



มาลาเรียได้แก่ ดีลตริน มาลาไรออน (malathion) เฟนนิโตรไรออน เฟนไรออน (fenthion) และโปรพอกเซอร์ (propoxur) เป็นต้น (WHO, 1980 b) ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพและความเป็นพิษของสารเคมีสังเคราะห์หลายชนิดก่อนจะนำมาใช้ทางด้านสาธารณสุขเช่นในการทดลองของ Busvine และ Nash (1953) ซึ่งได้ศึกษาประสิทธิภาพและเสถียรภาพของสารเคมีสังเคราะห์บางชนิดต่อแมลงศัตรูทางการแพทย์ พบว่าความเป็นพิษของสารเคมีที่นำมาทดสอบเรียงลำดับจากมากไปหาน้อยดังนี้ แกมมาบีเอสซี (γBHC) ดีลตริน อัลตริน (aldrin) และไพโรรินส์ ส่วนคลอเดน (chlordane) ดีดีที ไพโรแลน (pyroalan) และอัลเลธรินมีความเป็นพิษรองลงมา และทอกซาฟีน (toxaphene) มีความเป็นพิษน้อยที่สุด เสถียรภาพหลังเตรียมสาร 6 เดือนจากมากไปหาน้อยดังนี้ ดีลตริน ดีดีทีและทอกซาฟีน ไพโรแลน แกมมาบีเอสซี คลอเดนและอัลตริน อัลเลธริน ไพโรรินส์

ในปี ค.ศ. 1966 Pennington ได้ศึกษาความเป็นพิษของเฟนนิโตรไรออน เฟนไรออนและมาลาไรออนต่อยุง Culex tritaeniorhynchus (Giles) และ Cx. quinquefasciatus (Say) จากผลการทดลองพบว่าความเป็นพิษของเฟนนิโตรไรออนใน Cx. tritaeniorhynchus สูงกว่าเฟนไรออนแต่ไม่แตกต่างกันในยุง Cx. quinquefasciatus ส่วนมาลาไรออนมีประสิทธิภาพต่ำต่อ Cx. tritaeniorhynchus ในขณะที่มีประสิทธิผลสูงมากต่อ Cx. quinquefasciatus ต่อมา Georghiou และ Calman (1969) ได้ลองนำยุง Cx. pipien fatigans Wied. และยุง An. albimanus มาทดสอบกับเฟนนิโตรไรออนเป็นเวลานาน 30 และ 25 ชั่วรุ่น (generation) ตามลำดับ ผลปรากฏว่ายุงมีความทนทานต่อเฟนนิโตรไรออนเพิ่มขึ้นเพียง 2.2 และ 1.1 เท่าตามลำดับ เมื่อนำ Cx. p. fatigans นี้ทดสอบกับเฟนไรออน มาลาไรออน ดีดีทีและดีลตรินพบว่าความทนทานเพิ่มเพียงเล็กน้อยเช่นกัน ยกเว้นอาร์โปรคาร์บ (arprocarb) ที่พบความต้านทานเพิ่มขึ้นถึง 17.2 เท่า

ได้มีการทดสอบและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารออร์กาโนฟอสเฟตชนิดใหม่ 5 ชนิดต่อยุง Cx. p. fatigans ในกรุงเทพฯ ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม พบว่าในจำนวนสารเคมี 5 ชนิดได้แก่ OMS1345 OMS1344 OMS1342 OMS1328 และ OMS1155 สารที่มีประสิทธิภาพและเสถียรภาพมากที่สุดคือ OMS1342 : 0-(2,5-dichloro-4-methylthiophenyl) 0,0-diethyl phosphorothioate ซึ่งสามารถสู้กับสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำทดลองได้ดีกว่าสารอื่น (Mathis และ Pant, 1971)

ในปี ค.ศ. 1974 Darwareh และ Mulla ได้ศึกษาความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง บางชนิดในกลุ่มไพริทรอยด์และออร์กาโนฟอสเฟตต่อลูกน้ำยุงลาย Aedes aegypti Linnaeus ยุงก้นปล่อง An. albimanus Wiedemann และยุงบ้าน Cx. p. quinquefasciatus Say พบว่าไบโอเรสแมรินและสารออร์กาโนฟอสเฟตมีพิษสูงต่อลูกน้ำระยะที่ 4 ทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าว นอกจากนี้ในการทดสอบยุงก้นปล่อง An. minimus 3 สายพันธุ์ได้แก่สายพันธุ์แพร่ สายพันธุ์สระบุรีและสายพันธุ์ชลบุรีกับสารฆ่าแมลงบางชนิด ยังพบว่ายุงก้นปล่อง An. minimus ทั้ง 3 สายพันธุ์มีความไวต่อเฟนิโตรโรอนและไบโอเรสแมรินมากกว่ามาลาโรอนและโปรพอกเซอร์ (Vanicha, 1982)

#### ความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง

การที่แมลงสายพันธุ์ใด ๆ ในชนิดเดียวกันมีความไวต่อพิษของสารฆ่าแมลงน้อยลงจนผิดปกติ เมื่อเทียบกับประชากรดั้งเดิมที่เคยได้รับพิษจากสารเคมีนั้น ๆ มาก่อนและต้องเพิ่มขนาดหรือปริมาณของสารเคมีมากขึ้นจึงสามารถทำให้แมลงชนิดเดียวกันมีอัตราการตายเท่าเดิมได้ หมายความว่าแมลงนั้น ๆ มีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงซึ่งแบ่งลักษณะการต้านสารเคมีไว้เป็น 2 ลักษณะคือ ความต้านทานของแมลงเนื่องจากสภาพทางสรีรวิทยา (physiological resistance) และความต้านทานต่อสารอันเนื่องมาจากพฤติกรรมของแมลงเอง (behavioristic resistance) (Busvine, 1956) จากการศึกษาความต้านทานสารฆ่าแมลงในยุงก้นปล่อง An. albimanus ในประเทศ El. Salvador พบว่ามีการต้านสารโปรพอกเซอร์ คาร์บาริล (carbaryl) พาราโรอน (parathion) มาลาโรอนและเฟนิโตรโรอน ในระดับที่สูง ความต้านทานที่พบนี้เป็นผลสืบเนื่องมาจากการใช้สารดังกล่าวทางเกษตร เป็นเวลานานโดยเฉพาะอย่างยิ่งในไร่ฝ้าย (Georghiou, Ariaratnam และ Breeland, 1971) ในปี ค.ศ. 1972 Busvine จึงได้ศึกษาการต้านสารฆ่าแมลงในยุงและรายงานว่าการขยายเนื้อที่ที่ใช้สารฆ่าแมลงในการควบคุมยุงพาหะ ตลอดจนการเพิ่มปริมาณยุงพาหะที่สามารถต้านทานสารฆ่าแมลงมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไป จะเป็นปัญหาต่อการควบคุมด้วยสารเคมีต่อไปในอนาคต นอกจากนี้ปริมาณของยีนและผลของยีนต้านทานในประชากรยุงรวมทั้งอัตราการรอดและจำนวนยุงรุ่นซึ่งต้านสารฆ่าแมลงที่เกิดต่อปี อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับพัฒนาการต้านสารฆ่าแมลงในยุงชนิดนั้น ๆ พร้อมกันนี้เขาได้เสนอแนะว่าควรมีการจำกัดการใช้สารฆ่าแมลงตลอดจนหมุนเปลี่ยนการใช้ยุงชนิดของสารเคมีควบคู่ไปกับการใช้สารเสริมฤทธิ์ (synergists) ที่เหมาะสม

อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีความต้านทานเพิ่มมากขึ้นทั้งจำนวนชนิดของแมลงและชนิดของสารเคมี ดังรายงานขององค์การอนามัยโลกว่าในปี ค.ศ. 1975 มียุงก้นปล่อง 42 ชนิด ต้านต่อสารฆ่าแมลงซึ่งในจำนวนนี้มี 41 ชนิดต้านต่อดีลทรินและ 24 ชนิดต้านต่อดีดีที แต่จำนวนชนิดของยุงก้นปล่องที่ต้านทานสารฆ่าแมลงได้เพิ่มขึ้นเป็น 51 ชนิด ในปี 1981 (อ้างตามลูซ่าติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2526) จากการนำยุงก้นปล่อง An. culicifacies สายพันธุ์อินเดีย ศรีลังกา และปากีสถานซึ่งมีความต้านทานต่อดีดีที โดยสายพันธุ์อินเดียและปากีสถานมีความต้านทานต่อดีลทรินด้วยมาทดสอบกับสารออร์กาโนฟอสเฟต 8 ชนิด ได้แก่ มาลาโรออน มาลาออกซอน (malaoxon) เฟนิโตรโรออน คลอโรออน (chlorthion) คลอโฟกซิม (chlorphoxim) ไอโอโดเฟนฟอส (iodophenphos) ไพริมิฟอสเมธิล (pirimiphos-methyl) และเฟนโรออน พบว่าสายพันธุ์อินเดียมีความต้านทานต่อสารออร์กาโนฟอสเฟตดังกล่าวยกเว้นเฟนโรออน ทั้งนี้เนื่องจากมีการนำสารออร์กาโนฟอสเฟตมาใช้ทางด้านสาธารณสุขในประเทศอินเดีย (Herath และ Davidson, 1981)

Curtis และ Pasteur (1981) พบว่ายุง Cx. quinquefasciatus Say จาก Tanzania มีความต้านทานต่อคลอไพริฟอส (chlorpyrifos) ส่วนสายพันธุ์จากศรีลังกา อียิปต์ ไคเบอเรียและบราซิลมีความต้านทานในระดับต่ำ เมื่อมาสายพันธุ์ Tanzania ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซิสพบว่ามีแถบของเอนไซม์เอสเทอร์เลส เกิดขึ้น 2 แถบ ซึ่งเขาสันนิษฐานว่า อาจมีส่วนเกี่ยวข้องกับความสามารถในการต้านทานต่อสารฆ่าแมลง

#### การศึกษากลไกการต้านสารฆ่าแมลง

Davidson (1957) ได้ศึกษาความต้านทานของยุงก้นปล่อง An. sundaicus สายพันธุ์ชวาและมลายูต่อดีดีที ดีลทริน แกมมาบีเอชซีและอัลทริน พบว่าสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อดีลทรินขึ้นกับยีนเดี่ยวกึ่งเด่นกึ่งด้อย (semi-dominant gene) และสามารถต้านทานต่อสารเคมีพวกไซโคลไดอิน (cyclodiene) อื่น ๆ ได้ ส่วนความต้านทานต่อดีดีทีขึ้นกับยีนเดี่ยวที่เป็นยีนด้อย (single recessive gene) และสามารถต้านทานต่อสารที่มีโครงสร้างคล้ายดีดีที ในลูกน้ำหรือตัวเต็มวัยหนึ่งตัวอาจพบทั้งความต้านทานดีดีทีและดีลทริน แต่ความต้านทานสองลักษณะนี้จะอยู่แยกกันไม่ขึ้นต่อกัน Davidson (1963) ได้ศึกษาความต้านทานต่อดีดีทีและดีลทรินเพิ่มเติมในยุงก้นปล่อง An. quadrimaculatus และ An. albimanus ปรากฏว่าได้ผลเช่นเดียวกัน

การที่แมลงสามารถต้านทานสารเคมีนอกจากจะขึ้นกับลักษณะของยีนแล้วยังพบว่า ระยะเวลาเจริญเติบโต เพศของแมลงและสภาพแวดล้อมมีส่วนสัมพันธ์เช่นเดียวกัน (Busvine, 1956) เช่นในการทดลองของ Gilotra (1966) พบว่าความหนาแน่นของลูกน้ำ An. albimanus ที่เลี้ยงในห้องปฏิบัติการมีผลต่อความต้านทานดีดรีน กล่าวคือในสภาพที่เลี้ยงหนาแน่นจะมีความต้านทานน้อยกว่า นอกจากนี้ได้มีการศึกษากลไกของความต้านทานดีดรีนในยุง Cx. p. fatigans (Kalra, Perry และ Miles, 1967) พบว่าแมลงมีขบวนการลดความเป็นพิษของสารเคมีด้วยเอนไซม์ในร่างกาย (enzymic detoxication) จากดีดรีนให้เป็นดีดีอี (DDE) และในสายพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อดีดรีนจะมีดีดีอีเป็นเมตาโบไลต์มากกว่าสายพันธุ์ที่มีความไว Busvine (1971) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับกลไกทางสรีรวิทยาที่เป็นสาเหตุให้แมลงมีความต้านทานต่อดีดรีนว่าอาจเกิดจากขบวนการอย่างใดอย่างหนึ่งใน 4 วิธีการต่อไปนี้คือ 1. การดึงไฮโดรเจนและคลอรีนอะตอม (dehydrochlorination) จากโมเลกุลของดีดรีนได้ดีดีอีเป็นเมตาโบไลต์ 2. ขบวนการออกซิไดซ์ด้วยเอนไซม์จากไมโครโซม (microsomal oxidation) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ NADP และออกซิเจนด้วย 3. ขบวนการลดการผ่านของสารเข้าสู่ผิวหนังแมลง (penetration barrier) และ 4. มีการลดความไวทางสรีรต่อพิษของสาร (reduced sensitivity) แนวความคิดเหล่านี้สอดคล้องกับผลการศึกษาทางด้านชีวเคมีในเวลาต่อมา ซึ่งในปัจจุบันนี้พบว่ายังมีเอนไซม์ไฮโดรเลส (hydrolase) เอสเทอเรส (esterase) และทรานส์เฟอเรส (transferase) บางชนิดในแมลงที่สามารถลดความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงได้ (WHO, 1980 a)

จากการศึกษาเมตาโบลิซึมใน An. albimanus สายพันธุ์ El. Salvador ที่มีความต้านทานต่อคาร์บาเมตและออร์กาโนฟอสเฟต พบว่าคาร์บาริล (carbaryl) จะถูกเมตาโบไลซ์ได้สาร N-hydroxymethylcarbaryl, 5,6-dihydro-5, 6-dehydroxy-carbaryl และอัตราการผ่านผนังของคาร์บาริลน้อยกว่าสายพันธุ์ที่มีความไวเกือบ 2 เท่าระหว่างช่วงโอมแรกของการได้รับสาร (Ariaratnam และ Georghiou, 1975)

Hemingway (1983) พบว่าเหตุที่ทำให้ยุงก้นปล่อง An. arabiensis สายพันธุ์คู่คนเกิดความต้านทานต่อมาลาโรดอนเฉพาะในตัวเต็มวัยเนื่องจากมีการใช้มาลาโรดอนฉีดตามอาคารบ้านเรือนมากกว่าการเกษตร และเอนไซม์คาร์บอกซิลเอสเทอเรส (carboxylesterase) มีส่วนเกี่ยวข้องกับความต้านทานดังกล่าว ด้วยเหตุนี้จึงไม่พบที่มีความต้านทานต่อสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตชนิดที่ไม่มีคาร์บอกซิลเอสเทอร์เป็นองค์ประกอบ

### การศึกษาความไวและความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง

Mitchell และ Chen (1972) ได้ทดสอบความไวของยุงบ้าน 4 ชนิด ได้แก่ Cx. annulus, Cx. tritaeniorhynchus summorosus, Cx. fuscocephalus และ Cx. p. fatigans ต่อสารฆ่าแมลงบางชนิด พบว่าลูกน้ำยุงทั้ง 4 ชนิดมีความไวต่อสารออร์กาโนฟอสเฟตและออร์กาโนคลอรีนในตัวเต็มวัยมีความต้านทานต่อดีดีทีและดีลตริน นอกจากนี้ Cx. annulus และ Cx. p. fatigans ยังมีความต้านทานต่อมาลาโรอน สำหรับ Cx. fuscocephalus มีความต้านทานทั้งมาลาโรอนและเพนิซิโตรโรอน

จากการศึกษาความไวของยุงก้นปล่อง 6 ชนิดในประเทศไทยต่อดีดีทีและดีลตริน พบว่าทั้งลูกน้ำและตัวเต็มวัยยังมีความไวต่อดีดีทียกเว้น An. vagus ที่พบว่ามีความต้านทานต่อดีลตริน (Moussa และ Nawarat, 1969) ต่อมาในปี ค.ศ. 1977 - 1978 ได้มีการสำรวจและทดสอบความต้านทานของยุงก้นปล่องในประเทศไทยต่อดีดีที พบว่ายุงก้นปล่อง An. annularis ที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีความต้านทานสูงต่อดีดีที An. minimus ในจังหวัดอุดรธานี แพร่ สุโขทัย และ An. balabacensis ในอำเภอบ้านดอน อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปางมีความทนทานต่อดีดีที และ An. maculatus อำเภอไผ่ต้น จังหวัดแพร่มีความทนทานเล็กน้อย (Ismail และ Phinichpongse, 1980)

Priester และคณะ (1981) ได้ศึกษาความเป็นพิษของสารไพริโรยด์ 16 ชนิด พบว่าลูกน้ำ Cx. quinquefasciatus Say และ Cx. tarsalis Coquillett ที่มีการต้านสารออร์กาโนฟอสเฟตนั้นมีความไวต่อไพริโรยด์สังเคราะห์ทั้ง 16 ชนิด เมื่อทดสอบกับ Cx. quinquefasciatus ที่ต้านทานโปรพอกเซอร์ ดีดีที และ An. albimanus Wied. ที่ต้านทานออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต ดีดีที พบว่ามีการต้านทานข้ามกลุ่มไปยังสารไพริโรยด์บางชนิดเพียง เล็กน้อยเท่านั้น แสดงว่าความทนทานต่อสารที่พบนี้เกิดจากการที่ยุงสามารถต้านทานต่อดีดีที

จากการศึกษาความต้านทานข้ามกลุ่มโดยใช้ลูกน้ำยุงที่มีความต้านทานต่อดีดีที 5 ชนิด พบว่าในยุง Ae. aegypti และ An. gambiae มีการต้านสารเคมีข้ามกลุ่มไปยังสารที่มีโครงสร้างคล้ายดีดีทีและสารไพริโรยด์ นอกจากนี้ยังมีความต้านทานสารยับยั้งการเจริญเติบโต รวมทั้งสารจำพวกอะมีน (amine) และมีไพเพอโรนิลปิพาทอกไซด์ (piperonyl butoxide) เป็นสารเสริมประสิทธิภาพหรือเป็นสารเสริมฤทธิ์ จากการศึกษาดังกล่าวแสดงว่า

ความต้านทานสารเคมีฆ่าแมลงขึ้นกับขนาดการออกซิโดสสารด้วย เอนไซม์จากไมโครโชม (Rongsriyam และ Busvine, 1975)

Prasittisuk และ Busvine (1977) ได้ทดสอบยุงที่มีความต้านทานต่อดีดีทีโดย ใช้ยุงลาย Ae. aegypti 8 สายพันธุ์จากอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ยุงก้นปล่อง An. gambiae และ An. quadrimaculatus อย่างละ 1 สายพันธุ์ มาทดสอบกับสารเคมีกลุ่มไพริโรยด์โดยที่ยุงเหล่านี้ไม่เคยสัมผัสสารกลุ่มนี้มาก่อน พบว่ามีความต้านทานเล็กน้อยต่อ เพอเมทริน (permethrin) ยกเว้นสายพันธุ์ Guyana มีระดับความต้านทานต่อเพอเมทรินสูงถึง 30 เท่า ผลจากการทดสอบกับไพเพอโรนิลพิวทอกไซด์ทำให้เขาสันนิษฐานว่า เอนไซม์จากไมโครโชมมีส่วนเกี่ยวข้องกับการต้านสารเคมีฆ่าแมลงนี้

#### แนวทางการนำสารเคมีสังเคราะห์มาใช้ประโยชน์

การนำสารฆ่าแมลงมาใช้ควบคุมพาหะนำโรคต่าง ๆ นับว่าเป็นมาตรการที่มีประสิทธิภาพและสำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะเกี่ยวกับโรคสำคัญ ๆ ของโลก เช่น การควบคุมก้างัดมาลาเรีย การควบคุมพยาธิใบไม้ในเส้นเลือด (schistosomiasis) การควบคุมพยาธิทำให้ตาบอด (onchocerciasis) และการควบคุมโรคเหงาหลับ (trypanosomiasis) เป็นต้น ในการควบคุมไข้มาลาเรียพบว่าประเทศต่าง ๆ ในเอเชียอาคเนย์นิยมใช้ดีดีทีกันอย่างแพร่หลาย และมีการใช้มาลาโรอนจำนวนไม่น้อยเช่นกัน นอกนั้นก็มีการใช้สารฆ่าแมลงชนิดอื่น ๆ (ลูซาทิ อุปัทม์ และคณะ, 2526) สำหรับประเทศไทยมีการนำดีดีทีมาใช้ในการควบคุมไข้มาลาเรียตั้งแต่ปี ค.ศ. 1949 และยังคงใช้ตลอดมาจนกระทั่งทุกวันนี้ (Chitprarop, 1981)

ในปี ค.ศ. 1974 Mount, Wilson และ Pierce ได้ใช้วิธีพื้นผอย (Ultra Low Volume -ULV) ทดสอบกับยุง Ae. taeniorhynchus (Wiedemann), An. quadrimaculatus Say และแมลงวัน Musca domestica L. เพศเมียภายในกรงเลี้ยงยุง ผลปรากฏว่าสารไพริโรยด์ RU-12063 : (5-benzyl-3-furyl) methyl cis-(+)-2, 2-dimethyl-3-(2-methylpropenyl) cyclopropanecarboxylate, RU-11679 : (5-benzyl-3-furyl) methyl trans-(+)-3-(cyclopentylidene-methyl)-2, 2-dimethylcyclopropanecarboxylate, RU-11484 : (5-benzyl-3-furyl) methyl trans-(+)-2-dimethyl-3-2(2-methylpropenyl)

cyclopropanecarboxylate และเรสเมธริน (resmethrin) มีประสิทธิภาพต่อยุงสูงกว่า มาลาโรอน ส่วนในแมลงวันบ้านไพริธรินส์จะมีประสิทธิภาพสูงกว่า เตตราเมธริน (tetramethrin)

Hobbs และ Mason (1974) ได้ทดลองพ่นโปรพอกเชอร์ตามบ้านเรือนในแหล่ง ไข่มกาลีเรียโดยพ่นทุก ๆ 5 สัปดาห์ ปรากฏว่าไม่สามารถป้องกันการแพร่ไข่มกาลีเรียได้ เนื่องจากยุงก้นปล่อง An. albimanus ซึ่งเป็นพาหะนำโรคมกาลีเรียมีความต้านทานต่อ โปรพอกเชอร์ แต่จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่ายุงชนิดนี้ยังมีความไวต่อโปรพอกเชอร์

Mount และ Pierce (1975) ได้ทดลองใช้สารไพริธรอยด์ 4 ชนิด ได้แก่ d-cis-resmethrin, d-trans-resmethrin, RU-11679 และ RU-12061 : (1-methyl-3-(5-benzyl-3-furyl)methyl trans-(+)-3-carboxy- $\alpha$ -2, 2-trimethyl cyclopropaneacrylate) และสารออร์กาโนฟอสเฟต 4 ชนิด ได้แก่ คลอไพริฟอส ไซเดิล (Cidal<sup>®</sup>) คลอไพริฟอสเมธิลและมาลาโรอนพ่นในยุง Ae. tritaeniorhynchus, Ae. aegypti, An. albimanus, An. quadrimaculatus และ Cx. p. quinquefasciatus พบว่าไพริธรอยด์มีความเป็นพิษมากกว่าออร์กาโนฟอสเฟต 1 ถึง 2 เท่า ยกเว้น Ae. taeniorhynchus และ Cx. p. quinquefasciatus มีความทนทานต่อสารไพริธรอยด์

Rathburn และคณะ (1981) ได้ทดลองใช้สารฆ่าแมลงและวิธีการพ่นฝอยแบบ ULV ในกรุงเสี่ยงยุงลาย Ae. taeniorhynchus และยุงบ้าน Cx. nigripalpus พบว่าสาร ที่มีประสิทธิภาพสูงได้แก่ คลอไพริฟอส (Dow MFC) เฟนนิโตรโรธอน เฟนโรเทอ (phenthoate) โปรพอกเชอร์ และ 3% นาลีด (naled) ส่วนเรสเมธริน มีประสิทธิภาพ สูงสุดต่อ Cx. nigripalpus

Walker และ Meisch (1982) ได้ทดลองใช้มาลาโรอน ไพริธรินส์ เพอเมธริน และเรสเมธรินกับยุง An. quadrimaculatus และ Cx. quinquefasciatus โดยใช้ วิธี ULV ภายในทรง พบว่าการใช้ไพริธรอยด์เดี่ยว ๆ ได้ผลดีกว่าภายในเวลา 1 ชั่วโมง หลังใช้ และให้ผลดีกว่าการใช้ผสมกับมาลาโรอนหรือใช้มาลาโรอนเดี่ยว ๆ



Pujara และ Samotra (1983) ได้ทดลองใช้เฟนนิโตรโรอน (OMS431) ปริมาณ  $2 \text{ g/m}^2$  ในแหล่งที่มีย้อมมาลาเรียเมือง Gujarat ประเทศอินเดีย ซึ่งมี An. culicifacies เป็นพาหะที่มีความต้านทานต่อดีดีที ลินเดน (lindane) และมาลาโร-ออน ปรากฏว่าสารตกค้างของเฟนนิโตรโรอนมีผลใน 3 เดือน และประสิทธิภาพในการฟุ้งกระจายมีผลใน 71 วันหลังพ่นสารทำให้การแพร่มาลาเรียลดลงได้

จากการศึกษาประสิทธิภาพและทดลองใช้สารฆ่าแมลงชนิดต่าง ๆ ในท้องที่ขนาดเล็ก โดยองค์การอนามัยโลก พบว่าสารเคมีหลายชนิดสามารถควบคุมแมลงพาหะมาลาเรียได้เป็นอย่างดี สารเคมีที่คาดว่าสามารถนำมาใช้ทดแทนได้แก่ คลอฟอกซิม ไพริพอส เมธิลเพอเมทริน เดคาเมทริน (decamethrin) เทเมฟอส (temephos) คลอไพริฟอส จอดเฟนฟอส (jodfenphos) เมโรพรีน (methoprene) ไดฟลูเบนซูรอน (diflubenzuron) (WHO, 1980 b) รวมทั้งเบนดิโอคาร์บ (bendiocarb) และเฟนนิโตรโรอน (WHO, 1981)

#### การศึกษาชนิดของยุงก้นปล่อง An. (Cel.) dirus

แต่เดิมได้มีการศึกษารูปร่างลักษณะภายนอกและอนุกรมวิธานของ An. (Cel.) dirus พบว่ามีลักษณะที่คล้ายคลึงกับ An. balabacensis Baisas เป็นอย่างมาก จึงเข้าใจว่าเป็นชนิดเดียวกันและให้ชื่อว่า An. balabacensis balabacensis เมื่อมีการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะภายนอกมากขึ้นทั้งในระยะลูกน้ำ ตักแต้และตัวเต็มวัย พบว่ามีลักษณะบางอย่างแตกต่างจาก An. balabacensis จึงจัดให้เป็นยุงก้นปล่องชนิดใหม่ในกลุ่มลิวโคสไฟรัส (Leucosphyrus) และให้ชื่อว่า dirus ซึ่งเป็นภาษาลาตินแปลว่าน่ากลัว หรือความตาย ส่วนใหญ่จะพบ An. (Cel.) dirus ในบริเวณที่เป็นป่า ยายป่า แถบเชิงเขา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Peyton และ Harrison, 1979)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1984 Wibovo และ Baimai ได้ใช้เทคนิควิธีการย้อมสีแบบ Hoechst 33258 ตรวจดูโครโมโซมเพศระยะเมตาเฟสของยุงก้นปล่อง 4 ชนิดใน An. balabacensis complex คือ dirus A, dirus B, dirus C และ takasagoensis พบว่าจำนวนและการกระจายตัวขององค์ประกอบเฮเทอโรโครมาติน (heterochromatin)

มีรูปแบบที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามทั้ง 4 ชนิดนี้ จะมีจำนวนเมตาเฟสโครโมโซม  $2n = 6$  คือมี metacentric 1 คู่ submetacentric autosomes 1 คู่ และโครโมโซมเพศอีก 1 คู่

ต่อมาได้มีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเอเทอโรโครมาตินในโครโมโซมเพศของ An. dirus A โดยวิเคราะห์ไมโทติคโครโมโซมจากปมประสาทในระยะลูกน้ำ ศึกษา 63 สายพันธุ์จาก 6 แหล่งในประเทศไทย พบว่ามีโครโมโซมเพศแบบต่าง ๆ กัน ขึ้นกับจำนวนและการกระจายตัวของเอเทอโรโครมาติน ได้แก่ แบบ X 3 แบบ ( $X_1, X_2, X_3$ ) และแบบ Y 2 แบบ ( $Y_1, Y_2$ ) (Baimai, Andre และ Harrison, 1984) ในปีเดียวกันนี้เองได้มีการพบว่า An. balabacensis complex ประกอบด้วยบุงกันปล่อง 6 ชนิด ซึ่งสังเกตการกระจายตามภูมิภาคต่าง ๆ กัน ได้แก่ An. dirus A B C และ D, An. balabacensis sensu stricto และ An. takasagoensis An. dirus ชนิด A มีการกระจายจากภาคกลางและภาคเหนือของไทยไปจนถึงพม่า บังคลาเทศ อินเดีย เกาะไหหลำ และทางใต้ของจีน ในทางตรงข้ามชนิด B พบเฉพาะในภาคใต้ของไทยและภาคเหนือของมาเลเซีย ชนิด C ยังพบเฉพาะที่กาญจนบุรี ชนิด D พบทางตะวันออกและภาคกลางของไทยต่อไปทางคาบสมุทรของไทยและมาเลเซีย An. balabacensis sensu stricto พบที่บอร์เนียวเหนือ (Sabah) และเกาะปาลาวันของฟิลิปปินส์ จากการใช้วิธีย้อมสี Giemsa (G-) และ Hoechst33258 (H-) ในชนิด A พบว่าโครโมโซม X 3 แบบ มีเอเทอโรโครมาตินแตกต่างกันและโครโมโซม Y 2 แบบมีความยาวของโครโมโซมต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าชนิด A มีความไวต่อการเป็นพาหะนำเชื้อมาลาเรียมากกว่าชนิดอื่น แต่ยังไม่สรุปแน่นอนไม่ว่าความสามารถในการเป็นพาหะจะมีความสัมพันธ์กับเอเทอโรโครมาตินในโครโมโซม X หรือไม่ (Baimai, 1984)