

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงลายและความสำคัญทางการแพทย์

2.1.1 สันฐานวิทยาและวงจรชีวิต

ยุงลาย มีชื่อสามัญว่า day biting mosquito, yellow fever mosquito และ domestic mosquito

Phylum	Arthropoda
Subphylum	Mandibulata
Class	Insecta
Order	Diptera
Suborder	Nematocera
Family	Culicidae
Subfamily	Culicinae
Genus	Aedes
Subgenus	stegomyia
Species	aegypti

ยุงเป็นแมลงขนาดเล็กที่ถูกจัดอยู่ในอันดับ Diptera อันดับย่อย Nematocera (วิชิต และคณะ, 2541) ซึ่งลักษณะสำคัญของแมลงในอันดับนี้คือในระยะตัวเต็มวัยมีปีกคู่หน้าเห็นได้ชัดเจนเพียงคู่เดียว ใช้ในการบิน ส่วนปีกคู่ที่สองนั้นลดขนาดลงจนเห็นเป็นตุ่มเล็กๆเรียกว่า halteres ทำหน้าที่ในการทรงตัวขณะที่แมลงบิน

วงจรชีวิต (life cycle) ยุงมีการเจริญเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) เริ่มจากไข่ (egg) ระยะตัวอ่อนหรือลูกน้ำ (larva) ระยะดักแด้หรือตัวโม่ง (pupa) ระยะนี้เป็นระยะพัก (resting stage) ไม่กินอาหารและระยะตัวเต็มวัย (adult) โดยที่ในช่วงสามระยะแรกจะอาศัยอยู่ในน้ำ เมื่อลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยอาศัยอยู่บนบก (ประทุมพร, 2542)

ยุงมีประมาณ 3,450 กว่าชนิด (species) จัดอยู่ใน 38 สกุล (genera) ซึ่งถ้ารวมเป็นกลุ่มใหญ่ๆสามารถแยกได้ 3 วงศ์ย่อย (subfamilies) คือ

subfamilies Toxorhynchitinae มีอยู่สกุลเดียว คือ *Toxorhynchites* เรียกโดยทั่วไปว่า ยุงยักษ์

subfamilies Anophelinae เรียกรวมๆว่า ยุง Anopheline

subfamilies Culicinae เรียกรวมๆว่า ยุง Culicine มีอยู่ประมาณ 2,930 ชนิด

ในประเทศไทยมียุงลายมากกว่า 100 ชนิดแต่ที่มีความสำคัญ ได้แก่ *Ae. aegypti* (ยุงลายบ้าน) และ *Ae. albopictus* (ยุงลายสวน) ในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของยุงลายทั้งสองชนิดจะมีความแตกต่างทั้งรูปร่างลักษณะและการดำรงชีวิต (สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก, 2545)

1.1.1 ระยะตัวเต็มวัย (adult stage)

ลำตัวของยุงมีลักษณะยาวเรียว ยาวประมาณ 4-6 มิลลิเมตร ลำตัวแบ่งออกเป็นสามส่วน (head) อก (thorax) และท้อง (abdomen) อย่างชัดเจน ส่วนหัวของยุงลายมีลักษณะกลม มีตาอยู่ 1 คู่ระหว่างตาทั้งสองมีหนวด (antenna) ซึ่งเรียวยาวยื่นออกไปทางส่วนหน้า ความยาวของหนวดจะยาวกว่าส่วนอกและท้อง ในยุงตัวเมียตามข้อต่อของแต่ละปล้องของหนวดมีขนสั้นๆขึ้นอยู่ประปราย เรียกหนวดแบบนี้ว่า pilose แต่ในยุงตัวผู้ตามข้อต่อของหนวดแต่ละปล้องมีขนยาวๆขึ้นอยู่หนาแน่น เรียกหนวดแบบนี้ว่า plumose การแยกเพศของยุงในระยะตัวเต็มวัยให้สังเกตที่หนวด maxillary palps จะยื่นออกไป 1 คู่ ยุงลายตัวเมียมี palps สั้นกว่าส่วนปาก (proboscis) ประมาณ 1/5 เท่า ส่วนตัวผู้ palps สั้นกว่าส่วนปากและมีลักษณะโค้งงอ ปากของยุงตัวเมียบ้างที่ที่เป็นแบบทิ่มแทง (เจาะ) ใช้ในการดูดเลือดจาก host ยุงลายทั้งตัวผู้และตัวเมียจะกินน้ำหวานเพื่อเป็นแหล่งพลังงานแต่ตัวเมียูดกินเลือดเพื่อใช้โปรตีนในเลือดในการสร้างไข่ ยุงลายออกหากินในเวลากลางวัน การผสมพันธุ์เกิดขึ้นหลังจากการลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยได้ 2-3 ชั่วโมง โดยปกติยุงผสมพันธุ์ครั้งเดียว เสปีร์มของยุงเพศผู้จะเก็บไว้ในที่ถุงเก็บเสปีร์ม (spermatheca) ของยุงเพศเมีย และปล่อยออกมาผสมบริเวณท่อนำไข่รวม (common oviduct) ตัวเมียวางไข่หลังจากดูดกินเลือดแล้วประมาณ 2-3 วัน (วิจิต และคณะ, 2541)

1.1.2 ระยะไข่ (egg stage)

ไข่ยุงลายมีขนาดยาวน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ลักษณะคล้ายลูกรักบี้ เปลือกไข่ชั้นนอกมีเยื่อบางๆ ซึ่งมีรูพรุนคล้ายฟองน้ำหุ้มอยู่ตลอดฟองเพื่อให้ลอยน้ำได้ โดยวางตามพื้นผิววัสดุหรือตามโพรงไม้ที่ชื้นๆ (ดูดซึมน้ำ) ไข่ถูกวางเป็นฟองเดี่ยวๆ ไข่ที่วางใหม่ๆ มีเปลือกสีขาว แล้วเปลือกไข่เปลี่ยนเป็นสีดำภายใน 2 ชั่วโมง เมื่อวางไข่ใหม่ๆ ตัวภายในไข่ยังเจริญไม่เต็มที่และยังไม่พร้อมที่ฟักตัวเป็นลูกน้ำ ไข่เหล่านี้จำเป็นต้องทิ้งไว้ในที่มีความชื้นสูง เพื่อให้ตัวอ่อนภายในไข่

เจริญเติบโตจนครบระยะที่จะฟักตัวออกมาเป็นลูกน้ำ ซึ่งใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน ลูกน้ำจะฟักออกมาจากไข่ในเวลา 5-30 นาที (บางทีอาจนานกว่านี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ) ถ้าหากไข่แห้งในขณะที่ที่ตัวอ่อนกำลังเจริญเติบโต จะทำให้ตัวอ่อนภายในไข่ตาย แต่ถ้าตัวอ่อนภายในไข่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว จะทนต่อความแห้งแล้งได้นานหลายเดือนหรืออาจถึงปี และไข่ยังสามารถฟักออกเป็นตัวได้เมื่อมีน้ำมาท่วมไข่อีกครั้ง (วิชิต และคณะ, 2541)

1.1.3 ระยะลูกน้ำ (larva stage)

ลูกน้ำของยุงลายมีการเจริญเติบโตเป็น 4 ระยะ แต่ละระยะจะใช้เวลา 1-2 วัน ดังนั้นระยะลูกน้ำกินเวลาประมาณ 6-8 วัน ลูกน้ำเป็นตัวโม่่งเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับอาหารและอุณหภูมิ ในระยะลูกน้ำเป็นระยะที่ต้องกินอาหารมากโดยใช้แปลงขนคล้ายพัดตรงปาก โบกพัดเอาจุลินทรีย์และเศษอาหารต่างๆ ในน้ำเข้าปาก ลูกน้ำของยุงลายที่ฟักออกมาใหม่มีสีขาวใสแต่ส่วนหัว ลำตัวปล้องสุดท้าย และท่ออากาศ (siphon) มีสีน้ำตาลจางๆ เมื่ออายุมากขึ้นลำตัวมีขนาดใหญ่และเป็นสีน้ำตาล ลักษณะสำคัญของลูกน้ำของยุงลายคือ มีท่ออากาศทุ่สั้นมีสีคล้ำกว่าลำตัว ด้าน subventral ของท่ออากาศมีกระจุกขน (hair tuft) เพียงคู่เดียว มี comb teeth ที่เรียงเป็นแถวอยู่ 2 แถวหรือมากกว่า 2 แถว และสามารถใช้ในการประกอบการจำแนกชนิดของยุงลาย (วิชิต และคณะ, 2541)

1.1.4 ระยะดักแด้หรือตัวโม่่ง (pupa stage)

ระยะตัวโม่่งเป็นระยะที่มีส่วนหัวและส่วนอกคล้ายรวมเป็นชิ้นเดียวกัน ลักษณะคล้ายเลขหนึ่งไทย หรือ comma-shape ตัวโม่่งของยุงลายมีลักษณะของ respiratory trumpets ที่สั้นและตรงปลายแคบ ปล้องท้องไม่มีขน มีอวัยวะหายใจ 1 คู่อยู่บนส่วน cephalothorax มี air trumpet 1 คู่ ระยะนี้เป็นระยะพักโดยหยุดกินอาหารแต่มีการเปลี่ยนแปลงภายใน ระยะของตัวโม่่งลอยนิ่งอยู่บนผิวน้ำ ในขณะที่เดียวกันมีรอยแตกเป็นรูปตัวที (T) ที่ด้านบนของส่วนหัวและอกให้ตัวเต็มวัยเคลื่อนที่ออกจากคราบได้ (วิชิต และคณะ, 2541)

2. ชีววิทยาและอุปนิสัยของยุงลายบ้าน

ชีววิทยาและอุปนิสัยของยุงลายมีความแตกต่างกันไปแต่ละชนิด ในที่นี้กล่าวถึงเพียงยุงลายบ้านหรือ *Ae. aegypti* เท่านั้น

ยุงลายบ้านเป็นยุงที่มีชีวนิสัยอยู่ใกล้ชิดกับมนุษย์มาก มีแหล่งเพาะพันธุ์ภายในบ้านคนหรือตามบริเวณบ้าน ตัวเมียชอบวางไข่ในน้ำที่ขุ่นในภาชนะตามพื้นหรือผิวภาชนะอื่นๆ เช่นยางรถยนต์เก่าๆ ที่ทิ้งอยู่รอบๆ บ้าน แจกัน กระป๋อง ถังน้ำ จานรองขาตู้กับข้าวกันมด อ่างล้างเท้าที่วางอยู่ตรงบันไดบ้าน และโอ่งน้ำ เป็นต้น กลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย

การวางไข่ของเพศเมียของยุงลายที่แสงลดลงในเวลาเย็น จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่า ยุงลายวางไข่มากที่สุดช่วงเวลาที่แสงลดลงในเวลาเย็น ตัวอ่อนที่อยู่ภายในไข่เจริญเติบโตพร้อมที่จะฟักออกเป็นลูกน้ำภายใน 2 วัน

โดยทั่วไปยุงลายออกหากินในเวลากลางวัน แต่ถ้าช่วงเวลากลางวันนั้น ยุงลายไม่ได้กินเลือดหรือกินไม่อิ่ม ก็จะออกหากินในเวลาพลบค่ำถ้าหากบริเวณนั้นมีแสงสว่างเพียงพอช่วงเวลาที่พบยุงลายออกหากินมากที่สุดมี 2 ช่วง คือ ช่วงเช้าและช่วงบ่าย โดยเฉพาะเวลา 9.00-11.00 น. และ 13.00 - 14.30 น. แต่ก็มีบางรายงานระบุช่วงเวลาที่แตกต่างกันคือ 06.00 - 07.00 น. และ 17.00 - 18.00 น. โดยทั่วไปยุงลายบินไปไม่เกิน 50 เมตร และพบว่าช่วงฤดูฝนพบยุงลายมาก เพราะอุณหภูมิและความชื้นเหมาะแก่การแพร่พันธุ์ ส่วนในฤดูอื่นๆ พบยุงลายได้น้อย มีรายงานพฤติกรรมเกาะพักของยุงลายตัวเมียพบว่า ร้อยละ 90 ชอบเกาะตามสิ่งห้อยแขวน และร้อยละ 10 พบว่าเกาะที่ข้างฝา (วิชิต และคณะ, 2541)

3. ความสำคัญด้านการแพทย์และด้านสาธารณสุข

ยุงลายมีแหล่งเพาะพันธุ์อยู่ภายใต้การเคหะสถานจะดูดเลือดในเวลากลางวัน จึงสร้างความรำคาญให้กับมนุษย์ ยุงลายบางชนิดสามารถเป็นพาหะนำโรคแก่มนุษย์ ได้แก่

ก. โรคไข้เลือดออก (dengue hemorrhagic fever ; DHF) โรคนี้เกิดจากเชื้อไวรัส dengue virus ซึ่งมีอยู่หลาย types คือ 1, 2, 3 และ 4 โรคนี้พบทุกพื้นที่ของภูมิภาคเขตร้อน (วรรณภา, 2540) ในแต่ละปีมีเด็กเสียชีวิตด้วยโรคนี้ค่อนข้างสูง การเกิดโรคไข้เลือดออกส่วนใหญ่ระบาดในฤดูฝน ซึ่งเป็นฤดูที่มีการเพิ่มประชากรของยุงอย่างรวดเร็ว เชื้อไวรัสไข้เลือดออกอยู่ในกระแสโลหิตของผู้ป่วย เมื่อยุงลายดูดเลือดที่มีเชื้อไวรัสชนิดนี้จากผู้ป่วย เชื้อจะฟักอยู่ในตัวยุงประมาณ 8-10 วัน หลังจากนั้นเมื่อยุงลายไปกัดผู้อื่นจะถ่ายทอดเชื้อไปสู่ผู้ที่ถูกกัดได้

ข. โรคชิคุนกุนยา (chikungunya) เกิดจากเชื้อ chikungunya virus (CHIK) พบร่วมกันกับการระบาดของโรคไข้เลือดออก และพบว่ายุงลายบ้านเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ

ค. โรคไข้เหลือง (yellow fever) เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อ yellow fever virus โรคนี้ไม่พบในประเทศไทย แต่เป็นโรคที่มีอันตรายมากและสำคัญมาก ในทุกๆ ประเทศยังไม่พบการระบาดเพราะมีการป้องกันระมัดระวังอย่างมากแหล่งระบาดของโรคนี้อยู่ที่ประเทศในทวีปแอฟริกาและอเมริกาใต้ (สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก, 2545; วิชิต และคณะ, 2541)

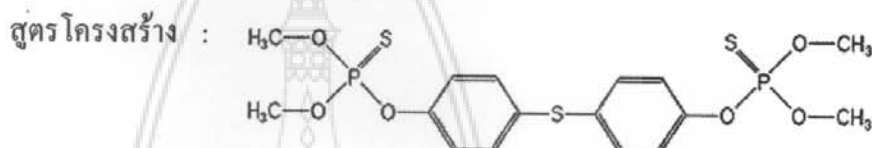
4. สารฆ่าแมลงที่นำมาศึกษาระดับความไวของลูกน้ำยุงลายบ้าน

4.1 temephos

สารที่มีฟอสหรือทรายกำจัดลูกน้ำมักเรียกทั่วๆ ไปว่าทรายอะเบท เป็นสารเคมีที่จัดอยู่ในกลุ่ม organophosphorus ส่วนใหญ่นิยมใช้กันในรูปเม็ดทราย ความเข้มข้น 1% ใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลาย เพราะมีประสิทธิภาพสูง มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมต่ำ ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และที่สำคัญสามารถควบคุมยุงได้หลายชนิด

สูตรโมเลกุล : $C_{16}H_{20}O_6P_2S_3$

ชื่อทั่วไป : temephos

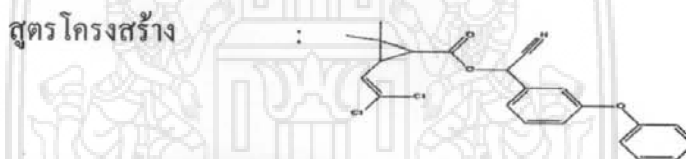


5. สารฆ่าแมลงที่นำมาศึกษาระดับความไวของยุงลายบ้านระยะตัวเต็มวัย

5.1 cypermethrin

ชื่อเคมี : (RS).-alpha-cyano-3-phenoxybenzyl (1RS).-cis -, trans-3-(2,2-dichlorovinyl).-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate (IUPAC chemical name)

สูตรโมเลกุล : $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$

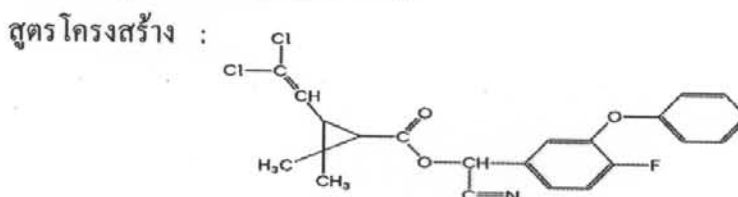


ที่มา : <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim163.htm>

5.2 cyfluthrin

ชื่อเคมี : cyano(4-fluoro-3-phenoxyphenyl)methyl 3-(2,2-dichloroethenyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

สูตรโมเลกุล : $C_{22}H_{18}Cl_2FNO_3$

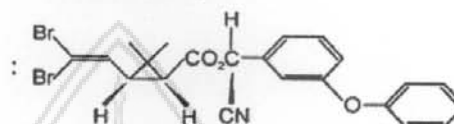


5.3 deltamethrin

ชื่อเคมี : cyclopropanecarboxylic acid, 3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethyl-, alpha-cyano(3-phenoxyphenyl)methyl ester, [1R-[1 (S*), 3 R]]-,

สูตรโมเลกุล : $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$

สูตรโครงสร้าง :

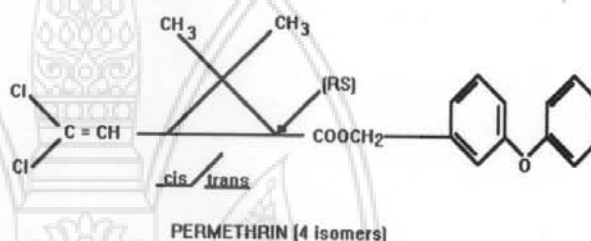


5.4 permethrin

ชื่อเคมี : 3-phenoxybenzyl (1RS)-cis,trans-3-(2,2-dichlorovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate

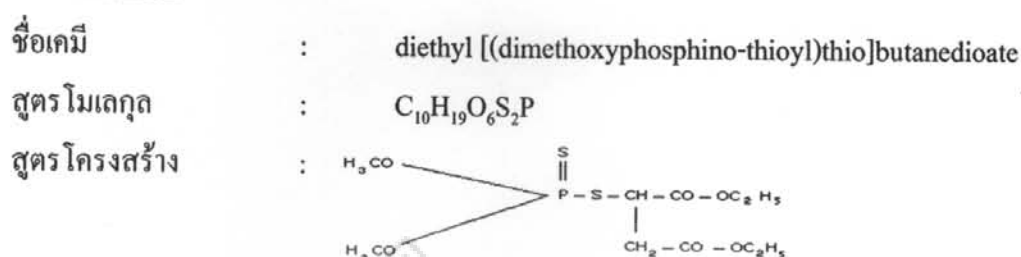
สูตรโมเลกุล : $C_{22}H_{20}O_3$

สูตรโครงสร้าง :



สารเคมีทั้ง 4 ชนิดที่กล่าวมา จัดอยู่ในกลุ่มสารไพเรทรอยด์ (pyrethroid) เป็นสารเคมีกลุ่มที่สังเคราะห์ขึ้นโดยใช้สาร pyrethrins ซึ่งสกัดได้จากดอก pyrethrum เป็นต้นแบบ เป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษต่อแมลงสูงฆ่าแมลงได้มากชนิด โดยแสดงความเป็นพิษต่อระบบประสาทของแมลงจากการเกิดปฏิกิริยาขัดขวางการเข้าออกของโซเดียมไอออน (Na^+) ทำให้การแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้ารอบนอกของเส้นประสาทหยุดชะงัก แมลงเกิดการสับสนโดยทันทีและถึงตายในที่สุด แต่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ เพราะสลายตัวได้อย่างรวดเร็วในร่างกายคนและสัตว์เลี้ยง ไม่มีพิษตกค้าง สลายตัวได้ดีในสิ่งแวดล้อม มีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับสารเคมีกลุ่มอื่นๆ และที่สำคัญยังมีพิษสูงต่อแมลงมีประโยชน์ และสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ เช่น ปลา แมลงตัวห้ำต่างๆ ปลา เป็นต้น (สุภาณี, 2540)

5.5 malathion



malathion เป็นสารเคมีที่จัดอยู่ในกลุ่ม organophosphorus เป็นสารเคมีที่มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรกรรมในหลายประเทศ สารเคมีจำพวกนี้มีฤทธิ์ที่กว้างกำจัดแมลงได้หลายชนิด คล้ายกับ DDT แต่ความคงทนส่วนใหญ่ไม่นานเท่ากับ DDT ทำให้ไม่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมนาน กลไกการออกฤทธิ์ (mode of action) ของสารในกลุ่มนี้อยู่ที่ระบบประสาท โดยส่วนใหญ่สารเคมีเข้าไปมีผลต่อการทำงานของ enzyme ที่เป็นตัวทำปฏิกิริยาสลายสารสื่อประสาทบริเวณไซแนปส์ ส่งผลกระทบต่อระบบประสาท เป็นสารเคมีที่มีจำนวนมากชนิด และสามารถแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มย่อยๆ ได้ตามลักษณะของโครงสร้างทางเคมี และคุณสมบัติ

6. การต้านทานต่อสารฆ่าแมลง

การสร้างความต้านทานของแมลงศัตรูต่อสารฆ่าแมลงเป็นปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นทั่วไปในปัจจุบัน มีรายงานจำนวนชนิดของแมลงและไรที่สร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดต่างๆ จำนวน 504 ชนิด โดยร้อยละ 56.1 เป็นชนิดที่มีความสำคัญทางการเกษตร ร้อยละ 39.3 มีความสำคัญทางการแพทย์ และมีเพียงร้อยละ 4.6 เท่านั้นที่เป็นชนิดที่มีประโยชน์ (ตัวห้ำ ตัวเบียน และแมลงผสมเกสร) จนถึงปัจจุบันเชื่อว่ามีแมลงจำนวนมากกว่านี้ที่สามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงเกือบทุกกลุ่มที่มีการนำมาใช้รวมถึงแบคทีเรียเชื้อโรค (Bt)

การต้านทานต่อสารฆ่าแมลง หมายถึง การที่แมลงสายพันธุ์ (strain) ใดสายพันธุ์หนึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการทนทานต่อขนาด (dose) ของสารพิษซึ่งมีการพิสูจน์แล้วว่าใช้ฆ่าแมลงชนิดนั้นได้ผลในสภาพประชากรในธรรมชาติ การที่แมลงสามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้นั้น นับว่าเป็นการคัดเลือกทางธรรมชาติ (natural selection) คือ เมื่อแมลงที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลง ได้มีชีวิตรอดอยู่รอดหลังจากการถูกคัดเลือกภายใต้การใช้สารฆ่าแมลงสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนี้ไปสู่ลูกหลานรุ่นต่อไปได้

เมื่อแมลงต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดหนึ่งแล้วยังสามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดอื่นๆ ได้โดยกลไกเดียวกัน เรียกว่าการต้านทานนี้ว่าการต้านทานข้าม (cross resistance) ส่วนการที่

แมลงสามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิดได้โดยกลไกหลายอย่างรวมกันเรียกรากการต้านทาน
เช่นนี้ว่าการต้านทานรวม (multiple resistance) (สุภาณี, 2540)

6.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างความต้านทาน

การสร้างความต้านทานมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

1) ปัจจัยทางพันธุกรรมหรือยีนภายในตัวแมลงแต่ละชนิด โดยแมลงชนิดนั้นๆ มี
ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความต้านทานต่อสารเคมี และยีนต้านทานมีการแสดงออกต่อการ
ต้านทานมากหรือน้อยเพียงใดและมีโอกาสถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้นหรือถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้
หรือไม่

2) ปัจจัยทางชีววิทยาของแมลง ได้แก่ ความยาวนานของวงจรชีวิตซึ่งเกี่ยวข้องกับการ
การเปลี่ยนแปลงในแต่ละชั่วอายุขัยของแมลงนั้นๆ เช่น แมลงที่มีหลายชั่วอายุขัยต่อปีจะสร้างความ
ต้านทานต่อสารเคมีเร็วกว่าแมลงที่มีชั่วอายุขัยยาวนาน ปัจจัยทางชีววิทยาอื่นๆ ได้แก่ อัตราการ
ขยายพันธุ์ และรูปแบบการสืบพันธุ์ พบว่าแมลงที่มีการสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศจะปรับตัวสร้างความ
ต้านทานได้ดีกว่าแมลงพวกที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ เป็นต้น

3) ปัจจัยเกี่ยวกับชนิดและวิธีการใช้สารฆ่าแมลง ประกอบด้วยปัจจัย 2 ส่วน ส่วน
แรกเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติเฉพาะชนิดของสารฆ่าแมลงที่เลือกใช้ เช่น ระดับความเป็นพิษ และ
เสถียรภาพ ส่วนที่สองเกี่ยวกับวิธีการใช้ เช่น ความถี่ในการใช้ และช่วงเวลาการใช้

พิจารณาจากปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความต้านทานของแมลง จะเห็นได้ว่า
สองกลุ่มแรกนั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถปรับหรือควบคุมได้ แต่ปัจจัยที่สามนั้นสามารถปรับเปลี่ยนให้
เหมาะสม เพื่อช่วยชะลอการเกิดความต้านทานได้

6.2 กลไกการสร้างความต้านทาน

กลไกการสร้างความต้านทานที่เกิดขึ้นในแมลงแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นกับ
ชนิดของสารฆ่าแมลงที่ใช้ซึ่งมีกลไกการออกฤทธิ์แตกต่างกัน กลไกการสร้างความต้านทานต่อสาร
ฆ่าแมลงแบ่งได้ 3 ประเภท คือ กลไกทางพฤติกรรม กลไกทางสรีรวิทยาและกลไกทางชีวเคมี
(สุภาณี, 2540)

1) กลไกทางพฤติกรรม (behavioral mechanism)

แมลงบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม เพื่อลดโอกาสที่แมลงได้สัมผัส
สารพิษในปริมาณที่จะทำให้เกิดพิษได้

2) กลไกทางสรีรวิทยา (physiological mechanism)

การสร้างความต้านทานอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ซึ่งทำให้ระบบการผ่านเข้าและอัตราการขับถ่ายออกจากร่างกายของสารฆ่าแมลง รวมทั้งเมแทบอลิต์ (metabolite) หรือผลการเปลี่ยนแปลงสารเปลี่ยนไป เช่น การลดความเร็วในการซึมผ่านชั้นคิวติเคิล (cuticle) ที่ผนังลำตัวของแมลง โดยมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของคิวติเคิล หรือมีการสะสมในเนื้อเยื่อไขมัน

3) กลไกทางชีวเคมี (biochemical mechanism)

แมลงมีกระบวนการทางชีวเคมีลดและสลายสารพิษ สารฆ่าแมลงซึ่งมีสมบัติเป็นลิโปฟิลิก (lipophilic) ละลายในไขมันได้ดี ถูกทำให้เป็นโพлярมากขึ้นหรือละลายในน้ำได้มากขึ้น เพื่อที่จะขับถ่ายออกจากร่างกาย กลไกทางชีวเคมีเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในระดับเมโครโมเลกุล

การเพิ่มการลดพิษ (increased detoxification)

ในแมลงมีเอนไซม์อย่างน้อย 3 กลุ่มที่มีความสำคัญในการเมแทบอลิซึม (metabolism) เพื่อการทำลายพิษ (detoxification) ของสารแปลกปลอมที่เข้าไปในร่างกาย การเปลี่ยนแปลงในด้านปริมาณหรือคุณภาพของเอนไซม์เหล่านี้ เป็นกลไกสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้ เอนไซม์เหล่านี้ ได้แก่

ก. cytochrome P_{450} monooxygenase system หรือระบบไมโครโซมาลโมโนออกซิเจเนส (microsomal monooxygenase system) ชื่อเดิมเรียก มิกซ์ฟังก์ชันออกซิเดส (mixed function oxidase) : เป็นระบบเอนไซม์ที่มีความสำคัญในวิถีการเปลี่ยนรูปของสารแปลกปลอมในสิ่งมีชีวิต โดยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ข. glutathione S-transferase : เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างความต้านต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphorus เอนไซม์ชนิดนี้ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการรวมตัว (conjugation) ของกลูตาไทโอน (glutathione ; GSH) กับสารฆ่าแมลง ผลจากปฏิกิริยาได้สารที่ไม่มีพิษและมีสมบัติละลายน้ำได้มากขึ้น

ค. hydrolase : เป็นเอนไซม์กลุ่มที่มีความสำคัญในปฏิกิริยาไฮโดรลิซิส (hydrolysis) ซึ่งเป็นการทำลายพิษของสารฆ่าแมลงที่มีสมบัติเป็นเอสเทอร์อันได้แก่ สารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphorus, carbamate และ pyrethroid เอนไซม์กลุ่มไฮโดรเลส เช่น carboxylesterase, amidase, phosphatase และ A, B - type esterase เป็นต้น

โดยทั่วไปเมแทโบไลต์จากปฏิกิริยาโดยเอนไซม์สองกลุ่มหลังมักมีคุณสมบัติไม่เป็นพิษ และละลายในน้ำได้มากขึ้น ส่วนเมแทโบไลต์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดย cytochrome P_{450} monooxygenase นั้น บางครั้งอาจมีพิษสูงขึ้นกว่าสารตั้งต้น

การเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดขึ้นที่ตำแหน่งการออกฤทธิ์ (alteration at the site of action)

ก. การเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ acetylcholinesterase โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงที่โครงรูปหรือความสอดคล้องในการปฏิบัติงาน (conformation) ของเอนไซม์ดังกล่าว อาจทำให้เอนไซม์ลดความว่องไวในการจับกับสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphorus และ carbamate มีผลทำให้สารฆ่าแมลงนั้นออกฤทธิ์ต่อแมลงช้าลงทำให้เอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำลายพิษของสารฆ่าแมลงสามารถทำงานได้ก่อนการเกิดพิษ

ข. การเปลี่ยนแปลงที่ตำแหน่งการออกฤทธิ์ของ DDT และ pyrethroid โดยทำให้ความว่องไวของเซลล์ประสาทที่มีผลต่อ DDT และ pyrethroid ลดลง ส่งผลให้แมลงที่สร้างความต้านทานลักษณะนี้สามารถรอดชีวิตอยู่ได้ภายหลังจากการใช้สารเคมีกลุ่มดังกล่าว

7. การประเมินระดับความไวของยุงลายบ้านตามวิธีการและชุดทดสอบมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO)

7.1 การทดสอบ susceptibility test ระยะตัวเต็มวัย

วิธีการทดสอบ

1) กระจกบอกลี้น (holding tube) ใส่กระดาษสะอาดสีขาว ซึ่งมีขนาดพอดีกับกระจกบอกลี้นปกติขนาด 12 x 15 ซม. กระจกบอกลี้นแต่ละรุ่นบางครั้งขนาดแตกต่างกันเล็กน้อย พยายามตัดกระดาษให้ขนาดพอดี โดยใช้กระดาษอัดสำเนา หากกระดาษยาวกว่ากระจกบอกลี้น เวลาใส่แผ่นพลาสติกเลื่อนทำให้กระดาษขยับ และหากกระดาษสั้นเกินไปยุงอาจจะเล็ดลอดได้ ใส่กระดาษให้แนบติดกับกระจกบอกลี้น แล้วใช้คลิปเงิน (silver clip) เพื่อยึดกระดาษให้ติดกับกระจกบอกลี้น ใส่แผ่นพลาสติกเลื่อนเข้ากับกระจกทดสอบ หมุนเกลียวให้แน่น ทดสอบการเลื่อนของแผ่นพลาสติก

2) การเตรียมตัวอย่างยุงลายบ้านคัดเลือกตัวอย่างยุงลายบ้านจำนวน 20 – 25 ตัว ใส่ในกระจกบอกลี้นที่เตรียมไว้ ปกติการปฏิบัติงานในภาคสนามจะนำยุงใส่หลอดทดลอง (test tube) ไว้ก่อนเพื่อวินิจฉัยชนิด ตรวจสอบความแข็งแรงและสมบูรณ์ แล้วจึงนำยุงที่ตรวจสอบแล้วใส่กระจกบอกลี้นทีละตัว

3) กระบอกทดสอบ (exposure tube) ใส่กระดาษชุบสารกำจัดแมลงที่เตรียมจากองค์การอนามัยโลกในกระบอกทดสอบ ซึ่งเป็นด้านที่ให้ขึงสัมผัสกับสารฆ่าแมลง ใส่คลิปทองแดง (copper clip) บิดกระดาษทดสอบให้แน่นกับกระบอกทดสอบ พยายามอย่าสัมผัสกับพื้นผิวกระดาษทดสอบ

4) วิธีการทดสอบเลื่อนแผ่นพลาสติกเลื่อน เพื่อเปิดทางให้ขึงเคลื่อนตัวไปยังกระบอกทดสอบ พร้อมกับเคาะเบา ๆ และค่อย ๆ เป่า เพื่อให้ขึงบินไปด้านกระบอกทดสอบ (exposure tube) จากนั้นเลื่อนแผ่นพลาสติกปิดทันที บันทึกความเข้มข้นของกระดาษชุบสารกำจัดแมลง และระยะเวลาการทดสอบ

6) จดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นขณะทดสอบ อาจใช้วิธีวัดขณะเริ่มต้นและสิ้นสุดการทดสอบแล้วหาค่าเฉลี่ย

7) เมื่อขึงสัมผัสสารฆ่าแมลงเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ให้เคลื่อนย้ายขึง กลับมายังกระบอกเลี้ยง (holding tube) โดยจับกระบอกให้อยู่ในแนวนอน ค่อย ๆ เคาะให้ขึงที่สลบอยู่ข้างแผ่นเลื่อนให้เคลื่อนออกมาเพื่อป้องกันการหนีบขณะเลื่อน เป่าเบา ๆ พร้อมกับเคาะกระบอกทดสอบ เมื่อขึงเคลื่อนย้ายไปด้านกระบอกเลี้ยง (holding tube) หมกให้ปิดแผ่นเลื่อนทันที

8) ถอดกระบอกทดสอบ ออกจากกระบอกเลี้ยง จดบันทึกจำนวนขึงที่สลบในกระบอกทดสอบ ใช้สำลีชุบน้ำตาล 10% ด้านบนตะแกรงของหลอดทดสอบเพื่อเป็นอาหารขึง นำขึงไปเลี้ยงในอุณหภูมิไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส อ่านผลจำนวนตายหลังจากทดสอบ 24 ชั่วโมง และหากเป็นไปได้อ่านผลหลังทดสอบ 48 ชั่วโมงด้วย จดบันทึกอุณหภูมิต่ำสุด และสูงสุดขณะเลี้ยง

7.2 การทดสอบ susceptibility test ระยะลูกน้ำ

วิธีการทดสอบ

7.2.1 ใช้ลูกน้ำชนิดเดียวกัน นำมาจากแหล่งเดียวกัน ในการทดสอบควรเป็นลูกน้ำระยะที่ 3 หรือระยะที่ 4 ตอนต้น น้ำที่ใช้เลี้ยงควรมาจากแหล่งที่นำลูกน้ำมา จนกว่าเริ่มทำการทดสอบ ลูกน้ำที่ใช้ทดสอบต้องสมบูรณ์และไม่มีปรสิตติดตามลูกน้ำ การทดสอบใช้ลูกน้ำบิกเกอร์ละ 20-25 ตัวใส่น้ำ 25 มิลลิลิตรในชั้นเตรียมลูกน้ำรอการทดสอบ การทดสอบในห้องปฏิบัติการสามารถใช้ลูกน้ำรุ่นลูกที่ได้จากการเลี้ยงลูกน้ำที่รวบรวมมาให้เจริญเป็นตัวเต็มวัยทดสอบได้

7.2.2 บิกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ใส่ น้ำ 225 มิลลิลิตร ใช้น้ำไม่มีคลอรีน หรือสารอินทรีย์อื่น ๆ อุณหภูมิของน้ำที่เหมาะสมคือ 25 องศาเซลเซียส

7.2.3 เตรียมสารฆ่าแมลงโดยใช้ไปเปตขนาด 1 มิลลิลิตร คูณสารฆ่าแมลงมาตรฐานจากองค์การอนามัยโลก หยดลงไปในบิกเกอร์ที่มีน้ำอยู่ 225 มิลลิลิตร เสร็จแล้วนำลูกน้ำที่เตรียมไว้โดยอยู่ในน้ำ 25 มิลลิลิตร เติมน้ำไปให้ได้ปริมาตรน้ำ 250 มิลลิลิตร การทดลองเปรียบเทียบใช้หยด

แอลกอฮอล์ลงไป บิกเกอร์ละ 1 มิลลิลิตร แทนการหยดสารกำจัดแมลง ความเข้มข้นสารกำจัดแมลงที่ใช้

7.2.4 หลังจากเตรียมสารกำจัดแมลง 15-30 นาที ใส่ลูกน้ำที่เตรียมไว้ลงในสารกำจัดแมลง ความเข้มข้นต่าง ๆ

7.2.5 ตรวจนับจำนวนลูกน้ำตาย หลังจากทดสอบ 24 ชั่วโมง

7.2.6. การทดสอบให้ทำการทดสอบ 4-5 ซ้ำ (จำนวนทดสอบ 100 ตัว จำนวนทดลองเปรียบเทียบ 20 ตัว)

8. วิธีการตรวจการสร้างความต้านทาน

8.1 การตรวจสอบโดยใช้สิ่งมีชีวิต (bioassay detection)

คือ การทดสอบกับสิ่งมีชีวิตโดยตรง เป็นวิธีที่ง่ายและนิยมใช้ตรวจสอบโดยการประเมินความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute test) โดยให้สัตว์ทดลองได้รับพิษเพียงครั้งเดียวหรือได้รับหลายครั้ง ในระยะเวลาสั้น โดยทั่วไปสัตว์ทดลองจะแสดงอาการให้เห็นภายใน 24 ชั่วโมง และเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นภายใน 1-3 วัน การประเมินความเป็นพิษเฉียบพลันนิยมใช้ค่า LD_{50} หรือ median lethal dose และ ค่า LC_{50} หรือ median lethal concentration เป็นดัชนีแสดง

8.2 การตรวจสอบทางชีวเคมี (biochemical detection)

ตรวจสอบเอนไซม์ (enzyme assay) ที่ทำหน้าที่ลดทำลายสารพิษและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง ซึ่งมีเทคนิควิธีการที่ใช้ตรวจสอบ ได้แก่ เทคนิค electrophoresis จากคุณสมบัติการเคลื่อนที่ของสารที่มีประจุโดยสารที่มีประจุเคลื่อนที่เข้าหาขั้วไฟฟ้าที่มีประจุตรงข้ามสารนั้นๆ และเทคนิค spectrophotometric ที่ใช้หลักการดูดกลืนพลังงานแสงของสารละลายโดยปริมาณการดูดกลืนพลังงานแสงหรือที่เรียกว่าค่าแอบซอร์เบ้นซ์ (absorbance) ของสารแต่ละชนิด เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารนั้นๆ ซึ่งปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้สามารถตรวจสอบตัวอย่างได้มากขึ้น และใช้ปริมาณสารเคมีในการตรวจสอบน้อยลง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า microplate reader

8.3 การตรวจสอบทางอณูชีวโมเลกุลในตัวแมลง (molecular detection)

การตรวจสอบโมเลกุลในตัวแมลง แมลงที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงซึ่งเกิดจากการผ่าเหล่า (mutation) ใน gene หรือ DNA ที่ควบคุมการสร้างเอนไซม์ในแมลง ทำให้สารฆ่าแมลงไม่เป็นพิษกับตัวแมลง การตรวจสอบทำโดยใช้วิธีการทางอณูชีววิทยาต่างๆ เช่น RFLP (restriction fragment length polymorphism) การตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนที่เปลี่ยนแปลง เป็นต้น

8.4 การตรวจการตื่นตัวของประสาทต่อสารฆ่าแมลง (neurophysiology detection)

เป็นการตรวจสอบการตื่นตัวของประสาทต่อสารฆ่าแมลง จากการหา nerve firing rate แมลงที่อ่อนแอจะมีส่วนยอดของเส้นกราฟขึ้นสูงกว่าแมลงที่ต้านทานสารฆ่าแมลง โดยการใช้ขั้วไฟฟ้าวางลงไปบนผนังลำตัวตรงที่ไม่ใช่ปมประสาท

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมใจ ทองเฟื้อ, เสียงธรรมวิมล โรจน์ฤทัย และนิรุญ เพ็ชรสิน (2548) ศึกษาการเฝ้าระวังความไวของยุงลายต่อสารฆ่าแมลงในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 1 กรุงเทพฯ พบว่ายุงลายในเขตเมืองมีความไวต่อสารฆ่าแมลง malathion ในระดับสูงถึง 100 % และมีความไวต่อสารฆ่าแมลง cyfluthrin ในระดับปานกลาง 89 % ส่วนสารฆ่าแมลง deltamethrin และ permethrin ยุงลายมีความไวอยู่ในระดับต่ำ ร้อยละ 69 และ 15.22 ตามลำดับ และพบว่ายุงลายนอกเขตเมืองมีความไวต่อสารฆ่าแมลง malathion ในระดับสูงถึง 100 % มีความไวต่อสารฆ่าแมลง cyfluthrin และ deltamethrin ในระดับต่ำ ร้อยละ 72 และ 74 ตามลำดับ ส่วนสารฆ่าแมลง permethrin ยุงลายมีความไวในระดับต่ำ ร้อยละ 27

วรรณภา ฤทธิสนธิ์ และคณะ (2549) ศึกษาความไวของยุงลายบ้านต่อสารฆ่าแมลงจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ permethrin 0.25% cyfluthrin 0.15 % deltamethrin 0.025% และ malathion 0.5% ในจังหวัดจันทบุรี และตราด โดยแต่ละจังหวัดศึกษาในพื้นที่เขตเมืองและเขตนอกเมือง ผลการศึกษาพบว่าในแต่ละพื้นที่มีระดับความไวต่อสารฆ่าแมลงแตกต่างกัน ความไวต่อสารฆ่าแมลง permethrin 0.25% อยู่ในระดับต่ำหรือต้านทานต่อสารฆ่าแมลง อัตราตายอยู่ระหว่างร้อยละ 10-35 ความไวต่อสารฆ่าแมลง cyfluthrin 0.15 % อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ อัตราตายอยู่ระหว่างร้อยละ 68-85 ความไวต่อสารฆ่าแมลง deltamethrin 0.025% อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ อัตราตายอยู่ระหว่างร้อยละ 72-84 และมีความไวต่อสารฆ่าแมลง malathion 0.5% อยู่ในระดับสูงทุกพื้นที่ อัตราตายร้อยละ 100

Alongkot Ponlawat, Jeffrey G. Scott และ Laura C. Harrington (2005) ศึกษาระดับความไวของยุงลายบ้าน และยุงลายสวนในประเทศไทย โดยเก็บตัวอย่างจากอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก, จังหวัดนครสวรรค์, จังหวัดนครราชสีมา, จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดพัทลุง ศึกษาด้วยสาร 3 ชนิดคือ temephos, malathion และ permethrin พบว่ายุงลายบ้านสามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง permethrin และสาร temephos แต่ยังคงมีระดับความสูงต่อสารฆ่าแมลง malathion และในยุงลายสวนสามารถสร้างความต้านทานได้ในระดับต่ำต่อสารฆ่าแมลงทั้ง 3 ชนิด

อภิรัตน์ โสคำปึง, วิจิตร โกสละกิจ และวสิน เทพเนาว์ (2549) ศึกษาความไวของลูกน้ำและตัวเต็มวัยของยุงลายบ้านต่อสารฆ่าแมลงในพื้นที่สาธารณสุข เขต 13 ได้แก่ จังหวัด

นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ และชัยภูมิ พบว่าความไวสูงสุดของลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารฆ่าแมลง temephos อยู่ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีอัตราการตาย ร้อยละ 100 ยกเว้นในพื้นที่จังหวัดชัยภูมิที่พบอัตราการตาย ร้อยละ 86.94 ซึ่งอยู่ระดับความไวปานกลาง ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 0.0025, 0.00125 และ 0.0005 มิลลิกรัม/ลิตร ลูกน้ำยุงลายบ้านมีระดับความไวปานกลางถึงต่ำในทุกจังหวัด ส่วนการศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายบ้านตัวเต็มวัยต่อสารฆ่าแมลง malathion 5%, deltamethrin 0.5%, permethrin 0.75% และสาร cyfluthrin 0.15% โดยใช้กระดาษชุบสารฆ่าแมลงมาตรฐาน พบว่าในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา ส่วนใหญ่มีระดับความไวต่ำต่อสารฆ่าแมลงทั้ง 4 ชนิด (พบอัตราการตายต่ำสุด 9 % ในพื้นที่เขตเทศบาลที่ใช้ทดสอบกับสารฆ่าแมลง permethrin 0.75%) ยกเว้นสารฆ่าแมลง malathion 5% ในพื้นที่ชนบท และสารฆ่าแมลง deltamethrin 0.5% ทั้งในเขตเทศบาลและชนบท แต่พบระดับความไวสูงต่อสารฆ่าแมลง malathion 5% ในเขตชนบท พื้นที่จังหวัดสุรินทร์พบระดับความไวสูงต่อสารฆ่าแมลง deltamethrin 0.5% ทั้งสองเขต และสารฆ่าแมลง cyfluthrin 0.15% ในเขตชนบท และในพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ พบระดับความไวสูงต่อสารฆ่าแมลง cyfluthrin 0.15% เท่านั้น

Pradya Somboon, La-aied Prapanthadara และ Wannapa Suwonkerd (2003) ทำการศึกษา ระดับความไวของยุงก้นปล่อง *Anopheles minimus* Theobald , ยุงลายบ้าน *Ae aegypti*, ยุงลายสวน *Ae albopictus* และยุงรำคาญ *Culex quinquefasciatus* Say ต่อสารฆ่าแมลงในพื้นที่ภาคเหนือ ประเทศไทย พบว่ายุงก้นปล่องมีระดับความไวสูงต่อสารฆ่าแมลง DDT และสารฆ่าแมลง permethrin ในยุงลายบ้าน และยุงลายสวนสามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง DDT ได้ และในบางพื้นที่เริ่มสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง permethrin และสารฆ่าแมลง deltamethrin ในยุงรำคาญสามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง DDT และสารฆ่าแมลง etofenprox

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดนครสวรรค์ (2549) ทำการศึกษากาการเฝ้าระวัง ความไวของยุงลายตัวเต็มวัยและลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารฆ่าแมลง ผลการศึกษาความไวของตัวอย่าง ยุงลายบ้านจากพื้นที่ 4 จังหวัด คือ จังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดพิจิตร และ จังหวัดอุทัยธานีต่อสารฆ่าแมลง 4 ชนิด คือ cyfluthrin 0.15 %, deltamethrin 0.05 %, permethrin 0.75 % และ malathion 5 % จากการศึกษา พบว่า ตัวอย่างยุงลายบ้านในเขตเทศบาล และนอกเขต เทศบาลจากพื้นที่ 4 จังหวัด มีระดับความไวต่อสารฆ่าแมลง permethrin 0.75 % ระดับปานกลางมี แนวโน้มที่จะสร้างความต้านทานในอนาคต ส่วนผลการศึกษาการระดับความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง temephos ของลูกน้ำยุงลายบ้าน โดยการวิเคราะห์ค่า LC_{50} เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ระบุโดย องค์การอนามัยโลก คือ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร พบ การสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง temephos พื้นที่ นอกเทศบาลพิจิตร นอกเทศบาลอุทัยธานี นอกเทศบาลนครสวรรค์ และนอก

เทศบาลกำแพงเพชร และ เทศบาลนครสวรรค์ มีค่าระดับความต้านทานเรียงจากค่าต่ำไปหาสูง เท่ากับ 1.19, 2.11, 12 , 16 และ 4.65 ตามลำดับ

กาวิณ ฝาสันเทียะ และคณะ (2546) ศึกษาประสิทธิภาพสารฆ่าแมลง deltamethrin 0.50% w/v ในการควบคุมยุงลายบ้าน พบว่า เมื่อพ่นสารกำจัดแมลงภายใต้เครื่องหมายการค้า Deltacide และ Damthrin – SP ซึ่งมีสารออกฤทธิ์หลักคือ deltamethrin 0.50% โดยใช้เครื่องพ่นฝอยละเอียด ชนิดสะพ่ายหลังยี่ห้อ fontan porstar N และ เครื่องพ่นหมอกควันสะพ่ายหลัง ยี่ห้อ swimgfog SN 50 เมื่อนำไปแขวนให้ได้รับละอองสารฆ่าแมลงทั้ง 2 ชนิดมีประสิทธิภาพทำให้ยุงลายบ้านมีอัตราการตาย 100%

