิดในการฆ่าไรแดง **D. gallinae** ผลการศึกษาโดยวิธีการสัมผัสโดยตรง พบว่าน้ำมันจากขิงมีฤทธิ์ในการฆ่าไรแดงที่ปริมาณ 0.35 mg/cm^2 ได้ 100% (Kim **et al**., 2004) การศึกษาฤทธิ์การฆ่าไรแดงในพืช (**Tetranychus urticae** Koch.) สารสกัดด้วยน้ำมันหอมระเหยของพืช 28 ชนิด พบว่าสารสกัดจากขิงมีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวโตเต็มวัยของไรแดงได้ 97.5% โดยเทียบกับกลุ่มควบคุม (Pavela , 2016) องค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยที่พบได้ในขิงมีประมาณ 0.5-4.4% ซึ่งประกอบด้วย terpene, zingiberene, cineol (รุ่งรัตน์, 2546)

ภาพที่ 12 เหง้าขิง

ที่มา : กฤดา (2563)

กานพลู (**Eugenia caryophyllata** Thunb.)

กานพลู ((**Eugenia caryophyllata** Thunb.)) ชื่อวงศ์ Myrtaceae ชื่อสามัญ Clove โดย ต้น มีลักษณะ เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก สูง 9-12 เมตร ผิวลำต้นสีน้ำตาลเหลือง ใบ มีสีเขียวเข้ม ผิวใบเรียบมัน ยาว 4 นิ้ว กว้าง 2 นิ้ว ปลายและโคนใบแหลม ดอก สีเขียวอมแดงเลือดหมู หรือสีขาว อมเขียว ดอกจะออกเป็นกระจุกหรือเป็นช่อ ประมาณ 15-20 ดอก คล้ายดอกขจรและผล มีสีน้ำตาลเข้ม ยาว1 เซนติเมตร และเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.3-0.4 เซนติเมตร จากการศึกษาฤทธิ์ฆ่าไรแดง (**D. gallinae**) ในระยะโตเต็มวัย พบว่าน้ำมันจากดอกตูมของกานพลู มีค่า LD_{50} เท่ากับ 0.07 mg/cm^3 และ LC_{90} เท่ากับ 0.13 mg/cm^3 (George **et al**. 2010) การศึกษาฤทธิ์ฆ่าไรแดง (**D. gallinae**) ด้วยวิธี filter paper contact และ fumigant toxicity พบว่าน้ำมันจากดอกตูมของกานพลู ความเข้มข้น 0.35 mg/cm^2 และ 0.28 mg/cm^2 สามารถกำจัดไรแดงได้ 100% เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง (Kim **et al**. 2004) องค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากดอกตูม มีองค์ประกอบหลักคือ eugenol, eugenol acetate และ caryophylla-3(12)-6-dien-4-ol (เขียน, 2553)

Kim **et al**. (2003) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดไร **Dermanyssus gallinae** (Acari: Dermanyssidae) โดยทำการศึกษาจากสมุนไพรทั้งหมด 56 ชนิด และได้น้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรที่สามารถกำจัดไรแดงได้ดีที่สุด 5 ชนิดคือ (สน, กานพลู, ผักชี, ฮอร์ชแรดิชและมัสตาร์ด) ทำการทดสอบโดยวิธีการสัมผัสโดยตรง โดยผลการทดลองพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรทั้ง 5 ชนิดสามารถกำจัดไรแดงได้ 100% ในปริมาณ 0.28 mg cm^{-2}

Tjahjani (2008) จากการทดลองที่ประเทศอินเดียมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากกานพลู (**Syzygium aromaticum**) ให้ผลในการป้องกันกำจัดตัวเต็มวัยยุงลายบ้าน และยุงรำคาญดีที่สุด โดยมีค่า

LC_{50} = 0.5% หลังการทดลอง 20 นาที รองลงมา คือ ตะไคร้หอมอินเดีย (**Cymbopogon flexuous**) สนซีดา (**Cedrus deodara**) ตะไคร้หอม (**Cymbopogon winterianus**) และสน (**Pinus rexburghii**) ซึ่งมีค่า LC_{50} = 1.0, 2.5, 5.5 และ 9.7% หลังการทดลอง 60 นาที ตามลำดับ นอกจากนี้ Makhaik **et al**. (2005) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากสะเดา (**Azadirachta indica**) ตะไคร้บ้าน (**Cymbopogon nardus**) โหระพา, กะเพราและแมงลัก (**Ocimum spp**.) ให้ได้ผลในการไล่ตัวเต็มวัยของยุงลายบ้าน

ภาพที่ 13 กานพลู

ที่มา : Lifestyle Desk (2020)

อบเชย (**Cinnamomum** spp.)

อบเชย (**Cinnamomum** spp.) ได้จากเปลือกต้นชั้นในของต้นอบเชย ซึ่งมีอยู่หลายชนิด ทั้งอบเชยลังกา (**Cinnamomum verum** J. Presl.) อบเชยไทย (**Cinnamomum iners** Reinw. Ex Blume.) อบเชยญวน (**Cinnamomum loureirii** Nees.) อบเชยจีน (**Cinnamomum aromaticum** Nees.) อบเชยชวา (**Cinnamomum burmannii** (Nees.) Blume.) (หอมหวล, 2010) ชื่อสามัญ Cinnamon วิธีการเตรียมจะขูดเอาเปลือกชั้นนอกออกให้หมด แล้วลอกเปลือกชั้นในออกจากแก่นลำต้น แล้วนำไปผึ่งและตากแห้ง อบเชยจะประกอบด้วย benzyl benzoate เป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งมีฤทธิ์ในการกำจัดแมลง โดยในอบเชยมีสาร benzyl benzoate ถึง 65.4% และน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยประกอบด้วย cinnamoldehyde ประมาณ 51-76% พบ eugenol เล็กน้อยประมาณ 5-18% ซึ่งน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดตัวอ่อนเห็บโคชนิด **Rhipicephalus microplus** (Monteiro, 2017)

ภาพที่ 14 อบเชย

ที่มา : หอมหวน (2010)

มะกรูด (**Citrus hystrix** DC.)

มะกรูด (**Citrus hystrix** DC.) ชื่อสามัญ Kaffer lime เป็นพืชในตระกูลส้ม เป็นไม้ต้นขนาดเล็ก สูง 2-8 เมตร เปลือกต้นเรียบสีน้ำตาล แผ่นใบเรียบเป็นมันสีเขียวเข้ม มีต่อมน้ำมันอยู่ตามผิวใบ ผลเป็นทรงกลมหรือรูปไข่ ผิวขรุขระ มีต่อมน้ำมัน สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากมะกรูดมีส่วนประกอบของ Beta-citronellal เป็นองค์ประกอบหลักถึง 66.8%, beta-citronellol 6.59%, linalool 3.90% และ Citronellol 1.76% ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีฤทธิ์ในการกำจัดหนอนใบยาสูบโดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 26.748 µL/g (Loh **et al**., 2011)

ภาพที่ 15 มะกรูด

ที่มา : โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี (มปป.)

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

1. การเตรียมพืชสมุนไพรและการกลั่นน้ำมันหอมระเหย

เตรียมพืชสมุนไพร 6 ชนิดได้แก่ กานพลู (**Eugenia caryophyllata** Thunb.) ตะไคร้หอม (**Cymbopogon nardus** Rendle.) ตะไคร้ต้น (**Litsea cubeba** (Lour.) Pers.) ขิง (**Zingiber officinale** Roscoe) มะกรูด (**Citrus hystrix** DC.) และอบเชย (**Cinnamomum zeylanicum**) และ คัดแยกสิ่งปนเปื้อนออกจากพืชตัวอย่าง ทำการลดขนาดพืชให้มีชิ้นส่วนประมาณ 1-2 นิ้ว แล้วทำการชั่งและบันทึกน้ำหนักพืช จากนั้นกลั่นน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธีกลั่นด้วยน้ำ จนปรากฏน้ำมันหอมระเหยหยดแรกหยดลงมาและกลั่นต่อเป็นเวลา 5 ชั่วโมง แยกน้ำมันหอมระเหยออกจากชั้นน้ำ แล้วกำจัดน้ำโดยเติม Sodium sulfate anhydrous ชั่งน้ำหนักน้ำมันหอมระเหย และคำนวณร้อยละผลผลิต (%yield) แล้วเก็บน้ำมันหอมระเหยที่กลั่นได้ในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทและป้องกันแสง นำไปเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 2-8 °C

2. การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันหอมระเหย

2.1 ค่าความถ่วงจำเพาะ หาโดยทำให้น้ำมันหอมระเหยเย็น ที่ 20°C ใส่น้ำมันหอมระเหยลงใน pycnometer แล้วแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นจึงชั่งน้ำหนัก pycnometer หลังเช็ดให้แห้งแล้วนำน้ำหนักมาคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะ

2.2 ค่าดัชนีหักเห (Refeactive index) ตรวจวัดด้วยเครื่อง refractometer

2.3 การหมุนระนาบของแสงโพลาไรซ์ (Optical rotation) หาโดยนำน้ำมันหอมระเหยมาอ่านค่าด้วยเครื่องมือ polarimeter เพื่อหาค่าเบี่ยงเบนแสงของสารให้กลิ่นเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานกลาง

2.4 การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค Gas Chromatography/Mass Spectrometry

3. การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยในการฆ่าเหาและไรในห้องปฏิบัติการ (in vitro)

3.1 การเตรียมเภสัชภัณฑ์เพื่อใช้การทดลอง

เจือจางน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 6 ชนิด โดย เจือจางด้วยเอทานอล 99.5% น้ำกลั่น และ tween 20 ให้มีความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 และ 16% โดยความเข้มข้น 0.25 – 2% สำหรับทดสอบในเหาจะใช้อัตราส่วนของน้ำกลั่น: tween 20: เอทานอล 99.5% เท่ากับ50:25:25 เป็นสารเจือจางน้ำมันหอมระเหย ส่วนความเข้มข้น 2 – 16% สำหรับทดสอบในไรจะใช้อัตราส่วนของน้ำกลั่น: tween 20: เอ

ทานอล 99.5% เท่ากับ 50:35:15 น้ำมันหอมระเหยที่เจือจางแล้วจะเก็บใส่ภาชนะที่มีฝาปิดสนิทและป้องกันแสงเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการฆ่าเหาและไรในห้องปฏิบัติการต่อไป

3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการฆ่าเหาและไร

ทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดโดยดัดแปลงจากวิธีของ Kim **et al.** (2004) ด้วยวิธี Filter paper contact bioassay เป็นการทดสอบพิษของน้ำมันหอมระเหยจากการสัมผัสโดยตรง โดยใช้กระดาษกรอง whatman 1 จุ่มในน้ำมันหอมระเหยแต่ละความเข้มข้น จำนวน 3 แผ่น/ความเข้มข้น โดยได้ความเข้มข้นของสาร 0.104, 0.208, 0.416, 0.832, 1.664, 3.328 และ 6.656 $\mu g \cdot cm^{-2}$ แล้วทำให้แห้งภายใต้ตู้ดูดควัน (Fume hood) เป็นเวลา 3 นาที จากนั้นวางกระดาษกรอง 1 แผ่นลงใน petri dish โดยเหา (**Menopon gallinae)** จะใช้ความเข้มข้น 0.104, 0.208, 0.416, 0.832 $\mu g \cdot cm^{-2}$ ส่วนไรจะใช้ความเข้มข้น 0.832, 1.664, 3.328 และ 6.656 $\mu g \cdot cm^{-2}$ จากนั้นใส่เหาจำนวน 10 ตัว (Pumnuan **et al**., 2020) แล้วหุ้ม petri dish ด้วยพาราฟิล์ม กลุ่มควบคุมลบจะใช้สารสำหรับเจือจางน้ำมันหอมระเหยแทนสารสกัดน้ำมันหอมระเหย ทำการทดลองด้วยน้ำมันหอมระเหยจนครบ 6 ชนิด แล้วทดลองประสิทธิภาพการกำจัดไร **(Ornithonyssus bursa)** ด้วยวิธีเดียวกัน แต่ใช้ไรจำนวน 20-30 ตัวต่อเพลท (Kim **et al**., 2004) ตรวจสอบการตายของเหาและไรด้วยแว่นขยายกำลังขยาย 20 เท่าโดยเหาและไรที่ตายจะไม่มีการขยับขา และไม่ตอบสนองต่อการถูกเขี่ยด้วย forcep บันทึกจำนวนเหาและไรที่ตายทุก 10 นาทีหลังการทดลอง จนครบ 1 ชั่วโมงจึงตรวจสอบการตายทุกชั่วโมงจนครบ 24 ชั่วโมง คำนวณอัตราการตาย โดยใช้สูตร

อัตราตายของเหาหรือไร = (จำนวนเหาที่ตาย/จำนวนเหาเริ่มต้น)*100

และคำนวณ lethal concentration (LC) โดยใช้ regression analysis (Karter **et al**., 2014)

3.3 การทดสอบสูตรน้ำมันหอมระเหยในการฆ่าเหาและไร

คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยสองชนิดจากหกชนิดที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรได้ดีที่สุดโดยการประเมินจากค่า Lethal concentration 50 (LC_{50}) ที่ต่ำที่สุด มาเจือจางให้ใกล้เคียงกับค่า LC_{90} แล้วผสมกันในอัตราส่วน 30:70, 50:50 และ 70:30 แล้วทดสอบประสิทธิภาพในการกำจัดเหาและไรตามวิธี Filter paper contact bioassay และดูอัตราการตายของเหาและไรเพื่อนำไปใช้ในการทดลองในตัวสัตว์ต่อไป

4. การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดเหาและไรในไก่ (in vivo)

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดเหา

ใช้ไก่พื้นเมืองที่พบการติดเหา (**M. gallinae**) โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 ตัว ทดลองซ้ำ 3 ครั้ง โดยแต่ละกลุ่มจะเลี้ยงแยกห้องกันเพื่อป้องกันการติดต่อของเหาระหว่างกลุ่ม ทำการสเปรย์น้ำมันหอมระเหยหรือสารควบคุมลงบนตัวไก่ 5 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัว โดยการเปิดขนแล้วสเปรย์ให้โดนผิวหนังบริเวณแนวสันหลัง อก ท้อง ข้างลำตัว ใต้ปีก และรอบรูทวาร (ยกเว้นบริเวณส่วนหัว) กลุ่มที่ 1 สเปรย์ส่วนผสมน้ำมันหอมระเหยสูตร 1 กลุ่มที่ 2 สเปรย์ส่วนผสมน้ำมันหอมระเหยสูตร 2 กลุ่มที่ 3 สเปรย์สารสำหรับเจือจางน้ำมันหอมระเหย (กลุ่มควบคุม) และกลุ่มที่ 4 สเปรย์ด้วย Trichlorfon ความเข้มข้น 0.15% (กลุ่มควบคุม) บันทึกผลการทดลองเป็นรายตัวโดยตรวจนับจำนวนเหาทั้ง 6 จุดซึ่งใช้แผ่นกรอบพลาสติกภายในขนาด 1.5*2 นิ้ววางทางในแต่ละจุดแล้วนับจำนวนเหาที่พบในกรอบ จำนวน 4 ครั้ง ได้แก่ก่อนสเปรย์สาร, หลังสเปรย์สารในวันที่ 1, 7 และ 14 แล้วคำนวณอัตราการพบเหาไก่ภายหลังการให้สาร โดยใช้สูตร

อัตราการพบเหา = (จำนวนเหาที่พบ/จำนวนเหาเริ่มต้นก่อนการทดลอง)*100

นอกจากนี้จะมีการตรวจสอบความเป็นพิษของสารบนตัวไก่โดยสังเกตลักษณะการระคายเคืองบนผิวหนัง และอาการในระบบทางเดินหายใจ (Martin and Muliens.,2012)

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดไร

ทดสอบในรังนอนของไก่ที่พบไร (**O. bursa**) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ทดลอง 3 ซ้ำ ทำการสเปรย์น้ำมันหอมระเหยหรือสารควบคุมลงในรังไข่โดยปริมาณ 1 ml ต่อตารางเซนติเมตร กลุ่มที่ 1 สเปรย์ส่วนผสมน้ำมันหอมระเหยสูตร 1 กลุ่มที่ 2 สเปรย์ส่วนผสมน้ำมันหอมระเหยสูตร 2 และ กลุ่มที่ 3 สเปรย์สารสำหรับเจือจางน้ำมันหอมระเหย (กลุ่มควบคุม) บันทึกผลการทดลองเป็นแต่ละรังนอนโดยการใช้กระดาษชำระขนาด 20 x 20 เซนติเมตรใส่ลงไปในรังจำนวน 3 แผ่นต่อรังและจับเวลา 5 นาที นำกระดาษชำระมาใส่ในถุงซิป และเทเอทานอล 95% ลงในถุงซิป ปริมาณ 5 ml เพื่อเป็นการสลบไร และบันทึกผลเป็นรายกลุ่มโดยตรวจนับจำนวนไรที่เก็บมาจากกระดาษชำระ โดยทำการเก็บ 4 ครั้ง ก่อนสเปรย์สาร, หลังสเปรย์สารในวันที่ 1, 7 และ 14 วัน แล้วคำนวณอัตราการพบไรไก่ภายหลังการให้สาร โดยใช้สูตร

อัตราการพบไร = (จำนวนไรที่พบ/จำนวนไรเริ่มต้นก่อนการทดลอง)*100

5. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลการตายของเหาและไรในห้องปฏิบัติการจะถูกวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ one-way ANOVA เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประชากรด้วยวิธีการ Duncan's multiple range tests (DMRT) และวิเคราะห์การลดลงของเหาและไรในสัตว์โดยมีการวัดซ้ำในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Repeated Measurements in CRD) โดยโปรแกรม SAS® University Edition ส่วนค่า LC จะใช้ regression analysis โดยโปรแกรม R-studio

ผลการวิจัย

1. ผลผลิตน้ำมันหอมระเหย และการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของน้ำมันหอมระเหย

1.1 ร้อยละผลผลิตน้ำมันหอมระเหย (% yield)

ร้อยละของผลผลิตน้ำมันหอมระเหยพบว่าผลผลิตของน้ำมันหอมระเหยจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้แก่ กานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้ต้น อบเชย มะกรูด และขิง โดยมีค่า 4.96, 4.40, 3.73, 1.75, 1.60 และ 1.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ร้อยละผลผลิตน้ำมันหอมระเหย (% yield)

สมุนไพร	% yield
กานพลู	4.96
ตะไคร้หอม	4.40
ตะไคร้ต้น	3.73
ขิง	1.38
มะกรูด	1.60
อบเชย	1.75

1.2 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหย

ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำมันหอมระเหยกานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้ต้น ขิง มะกรูด และอบเชย เท่ากับ 1.0547, 0.8874, 0.8762, 0.8742, 0.8600 และ 1.0120 ตามลำดับ ส่วนค่าดัชนีหักเห (Refeactive index) ของแสงเท่ากับ 1.5320, 1.4618, 1.4785, 1.4862, 1.4570 และ 1.5320 ตามลำดับ และการหมุนระนาบของแสงโพลาไรซ์ (Optical rotation) เท่ากับ - 1.97, 0.34, + 6.83, - 35.52, -10.30 และ -10.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอม	Specific gravity	Refractive index	Optical rotation
กานพลู	1.0547 ± 0.0019	1.5320 ± 0.0015	- 1.97 ± 0
ตะไคร้หอม	0.8874 ± 0.0089	1.4618 ± 0.0015	0.34 ± 0
ตะไคร้ต้น	0.8762 ± 0.0017	1.4785 ± 0.0015	+ 6.83 ± 0
ขิง	0.8742 ± 0.0018	1.4862 ± 0.0015	- 35.52 ± 0
มะกรูด	0.8600 ±0.0200	1.4570 ± 0.0240	-10.30 ± 0
อบเชย	1.0120 ± 0.0010	1.5320 ± 0.0045	-10.30 ± 0

1.3 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค Gas Chromatography/Mass Spectrometry พบว่า สารประกอบที่พบเป็นหลักในน้ำมันหอมระเหยกานพลูได้แก่ Eugenol (88.85%) น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมได้แก่ Citral (34.23%), Neral (26.71%) และ Limonene (17.15%) น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้น ได้แก่ Citronellal (44.11%) และ Geraniol (17.40) น้ำมันหอมระเหยขิง ได้แก่ α-Zingiberene (30.21%), β-Sesquiphellandrene (13.04%) และ ar-Curcumene (10.47%) น้ำมันหอมระเหยมะกรูด ได้แก่ Limonene (30.66%), Citronellal (26.94%) และ ß-pinene (6.13%) และน้ำมันหอมระเหยอบเชย ได้แก่ Cinnamaldehyde (75.84%) และ Eugenol (6.78%) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ส่วนของพืชสมุนไพรที่ใช้และองค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหย	Part use	Chemical Constituent	% Peak area
กานพลู	Buds and Flowers	Eugenol	88.85
ตะไคร้หอม	Leaf	Citral	34.23
		Neral	26.71
		Limonene	17.15
ตะไคร้ต้น	Fruit	Citronellal	44.11
		Geraniol	17.40
ขิง	Rhizome	α-Zingiberene	30.21
		β-Sesquiphellandrene	13.04
		ar-Curcumene	10.47
มะกรูด	Peel	Limonene	30.66
		Citronellal	26.94
		ß-pinene	6.13
อบเชย	Inner bark	Cinnamaldehyde	75.84
		Eugenol	6.78

2. ผลของน้ำมันหอมระเหยในการฆ่าเหาและไรในห้องปฏิบัติการ **(in vitro)**

2.1 ผลของน้ำมันหอมระเหย 6 ชนิดในการฆ่าเหา (**M. gallinae**) ในห้องปฏิบัติการ **(in vitro)**

อัตราการตายของเหาต่อน้ำมันหอมระเหยทั้ง 6 ชนิดที่ความเข้มข้นแตกต่างกันด้วยวิธี Filter paper contact bioassay ที่ 24 ชั่วโมงพบว่า ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่มากขึ้นทำให้อัตราการตายของเหาเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) โดยกลุ่มที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ความเข้มข้น 0.416 $\mu g \cdot cm^{-2}$ และ 0.832 $\mu g \cdot cm^{-2}$ มีอัตราการตายของเหาเท่ากับ 100 % ส่วนความเข้มข้น 0.208 $\mu g \cdot cm^{-2}$ พบว่าอัตราการตายของเหาจากน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ขิง อบเชย และ

ตะไคร้ต้น มีการตายมากที่สุด โดยมีค่า 100, 96.67, 96.67, 93.33 % ตามลำดับ ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าน้ำมันหอมระเหยกานพลูและมะกรูด ซึ่งมีอัตราการตายเท่ากับ 80.00 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 อัตราการตายของเหา (**M. gallinae**) ต่อน้ำมันหอมระเหยทั้ง 6 ชนิดที่ความเข้มข้นแตกต่างกันด้วยวิธี Filter paper contact bioassay ที่ 24 ชั่วโมง (%)

Treatment	Concentration ($\mu g \cdot cm^{-2}$)						
	0.052	0.104	0.208	0.416	0.832	SEM	**p**-value
ควบคุม	6.67						
Trichlorfon	100						
กานพลู	56.67^{Cb}	66.67^{Cb}	80.00^{Bb}	100.00^{A}	100.00^{A}	4.82	<.0001
ตะไคร้หอม	86.67^{Ba}	96.67^{Aa}	100.00^{Aa}	100.00^{A}	100.00^{A}	1.59	0.0046
ตะไคร้ต้น	76.67^{Ca}	86.67^{BCa}	93.33^{ABa}	100.00^{A}	100.00^{A}	2.74	0.005
ขิง	86.67^{a}	93.33^{a}	96.67^{a}	100.00	100.00	1.92	0.1264
มะกรูด	60.00^{Cb}	66.67^{Cb}	80.00^{Bb}	100.00^{A}	100.00^{A}	4.67	<.0001
อบเชย	83.33^{Ba}	$90A^{Ba}$	96.67^{Aa}	100.00^{A}	100.00^{A}	2.14	0.0215
SEM	3.36	3.33	2.41	-	-		
p-value	0.001	0.001	0.013	-	-		

$^{A-C}$ ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05)

$^{a-c}$ ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05)

2.2 ผลของน้ำมันหอมระเหย 6 ชนิดในการฆ่าไร (**O. bursa**) ในห้องปฏิบัติการ **(in vitro)**

อัตราการตายของไรต่อน้ำมันหอมระเหยทั้ง 6 ชนิดที่ความเข้มข้นแตกต่างกันด้วยวิธี Filter paper contact bioassay ที่ 24 ชั่วโมงพบว่า ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหย ที่มากขึ้นทำให้อัตราการตายของไรเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) กลุ่มที่ทดสอบด้วยน้ำมันหอมระเหยทุกชนิดที่ความเข้มข้น 6.656 $\mu g \cdot cm^{-2}$ มีอัตราการตายของไรเท่ากับ 100 % ในขณะที่ความเข้มข้น 3.328 $\mu g \cdot cm^{-2}$

พบว่าอัตราการตายของไรจากน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ขิง และอบเชยมีการตายเท่ากับ 100 % ซึ่งไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**>0.05) กับ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้ต้นซึ่งเท่ากับ 97.10 แต่มีประสิทธิภาพดีกว่ากานพลู และมะกรูด ซึ่งมีอัตราการตายเท่ากับ 87.96 และ 84.37 % อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 อัตราการตายของไร (**O. bursa**) ต่อน้ำมันหอมระเหยทั้ง 6 ชนิดที่ความเข้มข้นแตกต่างกันด้วยวิธี Filter paper contact bioassay ที่ 24 ชั่วโมง (%)

Treatment		Concentration (μg·cm^{-2})						
		0.416	0.832	1.664	3.328	6.656	SEM	**p**-value
ควบคุม	8.00							
Trichlorfon	100							
กานพลู		73.47^{C}	81.76^{B}	85.33^{Bb}	87.96^{Bb}	100.00^{A}	2.49	0.0003
ตะไคร้หอม		82.81^{C}	90.90^{B}	93.51^{ABa}	100.00^{Aa}	100.00^{A}	1.93	0.002
ตะไคร้ต้น		80.35^{C}	82.24^{C}	86.39^{BCb}	97.10^{ABa}	100.00^{A}	2.50	0.0086
ขิง		88.33	94.45	96.67^{a}	100.00^{a}	100.00	1.74	0.1764
มะกรูด		71.98^{B}	79.76^{B}	82.07^{Bb}	84.37^{Bb}	100.00^{A}	2.93	0.0106
อบเชย		86.38^{B}	96.67^{A}	100.00^{Aa}	100.00^{Aa}	100.00^{A}	1.62	0.0044
SEM		2.03	2.22	1.75	1.79	-		
p-value		0.0738	0.0783	0.0006	0.0029	-		

$^{A-C}$ ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05)

$^{a-c}$ ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05)

2.3 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้เหาตายครึ่งหนึ่ง (LC_{50}) หลังผ่านไป 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้เหาตายครึ่งหนึ่ง (LC_{50}) จากค่าต่ำสุดไปมากที่สุด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ขิง อบเชย ตะไคร้ต้น มะกรูด และกานพลู โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.63, 0.66, 0.66, 0.67, 0.68 และ 0.70 ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้เหา **(M. gallinae)** ตาย (Lethal concentration; LC) เมื่อผ่านไป 24 ชั่วโมง ($\mu g.cm^{-2}$)

Treatment	LC_{50}	LC_{90}	LC_{99}
กานพลู	0.70	4.51	8.66
ตะไคร้หอม	0.63	20.40	41.97
ตะไคร้ต้น	0.67	8.86	17.8
ขิง	0.66	16.25	33.26
มะกรูด	0.68	4.33	8.3
อบเชย	0.66	12.51	25.43

2.4 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้ไรตายครึ่งหนึ่ง (LC_{50}) หลังผ่านไป 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้ไรตายครึ่งหนึ่ง (LC_{50}) จากค่าต่ำสุดไปมากที่สุด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยอบเชย ขิง ตะไคร้หอม ตะไคร้ต้น กานพลู และมะกรูด โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 1.18, 5.23, 5.73, 5.88, 6.36 และ 6.87 ตามลำดับ (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้ไร **(O. Bursa)** ตาย (Lethal concentration; LC) เมื่อผ่านไป 24 ชั่วโมง ($\mu g.cm^{-2}$)

Treatment	Lethal concentration ($\mu g.cm^{-2}$)		
	LC_{50}	LC_{90}	LC_{99}
กานพลู	6.36	60.21	118.98
ตะไคร้หอม	5.73	100.53	203.99
ตะไคร้ต้น	5.88	68.51	136.86
ขิง	5.23	142.48	292.26
มะกรูด	6.87	56.93	111.57
อบเชย	1.18	50.39	104.1

3. ผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิดในการฆ่าเหาและไรในห้องปฏิบัติการ (in vitro)

น้ำมันหอมระเหยที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเหาและไรในห้องปฏิบัติการจากการประเมินอัตราการตายของเหาและไร ความเข้มข้นต่ำสุดที่ใช้ และค่า LC_{50} ได้แก่ ตะไคร้หอม ขิง และอบเชย โดยจากการทดสอบเบื้องต้นพบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะใช้เท่ากับ 2% เนื่องจากสูตรที่เตรียมหากมีความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยเพิ่มขึ้นจะใช้ tween 20 มากขึ้นซึ่งจะทำให้น้ำมันหอมระเหยหนืดและการสเปรย์ทำได้ยากขึ้น และจากผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้น 2% สามารถทำให้เหาและไรตายได้มากกว่า 80% แต่จากการทดสอบการแพ้เบื้องต้นในสัตว์พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีความระคายเคืองต่อผิวหนังโดยทำให้เกิดรอยแดง จึงเลือกใช้ตะไคร้หอมและขิงเพื่อเตรียมสูตรผสมทดสอบในห้องปฏิบัติการต่อไป

3.1 ผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิดในการฆ่าเหาในห้องปฏิบัติการ (in vitro)

ผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง 2% ในการฆ่าเหาในห้องปฏิบัติการ (in vitro) พบว่าสูตรผสมทุกอัตราส่วนทำให้อัตราการตายของเหาเท่ากับ 100 % เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงหลังสัมผัส นอกจากนี้การตรวจสอบการตายที่ 6 และ 12 ชั่วโมงพบว่าสูตรผสมทุกอัตราส่วนทำให้อัตราการตายของเหาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**>0.05) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 อัตราการตายของเหา **(M. gallinae)** จากสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง 2% ด้วยวิธี Filter paper contact bioassay ที่ 24 ชั่วโมง (%)

กลุ่มทดลอง[1]	เวลา (ชั่วโมง)			SEM	**p**-value
	6	12	24		
CT30:G70	75.06^{Bb}	100^{Aa}	100^{Aa}	4.40	0.0013
CT50:G50	61.11^{Bb}	100^{Aa}	100^{Aa}	7.11	0.005
CT70:G30	78.02^{Bab}	100^{Aa}	100^{Aa}	3.85	0.0009
ควบคุม	17.34^{c}	18.93^{b}	21.59^{b}	3.05	0.8809
Trichlorfon	96.36^{a}	100^{a}	100^{a}	0.88	0.1484
SEM	7.49	8.71	8.44		
p-value	<.0001	<.0001	<.0001		

[1]CT30:G70 = ตะไคร้หอม 30 : ขิง 70 CT50:G50 = ตะไคร้หอม 50 : ขิง 50 CT70:G30 = ตะไคร้หอม 70 : ขิง 30

[A-C] ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05)

[a-c] ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05)

3.1 ผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิดในการฆ่าไรในห้องปฏิบัติการ (in vitro)

ผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง 2% ในการฆ่าไรในห้องปฏิบัติการ (in vitro) พบว่าสูตรผสมทุกอัตราส่วนทำให้อัตราการตายของไรเท่ากับ 100 % เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมงหลังสัมผัส นอกจากนี้การตรวจสอบการตายที่ 6 ชั่วโมงพบว่าสูตรผสมที่มีน้ำมันหอมระเหยขิงในอัตราส่วนที่สูงจะทำให้ไรตายเร็วกว่ากลุ่มที่มีอัตราส่วนของน้ำมันหอมระเหยขิงน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) แต่เมื่อเวลา 12 ชั่วโมงสูตรผสมทุกอัตราส่วนทำให้อัตราการตายของไรเท่ากับ 100 % (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 11 อัตราการตายของไร **(O. bursa)** จากสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง 2% ด้วยวิธี Filter paper contact bioassay ที่ 24 ชั่วโมง (%)

กลุ่มทดลอง[1]	เวลา (ชั่วโมง)			SEM	**p**-value
	6	12	24		
CT30:G70	76.67[a]	100[a]	100[a]	6.54	0.0572
CT50:G50	43.33[Bb]	100[Aa]	100[Aa]	12.75	<.0001
CT70:G30	50[Bb]	100[Aa]	100[Aa]	11.47	0.001
ควบคุม	16.67[c]	23.33[b]	26.67[b]	3.07	0.1012
Trichlorfon	80[Ba]	100[Aa]	100[Aa]	5.16	0.0257
SEM	6.59	8.21	7.85		
p-value	<.0001	<.0001	<.0001		

[1]CT30:G70 = ตะไคร้หอม 30 : ขิง 70 CT50:G50 = ตะไคร้หอม 50 : ขิง 50 CT70:G30 = ตะไคร้หอม 70 : ขิง 30

[A-C] ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05)

[a-c] ตัวอักษรยกที่แตกต่างกันในคอลัมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05)

4. ผลของน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดเหาและไรในไก่ (in vivo)

จากผลการทดสอบอัตราการตายของเหา **(M. gallinae)** และไร **(O. bursa)** จากผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง 2% ที่ 24 ชั่วโมงพบว่าทุกสูตรสามารถฆ่าเหาและไรได้ 100% ที่เวลา 24 ชั่วโมง แต่เนื่องด้วยต้นทุนการผลิตของน้ำมันหอมระเหยขิงซึ่งมีราคาสูงกว่าค่อนข้างมากซึ่งจะส่งผลต่อต้นทุนในการนำไปใช้ในสัตว์จึงเลือกอัตราส่วนของตะไคร้หอม:ขิง เท่ากับ 70:30 และ 50:50 มาใช้ทดสอบในสัตว์

4.1 ผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงในการกำจัดเหา **(M. gallinae)** ในตัวไก่

จากการศึกษาผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงในการกำจัดเหา **(M. gallinae)** ในตัวไก่ พบว่าปัจจัยของเวลาไม่มีอิทธิพลร่วมกันกับน้ำมันหอมระเหยและกลุ่มควบคุม

(**p**>0.05) ส่วนกลุ่มทดลองมีอัตราการพบเหาภายหลังจากสเปรย์ด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง 2% ลดลงจนถึงวันที่ 14 โดยกลุ่มที่ใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงอัตราส่วน 50:50 จะพบเหาได้น้อยกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่มีสัดส่วนของน้ำมันหอมระเหยขิงน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้ trichlorfon อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(**p**>0.05) (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 อัตราการพบเหา **(M. gallinae)** ในตัวไก่ภายหลังสเปรย์ด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง (%)

กลุ่มทดลอง[1]	วันที่			SEM	**p**-value		
	1	7	14		T[2]	D[3]	T*D
CT50:G50	62.12	48.75	41.88				
CT70:G30	74.5	66.6	67.42	5.77	<.0001	0.0168	0.7197
ควบคุม	90.9	89.27	87.16				
Trichlorfon	50.62	38.85	31.33				

[1]CT50:G50 = ตะไคร้หอม 50 : ขิง 50 CT70:G30 = ตะไคร้หอม 70 : ขิง 30

[2] T = กลุ่มทดลอง

[3] D = วัน

4.2 ผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงในการกำจัดไร **(O. bursa)** ในรังไข่

จากการศึกษาผลของสูตรผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงในการกำจัดไร **(M. gallinae)** ในรังไข่ พบว่าปัจจัยของเวลาไม่มีอิทธิพลร่วมกันกับน้ำมันหอมระเหยและกลุ่มควบคุม (**p**>0.05) ส่วนกลุ่มที่ใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงอัตราส่วน 50:50 มีอัตราการพบไรในวันที่ 1 ภายหลังจากสเปรย์สารใกล้เคียงกับกลุ่มที่ใช้ trichlorfon ซึ่งดีกว่ากลุ่มใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงอัตราส่วน 70:30 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) แต่ในวันที่ 7 และ 14 ทุกกลุ่มยกเว้นกลุ่มที่ใช้ trichlorfon กลับมีอัตราการพบเพิ่มมากขึ้น แต่กลุ่มที่ใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงอัตราส่วน 50:50 ยังพบไรน้อยกว่ากลุ่มใช้น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิงอัตราส่วน 70:30 และกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**p**<0.05) (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 อัตราการพบไร **(O. bursa)** ในรังไข่ภายหลังสเปรย์ด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง (%)

กลุ่มทดลอง[1]	วันที่				**p**-value		
	1	7	14	SEM	T[2]	D[3]	T*D
CT50:G50	18.31	54.10	86.46				
CT70:G30	60.43	139.60	310.19	79.16	0.0074	0.0079	0.13
ควบคุม	82.95	103.9	458.40				
Trichlorfon	15.39	6.19	3.33				

[1]CT50:G50 = ตะไคร้หอม 50 : ขิง 50 CT70:G30 = ตะไคร้หอม 70 : ขิง 30

[2] T = กลุ่มทดลอง

[3] D = วัน

5. ความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยต่อสัตว์

จากการทดสอบสเปรย์น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและขิง 2% ในตัวสัตว์และรังไข่พบว่า ไม่มีสัตว์ตัวใดที่มีอาการแพ้ การระคายเคืองบนผิวหนัง และอาการในระบบทางเดินหายใจ

วิจารณ์ผลการวิจัย

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหยพบว่าองค์ประกอบหลักทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้ต้นพบว่ามีส่วนประกอบหลักได้แก่ citronellal และ geraniol ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Jeon and Lee (2016) ซึ่งพบว่า ส่วนประกอบหลักได้แก่ citral และ limonene น้ำมันตะไคร้หอมพบ citral neral และ limonene ในขณะที่การศึกษาอื่นพบ geraniol และ citronellal (ฐาปนีย์, 2555), D-limonene, bomeol, citral, citronellal, citronellol และ limalool 0.5-4.4% น้ำมันจากขิงพบ α-Zingiberene β-Sesquiphellandrene และ ar-Curcumene ในขณะที่การศึกษาอื่นพบ terpene, zingiberene, cineol (รุ่งรัตน์, 2546) น้ำมันกานพลูพบ eugenol เป็นหลัก ในขณะที่การศึกษาอื่นพบทั้ง eugenol, eugenol acetate และ caryophylla-3(12)-6-dien-4-ol (เขียน, 2553) น้ำมันอบเชยพบ cinnamaldehyde และ eugenol ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้าที่พบ cinnamoldehyde ประมาณ 51-76% และพบ eugenol เล็กน้อยประมาณ 5-18% (Monteiro, 2017) น้ำมันมะกรูดพบ ß-pinene limonene และ citronellal ในขณะที่การศึกษาอื่นพบส่วนประกอบของ Beta-citronellal เป็นองค์ประกอบหลักถึง 66.8% beta-citronellol 6.59% linalool 3.90% และ citronellol 1.76% (Loh **et al**., 2011) ซึ่งองค์ประกอบหลักทางเคมีที่พบในน้ำมันหอมระเหยที่เตรียมขึ้นมาบางชนิดจะมีความแตกต่างกับงานวิจัยก่อนหน้าโดยแหล่งที่มาของพืช ซึ่งมีอายุเก็บเกี่ยว ฤดูกาลที่ปลูก ลักษณะสภาพพื้นที่ปลูก ที่แตกต่างกันล้วนมีผลต่อองค์ประกอบทางเคมีของพืชทั้งสิ้น (ฐาปนีย์, 2555)

ผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการตายของเหาและไรพบว่าน้ำมันหอมระเหยทั้ง 6 ชนิดที่นำมาศึกษามีประสิทธิภาพในการฆ่าเหาและไรได้ แม้บางชนิดต้องใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่า เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์ที่สำคัญแตกต่างกันไป โดยน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม ขิง และอบเชยมีประสิทธิภาพค่อนข้างดี ซึ่งจากการศึกษาของ ณรงค์ และวีรพล (2539) ได้ศึกษาประสิทธิภาพในการฆ่าเห็บพบว่าสารออกฤทธิ์ในน้ำมันตะไคร้หอมและตะไคร้นั้นมีสาร d-limonene ออกฤทธิ์แรงที่สุดและสารอีก 5 ชนิดออกฤทธิ์เสริมมากน้อยตามลำดับ คือ citral, linalool, borneol, citronellal และ citronellol โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang **et al**. (2005) พบว่า rutaceae oil มีฤทธิ์ในการฆ่าตัวเต็มวัยของยุง **Culex pipiens quinquefasciatus** ซึ่งประกอบด้วยสารหลัก คือ α-citral (33.50%) และ citral (35.77%) โดย citral เป็นสารออกฤทธิ์ที่สามารถทำให้ยุงตายโดยใช้ระยะเวลาในการรมควันสั้น คือ 0.5 ชั่วโมง (LC_{50} 0.0012%) โดยตะไคร้หอมมีคุณสมบัติในการไล่แมลง เพราะ มีสารออกฤทธิ์สำคัญคือ citronellal ซึ่งเป็น acyclic monoterpene และได้ถูกนำมาใช้ทดแทนสาร N,N-diethyl-mtoluamide (DEET) สำหรับ

ป้องกันยุงและแมลงกัด โดย limonene สามารถใช้ควบคุมหมัดและไรได้ (ณัฏฐาและคณะ.,2550) และ diterpenoids และ triterpenoids ได้แก่ columbin, solidagenone, limonene, nomilin และ helvolic acid ยังสามารถเป็นสารยับยั้งการกินและการเจริญเติบโตของแมลง (Antifeedants) (Singh and Upadhyay.,1993) ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากขิงมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ α-Zingiberene, ß – Sesquiphellandrene และ ar-Curcumene โดยในงานวิจัยของ Nerio, **et al**. (2010) สมุนไพรในตระกูล Zingiberceae เป็นพืชที่ใช้เป็นเครื่องเทศในทางการแพทย์ โดยมีรายงานว่าน้ำมันสมุนไพรตระกูลนี้สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย **Staphylococcus aureus** และมีผลต่อยุงสายพันธุ์ **Culex quinquefasciatus** เช่นเดียวกับฤทธิ์ขับไล่ตัวอ่อนไร **Leptotrombidium deliense** Hanifah **et al. (2012)** ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า ฤทธิ์ในการฆ่าและขับไล่ของน้ำมันหอมระเหยขิง (**Zingiber officinale**) มีฤทธิ์ในการฆ่าและขับไล่ยุง **(C. quinquefasciatus) (**Pushpanathan.,2008) น้ำมันหอมระเหยจากขิงและยูคาลิปตัสมีฤทธิ์ในการฆ่ายุงได้มากกว่ากลุ่มควบคุมโดยเฉพาะเมื่อความเข้มข้นของสารมากขึ้น (Madreseh-Ghahfarokhi **et al**., 2018) และน้ำมันหอมระเหยจากขิงและยูคาลิปตัส มีฤทธิ์ในการฆ่ายุงชนิด **Culex theileri** Theobald และเห็บชนิด **Rhipicephalus bursa** ได้มากกว่ากลุ่มควบคุมลบ (Madreseh-Ghahfarokhi **et al**. 2019) และยังมีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ขับไล่และการยับยั้งการทำงานในการวางไข่ของยุงก้นปล่อง **Anopheles stephensi** (Prajapati **et al**., 2005) และน้ำมันจากขิงที่ระดับ 100 ppm สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลาย (Kalaivani **et al**., 2012) (Pavela.,2005) และมอดข้าวเปลือก (**Rhizopertha dominica**) (Ukeh.,2008) น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ cinnamaldehyde และ eugenol ซึ่งการศึกษาก่อนหน้าพบว่า eugenol และ benzyl benzoate จาก **Cinnamomum verum** Presl มีฤทธิ์ในการฆ่าพยาธิเห็บวัว (**Rhipicephalus microplus)** ได้ (Monteiro **et al**., 2017) และน้ำมันหอมระเหยจาก **C. zeylanicum** ไม่ว่าจากฝรั่งเศสหรืออินเดียก็มีองค์ประกอบหลักคือ cinnamaldehyde และ eugenol มีฤทธิ์ในการฆ่าไรชนิด **Dermatophagoides** sp, **T. putrescentiae** และ **Ricania** sp. ได้ (Joen **et al**., 2017) การศึกษาของ Radsetoulalova **et al**. (2020) ทดสอบสารออกฤทธิ์จากน้ำมันหอมระเหยพบว่า eugenol จากกานพลูทำให้ไรแดงตายมากที่สุดโดยมี LC_{90} 5.1 μg/cm^2 ในขณะที่ cinnamaldehye รองลงมาที่ LC_{90} 11.0 μg/cm^2 นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยจากอบเชย (**C. zeylanicum)** ที่ความเข้มข้น 0.10-10% สามารถฆ่าไรขี้เรื้อน **(Psoroptes cuniculi)** ในกระต่ายได้ (Fichi **et al**., 2007) สามารถฆ่าไรแดง (**D. gallinae**) โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.05 mg/cm^3 (George **et al**., 2010) นอกจากนี้ที่ความเข้มข้น

0.35 mg.cm^{-2} อบเชย และ ขิงมีอัตราการตายของไรแดง (**D. gallinae**) 100% ส่วนตะไคร้หอมตาย 96% (Kim **et al**., 2004)

การใช้น้ำมันหอมระเหยผสมกันในการกำจัดพยาธิภายนอกในบางการศึกษาพบว่าจะมีการเสริมฤทธิ์กันได้ เช่นงานวิจัยของ Jyoti **et al**. (2019) พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยอบเชยผสมน้ำมันหอมระเหยตะไคร้ในอัตราส่วนเท่ากันจะส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนเห็บโคสูงขึ้น และจากการคำนวณค่า Combination index (CI) ซึ่งบ่งบอกการเสริมฤทธิ์กันก็พบว่ามีค่าสูงถึง 0.308 นอกจากนี้จากการศึกษาของ Amer **et al**. (2020) ยังพบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยผสมกันและให้โดยวิธีการสเปรย์ยังให้ผลในการฆ่าไรแดงที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งจากการนำน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมและน้ำมันหอมระเหยขิงมาผสมกันในสัดส่วนที่ต่างกันมีประสิทธิภาพในการกำจัดเหาและไรได้ แต่ประสิทธิภาพในการกำจัดและระยะเวลาที่สารคงอยู่ในตัวสัตว์จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสัดส่วนของน้ำมันหอมระเหย ซึ่งอาจเกิดจากความสามารถในการระเหยของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิดที่แตกต่างกัน เพราะสารชนิดต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบในน้ำมันหอมระเหยจะลดลงถ้าขนาดโมเลกุลของสารเพิ่มขึ้น โดยน้ำมันหอมระเหยจากขิง ซึ่งอยู่ในกลุ่มเสสควิเทอร์ปีน ที่มีปริมาณสารซิงจิเบอรีน (zingiberine) และสารอาร์-คูรูมีน (ar-cureumene) อยู่ จะมีการระเหยได้ช้ากว่าตะไคร้หอมที่อยู่ในกลุ่มโมโนเทอร์ปีน และสารที่อยู่ในกลุ่มอนุพันธ์ที่ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจะระเหยได้น้อยกว่าสารพวกไฮโดรคาร์บอนซึ่งต้องมีการศึกษาวิจัยต่อไปถึงความคงตัวของสารและความถี่ในการให้สาร ซึ่งนอกจากประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยแล้ว ยังเกี่ยวข้องไปถึงวงจรชีวิตของเหาและไร โดยจากการศึกษาจะกลับมาพบไรเพิ่มขึ้นในวันที่ 7 ซึ่งเร็วกว่าเหาโดยอัตราการพบวันที่ 14 ยังลดลงกว่าวันแรก เนื่องจากวงจรชีวิตของไรจะสั้นกว่าเหา ทำให้มีการฟักออกของไข่ไรในระหว่างการทดลองจึงพบจำนวนไรเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้สารเคมี trichlorfon อาจจะยับยั้งการฟักออกของไข่จึงทำให้ไม่พบจำนวนไรเพิ่มขึ้นเหมือนกลุ่มทดลองที่ได้รับน้ำมันหอมระเหย

สรุปผลการวิจัย

น้ำมันหอมระเหยทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยจากกานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้ต้น ขิง มะกรูด และอบเชยมีประสิทธิภาพในการฆ่าเหาและไรภายในห้องปฏิบัติการได้ แต่ใช้ความเข้มข้นแตกต่างกันไป โดยตะไคร้หอม ขิง และอบเชยจะใช้ความเข้มข้นต่ำที่สุด นอกจากนี้การใช้น้ำมันหอมระเหยร่วมกันก็มีประสิทธิภาพในการกำจัดเหาและไรบนตัวสัตว์และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะเมื่อใช้อัตราส่วนของน้ำมันหอมระเหยขิงในระดับสูงก็จะยิ่งมีประสิทธิภาพได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสามารถนำไปใช้ในการกำจัดเหาและไรได้แต่ยังไม่สามารถใช้เป็นเภสัชภัณฑ์ได้เนื่องจากมีข้อด้อยที่ต้องได้รับการพัฒนาคือ สูตรผสมค่อนข้างหนืดจึงทำให้เวลาสเปรย์ขนาดของละอองจะมีค่อนข้างใหญ่ซึ่งเกิดจากสัดส่วนของ tween ที่สูงเพื่อความเข้ากันได้ของตัวทำละลาย ควรจะมีการทดสอบตัวเจือจางสารต่อไป นอกจากนี้ยังควรมีการทดสอบความคงตัวของสารและระยะเวลาในการออกฤทธิ์ของน้ำมันหอมระเหยบนตัวสัตว์ภายหลังฉีดพ่นเพื่อใช้คำนวณความถี่ที่เหมาะสมในการใช้ป้องกันพยาธิภายนอกอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. มาตรฐานการผลิตพืชอินทรีย์แห่งประเทศไทย. กรมวิชาการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์: กรุงเทพฯ.

เขียน วันทนียตระกูล. 2553. สมุนไพรพื้นบ้านล้านนา. สุทินการพิมพ์: กรุงเทพฯ. 256 น.

โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯสยามบรมราชกุมารี. มปป. กลุ่มยาขับเสมหะ แก้ไอ มะกรูด. Available from: http://www.rspg.or.th/plants_data/herbs/herbs_08_6.htm [2020 October 1].

เชิดชัย รัตนเศรษฐากุล, กลัยา เจือจันทร์, สมยศ ข้อสกุล, สุริยะ กาวงษ์กลางและสุรวิทย์ ชอบจิต. 2540. ประสิทธิภาพการถ่ายพยาธิของมะเกลือต่อพยาธิภายในของไก่พื้นเมือง. รายงานการประชุมทางวิชาการสาขาเกษตรศาสตร์ครั้งที่35 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพมหานคร. น. 424-429

ฐาปนีย์ หงส์รัตนาวรกิจ. 2555. น้ำมันหอมระเหยและการใช้ในสุคนธบำบัด. พิมพ์ครั้งที่ 2 . โรงพิมพ์พีเอส.พรินท์: กรุงเทพฯ.

ณรงค์ จึงสมานญาติ และวีรพล จันทร์สวรรค์. 2539. สารออกฤทธิ์ฆ่าเห็บโคในน้ำมันตะไคร้และตะไคร้หอม. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 34 วันที่ 30 มกราคม – 1 กุมภาพันธ์ 2539. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, อรพิน เกิดชูชื่น, ขวัญฤทัย คล้ายมุข และภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร์. 2550. ประสิทธิภาพของสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานต่อการควบคุมหนอนกระทู้หอม. ว. วิทย์. กษ. 38(6 (พิเศษ)): 66-69.

ไทยโพสต์. 2562. ตะไคร้หอม..ภูมิปัญญาคุณย่า ตัวช่วยป้องกันโรคไข้เลือดออก. Available from: https://www.thaipost.net/main/detail/38392 [2020 October 1].

ฝ่ายเภสัชและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ. 2553. น้ำมันหอมระเหย. [ระบบออนไลน์]. จาก: http://www.rspg.or.th/plants_data/use/perfume1-1.htm [18 ธันวาคม 2563]

พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, ยุทธนา บรรจง และ ชานนท์ ระวังเหตุ. 2549. ประสิทธิภาพขอน้ำมันหอมระเหยของไพล ขมิ้นชัน และว่านนางคำ ในการกำจัดเห็บสุนัข. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. กรุงเทพ, 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549: 539-543.

พงษ์ศักดิ์ พลเสนา, ยุทธนา บรรจง, ชัยยะ สุขประเสริฐ. 2550. สภาพการเลี้ยงไก่พื้นเมืองและรังฟักไข่ในพื้นที่หมู่บ้านรอบศูนย์ศึกษาการพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริและการประดิษฐ์รังฟักไข่ดินเผาต้นแบบ. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45. กรุงเทพ, 30 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2550: 322-328.

พืชเกษตร. 2016. ตะไคร้ต้น ประโยชน์และสรรพคุณตะไคร้ต้น. Available from: https://puechkaset.com/%E0%B8%95%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99/ [2010 October 1].

มยุรา สุนย์วีระ และ วัชรวิทย์ รัศมี. 2556. การศึกษาความเป็นพิษ และฤทธิ์ในการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากกุหลาบ มะกรูด มะนาว ส้มจีน และยูคาลิปตัส ต่อเหามนุษย์ (**Pediculus humanus capitis** De Geer). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: กรุงเทพฯ.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2546. ชนิดของพืชเครื่องเทศและสมุนไพรที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย พืชเครื่องเทศและสมุนไพร.วารสารเกษตรธรรมชาติ. 10: 58-59.

วริษา ประสม และ ศศิชา ดวงสุวรรณ. 2559. ผลของน้ำมันหอมระเหยในการกำจัดไรแดง. รายงานวิจัยกระบวนวิชาปัญหาพิเศษทางวิทยาศาสตร์เภสัชกรรม. คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่: เชียงใหม่.

วิโรจน์ จันทรัตน์. 2526. โรคและการสุขาภิบาลสัตว์ปีก. สถาบันเทคโนโลยีเกษตรแม่โจ้. เชียงใหม่. 891 น.

ศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ธรรมชาติจากน้ำมันหอมระเหยของพืช (Natural pesticides from essential oils of plant). สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 18 p.

สุดารัตน์ หอมหวล. 2010. อบเชย. จาก: (http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=149) [2020 October 1].

สุนีย์ จันทร์สกาว. 2558. เภสัชฯ มช. วิจัย“ตะไคร้ต้น” จากเครื่องเทศบนดอยสู่น้ำมันหอมระเหย [ระบบออนไลน์]. จาก: http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=28201&Key=news11

[1 พฤษภาคม 2562]

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข. 2550. ผลกระทบสารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อสุขภาพคนไทย. จาก: https://biothai. net/node/8691/log#_ftnref11 [1 พฤษภาคม 2562]

อาคม สังข์วรานนท์ และ สุกัญญา เทศทิพย์. 2535. พยาธิภายนอก (เหา, เห็บและไร) ที่พบในไก่พื้นเมืองในจังหวัดเพชรบุรี. วารสารสงขลานครินทร์. 14(1): 97-103.

อำพล จินดาวัฒนะ. 2551. "พ.ร.บ.สุขภาพแห่งชาติกับอปท." ในการประชุมสัมมนาสายสัมพันธ์สาธารณสุขท้องถิ่น โดยสังเคราะห์จาก มรณะบัตร, สำนักระบาด (ท้องร่วง), คาดประมาณ (เอดส์) [ระบบออนไลน์]. จาก: https://biothai.net/node/ 8691/log#_ftnref11 [1 พฤษภาคม 2562]

Abdelgaleil, S. A. M. , and A. F. El- Aswad. 2005. Antifeedant and growth inhibitory effects of tetranortriterpenoids isolated from three Meliaceous species on the cotton leafworm, **Spodoptera littoralis** (Boisd.). J. Appl. Sci. Res. 1(2): 234-241.

Abdelgaleil, S.A., M.A., Abbassy, A.-S.H. , Belal and M.A.A., Rasoul. 2008. Bioactivity of two major constituents isolated from the essential oil of **Artemisia judaica** L. Bioresour. technol**.** 99(13)**:** 5947-5950.

Abramson, C.I., P.A., Wanderley, M.J., Wanderley, J.C. , Silva and L.M., Michaluk. 2007. The effect of essential oils of sweet fennel and pignut on mortality and learning in africanized honeybees (**Apis mellifera** L.)(Hymenoptera: Apidae). Neotrop. Entomol**.** 36(6)**:** 828-835.

Arthur, F.H. and R.C., Axtell. 1982. Comparisons of permethrin formulations and application methods for northern fowl mite control on caged laying hens. Poult. Sci. 61: 879-884.

Bitchin' Chickens. 2019. Lice. Available from: https://bitchinchickens.com/2019/10/31/lice/ [2020 October 1].

Chauve, C., 1998. The poultry red mite **Dermanyssus gallinae** (De Geer, 1778): current situation and future prospects for control. Vet. Parasitol. 79: 239–245.

Chirico, J., H., Eriksson, O., Fossum and D., Jansson. 2003. The poultry red mite, **Dermanyssus gallinae**, a potential vector of **Erysipelothrix rhusiopathiae** causing erysipelas in hens. Med. Vet. Entomol. 17: 232–234.

Choochote, W., U., Chaithong, K., Kamsuk, A., Jitpakdi, P., Tippawangkosol, B., Tuetun, D., Champakaew and B., Pitasawat. 2007. Repellent activity of selected essential oils against Aedes aegypti. Fitoterapia. 78(5): 359-364.

Chungsamarnyart, and Jiwajinda. 1992a. Acaricidal activity of volatile oil from lemon and citronella grasses on tropical cattle ticks. Kasetsart J. (Nat. Sci. Suppl.) 26: 46-51.

Chungsamarnyart, and Jansawan. 1992b. Efficacy of practical steam distillation set for distillating lemon and citronella grasses oil. Kasetsart J. (Nat. Sci. Suppl.) 26: 52-56.

Chungsamarnyart, and Jansawan. 1993. Acaricidal effect of practical crude-extracts of plants against tropical cattle ticks. Kasetsart J. (Nat. Sci. Suppl.) 27: 57-64.

CSRIO. 2004. Goniodes gigas (Taschenberg). Available from: http://www.ces.csiro.au/aicn/system/c_4087.htm [2020 October 1].

Clemente, M., C., Monteiro and M., Scoralik. 2010. Acaricidal activity of the essential oils from **Eucalyptus citriodora** and **Cymbopogon nardus** on larvae of **Amblyomma cajennense** (Acari: Ixodidae) and **Anocentor nitens** (Acari: Ixodidae). Parasitol. Res. 107: 987–992.

Durden, L.A., K.J., Linthicum and M.J., Turell. 1992. Mechanical transmission on of Venezuelan equine encephalomyelitis virus by hematophagous mites (Acari). J. Med. Entomol. 29: 118–121.

Ezeonu, F. G., Chidume and S., Udedi. 2001. Insecticidal properties of volatile extracts of orange peels. Bioresour. Technol. 76: 273-4.

Fichi, G., G., Flamini, L.J., Zaralli and S., Perrucci. 2007. Efficacy of an essential oil of **Cinnamomum zeylanicum** against **Psoroptes cuniculi**. Phytomedicine. 14(2-3): 227–231.

George, D.R., O.A., Sparagano, G., Port, E., Okello, R.S. Shiel, and J.H., Guy. 2010. Environmental interactions with the toxicity of plant essential oils to the poultry red mite Dermanyssus gallinae. Med. Vet. Entomol. 24(1): 1–8.

Govere Durrheim, Baker, Hunt, Coetzee. 2000. Efficacy of tthree insect repellents against the malaria vector Anopheles arebiensis. Med. Vet. Entomol. 14: 441-4.

Hamidi, A., K., Sherifi, S., Muji, B., Behluli, F., Latifi, A., Robaj, R., Postoli, C., Hess, M., Hess and O., Sparagano. 2011. **Dermanyssus gallinae** in layer farms in Kosovo: a high risk for Salmonella prevalence. Parasit. Vectors. 4: 136.

Hinkle, N.C. and R.M. Corrigan. 2013. External Parasites and Poultry Pests. **In**: Swayne, D.E. (eds.). Disease of Poultry. John Wiley & Sons, Inc.: UK. p. 1099-1116.

Hori, M. 2003. Repellency of essential oils against the cigarette beetle, **Lasioderma serricorne** (Fabricius)(Coleoptera: Anobiidae). Appl. Entomol. Zool**.** 38(4)**:** 467-473.

Jeon, Y.J. and H.S., Lee. 2016. Chemical Composition and Acaricidal Activities of Essential Oils of **Litsea cubeba** Fruits and **Mentha arvensis** Leaves Against House Dust and Stored Food Mites. J. Essent. Oil Bear Pl. 19(7): 1721-1728.

Jeon, Y.J., S.G., Lee and H.S., Lee. 2017. Acaricidal and insecticidal activities of essential oils of **Cinnamomum zeylanicum** barks cultivated from France and India against **Dermatophagoides** spp. , **Tyrophagus putrescentiae** and **Ricania** sp. . Appl. Biol. Chem. 60 : 259–264.

Kalaivani, K., S. , Senthil-Nathan and A.G., Murugesan. 2012. Biological activity of selected Lamiaceae and Zingiberaceae plant essential oils against the dengue vector **Aedes aegypti** L.(Diptera: Culicidae). Parasitol. Res. 110(3): 1261-1268.

Karter, H.F., M.M., El-Shorbagy and S.A., Seddiek. 2014. Lousicidal efficacy of camphor oil, d-phenothrin, and deltamethrin against the slender pigeon louse, **Columbicola columbae**. Int. J. Vet. Sci. Med. 2(1): 7-13.

Kim, S.I., J.H., Yi, J.H., Tak and Y.J., Ahn. 2004. Acaricidal activity of plant essential oils against **Dermanyssus gallinae** (Acari: Dermanyssidae). Vet. Parasitol. 120: 297-304.

Kirkwood, A.C. 1967. Anaemia in poultry infested with the red mite **Dermanyssus gallinae**. The Vet. Rec. 80: 514–516.

Lifestyle Desk. 2020. From improving oral health to treating ulcer: Health benefits of cloves. Available from: https://indianexpress.com/article/lifestyle/health/clove-health-benefits-antioxidant-oral-health-6434643/ [2020 October 1].

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. J. Med. Plants Res. 5(16): 3739-3744.

Madreseh-Ghahfarokhi, S., Y., Pirali and A., Dehghani-Samani. 2018. The insecticidal and repellent activity of ginger (**Zingiber officinale**) and eucalyptus (**Eucalyptus globulus**) essential oils against **Culex theileri** Theobald, 1903 (Diptera: Culicidae. Ann. of parasitol. 64: 351-360.

Madreseh-Ghahfarokhi, S., A., Dehghani-Samani, Y., Pirali and A., Dehghani-Samani. 2019. **Zingiber officinalis** and **Eucalyptus globulus**, Potent Lethal/Repellent Agents against **Rhipicephalus bursa**, Probable Carrier for Zoonosis. J. Arthropod Borne Dis. 13(2): 214-223.

Makhaik, M., S.N. Naik. And D.K. Tewary. 2005. Evaluation of anti-mosquito properties of essential oils. JSIR. 64(2): 129-133.

Martin, C. D., and B. A., Mullens. (2012). Housing and dustbathing effects on northern fowl mites (**Ornithonyssus sylviarum**) and chicken body lice (**Menacanthus stramineus**) on hens. Med. Vet. Entomol. 26(3): 323–333.

Monteiro, I.N., O.S., Monteiro, L.M., Costa-Junior, A.S., Lima, E.H.A., Andrade, J.G.S., Maia and V.E.M., MouchrekFilho. 2017. Chemical composition and acaricide activity of an essential oil from a rare chemotype of **Cinnamomum verum** Presl on **Rhipicephalus microplus**. Vet. Parasitol. 238: 54-57.

Murillo, A. 2016. Chicken Lice. Available from : https://www.veterinaryentomology.org/chicken-lice [2020 October 1].

Noosidum, Prabaripai, Chareonviriyaphap and Chandrapatya. 2008. Excito-repellency properties of essential oils from Melaleuca leucadendron L., Litsea cubeba (Lour.) Persoon, and Litsea salicifolia (Nees) on Aedes aegypti (L.) mosquitoes. J. Vector Ecol. 33(2), 305-313.

Pavela, R. 2005. Insecticidal activity of some essential oils against larvae of **Spodoptera littoralis**. Fitoterapia. 76: 691-6.

Pavela, R. 2016. Acaricidal properties of extracts of some medicinal and culinary plants against **Tetranychus urticae** Koch. Plant Prot. Sci. 52(1): 54-63.

Peterson, C. and J. Coats. 2001. Insect repellents-past, present and future. Pestic Outlook. 12(4): 154-158.

Prajapati, V., A., Tripathi, K., Aggarwal and S., Khanuja. 2005. Insecticidal, repellent and oviposition-deterrent activity of selected essential oils against **Anopheles stephensi**, **Aedes aegypti** and **Culex quinquefasciatus**. Bioresour. Technol. 96: 1749-57.

Pritchard, J., T., Kuster, O., Sparagano and F., Tomley, 2015. Understanding the biology and control of the poultry red mite **Dermanyssus gallinae**: a review. Avian Pathol. 44:143–153.

Pumnuan, J., A., Insung and A., Klompanya. 2020. Effects of seven plant essential oils on mortalities of chicken lice (Lipeurus caponis L.) adult. Curr. Appl. Sci. Technol. 20(1): 52-58.

Rim, I.S., and C.H. Jee. 2006. Acaricidal effects of herb essential oils against Dermatophagoides farinae and D. pteronyssinus (Acari: Pyroglyphidae) and qualitative analysis of a herb Mentha pulegium (pennyroyal). Korean J. Parasitol. 44(2): 133.

Sanborn, M., D., Donald, K., Kerr, C., Vakil, L.H., Sanin and K., Bassil. 2004. Pesticides Literature Review. The Ontario College of Family Physicians. 179 p.

Singh, G. R.K., Upadhyay. 1993. Essential oils: A potent source of natural pesticides. J. Sci. Ind. Res. 52: 676-683.

Somboon, S., and S, Pimsamarn. 2006. Biological activity of Cleome spp. Extracts against the rice weevil, **Sitophilus oryzae** L. Agricultural Sci. J. 37(5(suppl.)): 232-235.

Soonwera, M. 2016. Toxicity of five herbal extracts against head louse **(Pediculus humanus capitis De Geer.: Phthiraptera**) in vitro. Int. J. of Agri. Technol. 12(4):657-666.

Sparagano, O.A., D.R., George, D.W., Harrington and A., Giangaspero. 2014. Significance and control of the poultry red mite, **Dermanyssus gallinae**. Annu. Rev. Entomol. 59: 447–466.

Tjahjani, S. 2008. Efficacy of several essential oils as Culex and Aedes repellents. Proc. ASEAN Congr. Trop. Med. Parasitol. 3:33-37.

Toloza, A.C., A. Lucia, E. Zerba, H. Masuh and M.I. Picollo. 2010. **Eucalyptus** essential oil toxicity against permethrin-resistant **Pediculus humanus capitis** (Phthiraptera: Pediculidae). Parasitol. Res. 106: 409-414.

Ukeh, D. 2008. Bioactivities of essential oils of **Aframomum melegueta** and **Zingiber officinale** both (Zingiberaceae) against **Rhyzopertha dominica** (Fabricius). J. Entomol. 5(3): 193-199.

Valli, A. 2010. Fleas and Lice. Available from: **https://www.slideserve.com/alec/fleas-and-lice [2020** October 1].

Wheeler, L. 2018. **Menacanthus stramineus**. Available from : **https://www.veterinaryparasitology.com/menacanthus.html** [2020 October 1]

Yang, P., Y., Ma and S., Zheng. 2005. Adulticidal activity of five essential oils against **Culex pipiens quinquefasciatus**. J. Pestic. Sci. 30(2): 84-89.

Yang, Y.-C., H.-S., Lee, J., Clark and Y.-J., Ahn. 2004. Insecticidal activity of plant essential oils against **Pediculus humanus capitis** (Anoplura: Pediculidae). J. Med. Entomol. 41(4): 699-704.

ภาคผนวก

ภาพที่ 16 เหา (**Menopon Gallinae**) ที่ใช้ในการทดลอง (10x)

ภาพที่ 17 ไร (**Ornithonyssus bursa**) ที่ใช้ในการทดลอง (10x)

ภาพที่ 18 การทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าเหาโดยวิธี filter contact paper bioassay

ภาพที่ 19 การทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าไรโดยวิธี filter contact paper bioassay

ภาพที่ 20 น้ำมันหอมระเหยและสารที่ใช้ทดลองในสัตว์ (in vivo)

ภาพที่ 21 การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดเหาในตัวไก่ (สเปรย์น้ำมันหอมระเหย)

ภาพที่ 22 การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดเหาในตัวไก่ (นับจำนวนเหาโดยใช้แผ่นกรอบพลาสติก)

ภาพที่ 23 การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดไรในรังไข่ของไก่ (สเปรย์น้ำมันหอมระเหย)

ภาพที่ 24 การทดสอบประสิทธิภาพการกำจัดไรในรังไข่ของไก่ (นับจำนวนไรโดยใช้กระดาษชำระ)

ภาพที่ 25 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันหอมระเหยสำหรับกำจัดเหาและไรในไก่

ภาพที่ 26 การสาธิตวิธีใช้และมอบผลิตภัณฑ์ต้นแบบน้ำมันหอมระเหยสำหรับกำจัดเหาและไรในไก่แก่เกษตรกรในโครงการหลวงแม่แพะ