กรมควบคุมโรค
DEPARTMENT OF DISEASE CONTROL

คู่มือสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมี
เพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค

กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
กรมควบคุมโรค

DDC 65016

คู่มือสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค ได้ผ่านการตรวจประเมินและรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ เพื่อการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคและภัยสุขภาพ กรมควบคุมโรค ณ วันที่ 29 มิถุนายน 2565

คู่มือสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค

ที่ปรึกษา

ดร.แพทย์หญิงฉันทนา ผดุงทศ
แพทย์หญิงชีวนันท์ เลิศพิริยสุวัฒน์

บรรณาธิการ

นายบุญเสริม อ่วมอ่อง

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ดร.ปิติ มงคลางกูร
นางสาวพรพิมล ประดิษฐ์
นางสาวบุษราคัม สินาคม
นายพงศกร สดากร

คณะผู้เรียบเรียง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ดร.พรรณเกษม	แผ่พร	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
ดร.ภูเบศร์	ยะอัมพันธ์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
นายพงศกร	มุขขันธ์	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

นางสาวสุวดี	เกษโกวิท	กองควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย
นางสาววรวลัญช์	ตั้งจิตต์พิมล	กองควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย

กรมควบคุมโรค

นายบุญเสริม	อ่วมอ่อง	กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
ดร.คณัจฉรีย์	ธานิสพงศ์	กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
ดร.ปิติ	มงคลางกูร	กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
นางสาวขนิษฐา	ปานแก้ว	กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
นางสาวจิราภรณ์	เสวะนา	กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
นายพงศกร	สดากร	กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
นางสาวบุษราคัม	สินาคม	กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
นางสาวพรพิมล	ประดิษฐ์	กองโรคติดต่อนำโดยแมลง
นายธีรยุทธ	ก่ำสีดา	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดชลบุรี
นายกองแก้ว	ยะอูป	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น
นายบุญเทียน	อาสารินทร์	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี
นายเดชาธร	วงศ์หิรัญ	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดนครราชสีมา
นายสุธีระ	ขนอม	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11 จังหวัดนครศรีธรรมราช
นายชูศักดิ์	โมลิโต	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 จังหวัดสงขลา

เทศบาลนครปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

นางธัญพร	เสรีสันติกุล	กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม

จัดพิมพ์โดย : กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

พิมพ์ครั้งที่ 1 : กันยายน 2565 จำนวน 100 เล่ม

พิมพ์ที่ : สำนักพิมพ์อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์

ISBN : 978-616-11-4967-3

Aumaung B, editor. Manual on insecticide and pesticide application equipment for vector control diseases. Nonthaburi: Division of Vector Borne Diseases, Department of Disease Control (TH); 2022.

คำนำ

โรคติดต่อนำโดยแมลงเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะโรคที่มียุงเป็นพาหะนำโรค ได้แก่ โรคติดต่อนำโดยยุงลายที่มีการระบาดไปทุกภูมิภาคของประเทศ ปัจจุบันยังไม่มียารักษาเฉพาะ ส่วนโรคไข้มาลาเรียที่มียุงก้นปล่องเป็นพาหะ แม้จะมียาที่ใช้ในการรักษาแต่ก็พบปัญหาการดื้อยาของเชื้อมาลาเรีย ประกอบกับปัจจุบันผลกระทบการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อการแพร่ระบาดของโรคติดต่อที่มียุงเป็นพาหะ อันเนื่องจากผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาของยุงพาหะ การป้องกันควบคุมโรคจึงเป็นมาตรการที่มีความสำคัญที่จะลดหรือยับยั้งการแพร่ระบาดของโรคได้ ไม่ว่าจะเป็นมาตรการในด้านของคน เชื้อ ยุงพาหะ โดยเฉพาะมาตรการในด้านยุงพาหะที่มุ่งเน้นลดจำนวนประชากรยุง ลดอายุขัย และลดการสัมผัสระหว่างคนกับยุง เพื่อหยุดวงจรการแพร่ระบาดของโรค

การป้องกันควบคุมยุงพาหะนำโรค โดยการใช้สารเคมีเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่กำจัดยุงพาหะได้อย่างรวดเร็วทั้งในระยะลูกน้ำ และระยะตัวเต็มวัย การใช้สารเคมีควรใช้ให้ถูกต้อง และควรใช้อย่างระมัดระวัง โดยเฉพาะการพ่นสารเคมีกำจัดยุงตัวเต็มวัย ปัจจุบันการพ่นสารเคมีมีหลายหน่วยงานเข้ามาดำเนินงาน การปฏิบัติงานอาจจะเกิดปัญหาอุปสรรค อันเนื่องจากขาดองค์ความรู้ ทักษะ ประกอบกับการขาดความต่อเนื่องของการถ่ายทอดองค์ความรู้ เทคนิค และประสบการณ์ในการปฏิบัติงานด้านนี้ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรค เพื่อให้การพ่นสารเคมีควบคุมโรคมีประสิทธิภาพมากที่สุด

กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค ได้เห็นถึงความสำคัญของการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรค จึงได้ร่วมกับหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและมีความเชี่ยวชาญ จัดทำคู่มือสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค เพื่อใช้เป็นคู่มือในการปฏิบัติงานของบุคลากรที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมโรคติดต่อนำโดยยุงเป็นพาหะทั้งภายในกระทรวงสาธารณสุขและภายนอกกระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมยุงพาหะนำโรค ให้สามารถปฏิบัติงานควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งใช้อ้างอิงในการเรียนการสอน และการฝึกอบรม

คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการปฏิบัติงานควบคุมยุงพาหะนำโรคโดยการพ่นสารเคมีควบคุมยุง และสามารถใช้ประโยชน์จากคู่มือเล่มนี้เป็นแหล่งอ้างอิงทางวิชาการต่อไป

คณะผู้จัดทำ

2565

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณคณะกรรมการคู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงทุกท่าน จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เทศบาลนครปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6, 7, 8, 9, 11, 12 และกลุ่มกีฏวิทยาและควบคุมแมลงนำโรค กองโรคติดต่อนำโดยแมลง ทุกท่านที่ได้ร่วมกันพิจารณาจัดทำร่างคู่มือฯ เรียบเรียงเนื้อหา ปรับแก้ไขและให้ข้อเสนอแนะคู่มือสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี เพื่อให้คู่มือเล่มนี้มีความถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์เป็นประโยชน์ในการปฏิบัติงานพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรคต่อไป

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการกองโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ได้ให้โอกาสและสนับสนุนการจัดทำคู่มือฯ ให้สามารถดำเนินไปได้ด้วยดี ท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณผู้ที่อยู่เบื้องหลังการจัดทำคู่มือฯ ทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามที่ได้กรุณารวบรวมข้อมูล แก้ไข และจัดทำรูปเล่มคู่มือฯ ให้เสร็จสมบูรณ์ ส่งผลให้คู่มือเล่มนี้เกิดประโยชน์กับผู้ปฏิบัติงานทั้งภายในและภายนอกกระทรวงสาธารณสุข รวมทั้งหน่วยงานอื่นๆ และประชาชนที่สนใจได้ใช้ประโยชน์จากคู่มือเล่มนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

คณะผู้จัดทำ

2565

สารบัญ

คำนำ iii

กิตติกรรมประกาศ iv

บทนำ ix

บทที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับยุงพาหะนำโรค 1

ยุงในโลกและในประเทศไทย (Mosquitoes) 1

ยุงลาย 4

ยุงก้นปล่อง 13

ยุงรำคาญ 21

ยุงเสือ 27

ยุงแม่ไก่ 31

บทที่ 2 สารเคมีกำจัดแมลงในการควบคุมยุงพาหะนำโรค 39

การแบ่งกลุ่มสารเคมีกำจัดแมลง 39

รูปแบบของสารเคมีกำจัดแมลง 41

ระดับความเป็นพิษของสารเคมี 42

สารเคมีที่แนะนำให้ใช้เพื่อการกำจัดแมลงทางสาธารณสุข 44

หลักในการพิจารณาเลือกใช้สารเคมีกำจัดแมลง 47

วิธีเก็บรักษา และการทำลายภาชนะบรรจุ 54

บทที่ 3 การต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงของยุงพาหะนำโรคและแนวทางในการจัดการ 57

วิธีการตรวจสอบความต้านทานสารเคมีในยุงพาหะนำโรค 58

สถานการณ์ความต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงของยุงพาหะนำโรคในประเทศไทย 60

แนวทางการจัดการความต้านทาน 62

บทที่ 4 เครื่องพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะนำโรค 69
การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย 69
- เครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ (Hand-carried thermal fogger) 71
- เครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง (Knapsack cold fogger) 74
- เครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งบนรถยนต์ (Vehicle-mounted cold fogger) 76
- เครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ (Vehicle-mounted Thermal fogger) 79

การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง 82
- เครื่องพ่นชนิดอัดลม (Hand compression sprayer) 83

บทที่ 5 การเตรียมความพร้อมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค 87
การเตรียมทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค 87
การเตรียมความพร้อมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค 88
- การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง 88
- การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย โดยใช้เครื่องพ่นชนิดหมอกควัน และเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) 91

การเตรียมชุดและอุปกรณ์สำหรับป้องกันสารเคมีให้กับพนักงานพ่นสารเคมี 101

บทที่ 6 เทคนิคการพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค 103
ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจายเพื่อควบคุมยุงลาย 103
เทคนิคการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ 105
เทคนิคการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง 108
เทคนิคการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) และเครื่องพ่นหมอกควัน แบบติดตั้งบนรถยนต์ 110
ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง 113
เทคนิคการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง 114

บทที่ 7 การติดตามและประเมินผลการพ่นสารเคมีกำจัดยุง 119
การติดตามกระบวนการ (Process Monitoring) 119
การประเมินผลผลิต (Output) 122
การประเมินผลลัพธ์ (Outcome) 122
การประเมินผลกระทบ (Impact) 123

บทที่ 8 การป้องกันตนเองจากสารเคมีกำจัดแมลงสำหรับผู้ปฏิบัติงาน 125
ความเป็นพิษและอันตรายของสารเคมีกำจัดแมลง 125
อาการของผู้ที่ได้รับพิษจากสารเคมีกำจัดแมลง 127
ชุดและอุปกรณ์ป้องกันสารเคมี 129
ข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีกำจัดแมลง 132
การปฐมพยาบาล 133

ภาคผนวก 137

ภาคผนวกที่ 1 **139**
การดำเนินมาตรการควบคุมโรค กรณีพบผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยยุงลาย 139

ภาคผนวกที่ 2 **141**
คำแนะนำการกำหนดคุณลักษณะสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมี 141
คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมี 142
คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้ในงานสาธารณสุข 146

ภาคผนวกที่ 3 **151**
ตัวอย่างข้อความประชาสัมพันธ์การเตรียมชุมชนในการควบคุมยุงพาหะนำโรค 151

ภาคผนวกที่ 4 **153**
สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ในการพ่นฤทธิ์ตกค้างเพื่อใช้ควบคุมแมลงวัน 153
คำสั่งแต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำคู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง 155

บทนำ

โรคติดต่อนำโดยแมลงเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญของประเทศไทย โดยเฉพาะโรคติดต่อที่มียุงเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคไข้เลือดออก โรคไข้ปวดข้อยุงลาย โรคติดเชื้อไวรัสซิกา โรคไข้มาลาเรีย และโรคเท้าช้าง โดยโรคไข้เลือดออก โรคไข้ปวดข้อยุงลาย โรคติดเชื้อไวรัสซิกา เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส มียุงลายเป็นพาหะนำโรค โรคไข้เลือดออกเป็นโรคที่มีการระบาดไปทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย มีรายงานผู้ป่วยสูงและมีผู้ป่วยเสียชีวิตทุกปี การกระจายของโรคมีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่ตลอดเวลา ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของโรคมีความซับซ้อนและแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ แนวโน้มการเกิดโรคไข้เลือดออกในช่วง 10 ปีที่ผ่าน (พ.ศ. 2553-2562) พบว่า มีรูปแบบการระบาดที่ไม่แน่นอน มีลักษณะเป็นแบบปีเว้นปี หรือปีเว้นสองปี และมีรูปแบบการเกิดโรคที่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การรักษาโรคนี้เป็นการรักษาตามอาการยังไม่มียาต้านไวรัสที่มีฤทธิ์เฉพาะสำหรับเชื้อไข้เลือดออก แม้ว่าในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำวัคซีนไข้เลือดออกมาใช้ในโรงพยาบาลเอกชนและโรงพยาบาลของรัฐบางแห่ง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560 แต่พบว่าประสิทธิภาพของวัคซีนสามารถป้องกันโรคไข้เลือดออกทุกสายพันธุ์ได้เพียง ร้อยละ 65 และพบผู้มีอาการข้างเคียงหลังจากได้รับวัคซีนร้อยละ 0.22 องค์การอนามัยโลกได้แนะนำการใช้วัคซีนในผู้ที่มีอายุ 9-45 ปี และเป็นผู้ที่เคยติดเชื้อไข้เลือดออกมาแล้วเท่านั้น โรคไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคติดเชื้อไวรัสซิกาแม้จะไม่มีรายงานผู้ป่วยเสียชีวิต แต่มีผู้ป่วยกระจายไปทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทยเช่นกัน สถานการณ์โรคในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2559-2563) พบว่าโรคไข้ปวดข้อยุงลายมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนโรคติดเชื้อไวรัสซิกา พบว่ามีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการรายงานที่ต่ำกว่าความเป็นจริง และการรายงานผู้ติดเชื้อไวรัสซิกาต้องได้รับผลตรวจยืนยันทางห้องปฏิบัติการ หากผู้ติดเชื้อไม่มีอาการหรือไม่เข้ารับการรักษาในสถานพยาบาลจะไม่ถูกรายงาน รวมถึงการมีนิยามเฝ้าระวังโรคที่ซับซ้อน การรักษาในปัจจุบันไม่มียารักษาเฉพาะ เป็นการรักษาตามอาการ และยังไม่มีวัคซีนป้องกัน

สำหรับโรคไข้มาลาเรียเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อโปรโตซัว มียุงก้นปล่องเป็นพาหะนำโรค ในอดีตเป็นโรคที่มีผู้ป่วยและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันเป็นโรคประจำถิ่นบริเวณพื้นที่ใกล้ชายแดนที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นป่าเขาเชื่อมต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน สถานการณ์โรคไข้มาลาเรียในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2554-2563) มีแนวโน้มลดลง เนื่องจากประเทศไทยได้เร่งรัดดำเนินการควบคุมและป้องกันโรคไข้มาลาเรียให้ครอบคลุมทุกกลุ่มประชากรและพื้นที่เสี่ยงทั่วประเทศ และปัจจุบันกำลังดำเนินนโยบายการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย (Malaria Elimination) โดยมีเป้าประสงค์ว่าประเทศไทยปลอดจากการแพร่เชื้อมาลาเรียภายในปี 2567 อย่างไรก็ตาม แม้ว่าสถานการณ์ของโรคไข้มาลาเรียจะมีแนวโน้มลดลง แต่ยังพบปัญหาเชื้อมาลาเรียดื้อต่อยาที่ใช้ในการรักษา โดยพบว่าเชื้อมาลาเรียชนิดฟัลซิปารัม (*Plasmodium falciparum*) ดื้อต่อยาผสมอนุพันธุ์อาร์ติมิซินินซึ่งองค์การอนามัยโลกได้ยืนยันพื้นที่การดื้อยาผสมอนุพันธุ์อาร์ติมิซินินของเชื้อมาลาเรียชนิดฟัลซิปารัม

ในประเทศไทย 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสุรินทร์ ศรีสะเกษ ตราด ระนอง กาญจนบุรี และตาก ส่วนเชื้อมาลาเรียชนิดไวแวกซ์ (*Plasmodium vivax*) ยังไม่พบการดื้อต่อยารักษาในประเทศไทย นอกจากนี้การเคลื่อนย้ายประชากร การปรับเปลี่ยนชีวนิสัยของยุงพาหะ ประสิทธิภาพของสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมยังเป็นสิ่งสำคัญที่ส่งผลต่อการดำเนินการกำจัดโรคไข้มาลาเรีย

โรคเท้าช้างเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อพยาธิ มียุงเสือ ยุงลายป่า และยุงรำคาญบางชนิดเป็นพาหะนำโรค แม้ว่าประเทศไทยจะได้รับการประกาศการกำจัดโรคเท้าช้าง เมื่อเดือนกันยายน 2560 จากองค์การอนามัยโลก แต่ยังคงต้องเฝ้าระวังโรคเท้าช้างในกลุ่มคนต่างด้าวประเทศเมียนมาร์ เนื่องจากยังมีการแพร่โรคในประเทศนี้ โดยมียุงรำคาญเป็นพาหะหลักของพยาธิ *Wuchereria bancrofti* ในประเทศเมียนมาร์ และจากหลายการศึกษาบ่งชี้ว่ายุงรำคาญ (*Culex quinquefasiatus*) ในประเทศไทย สามารถนำโรคเท้าช้างที่เกิดจากพยาธิ *Wuchereria bancrofti* ที่พบในคนเมียนมาร์ได้ในสภาวะห้องทดลอง

ปัจจุบันผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก ส่งผลต่อการแพร่ระบาดของโรคต่างๆ โดยเฉพาะโรคที่มียุงเป็นพาหะนำโรค ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาของยุงพาหะในด้านต่างๆ เช่น อายุขัย อัตราการติดเชื้อในยุง การเจริญเติบโต ภาวะการเจริญพันธุ์ของยุงตัวเมีย พฤติกรรมการกินเลือด การเปลี่ยนแปลงความชุกชุมและการกระจายตัวของยุง เช่น วงจรชีวิตของยุงจะสั้นลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส ยุงใช้เวลา 10-12 วัน ในการเจริญเติบโตจากไข่ไปเป็นตัวเต็มวัย ใช้เวลา 4-5 วัน ในการเจริญเติบโตของไข่ในท้องยุงภายหลังกินเลือด ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ยุงใช้เวลาในการเจริญเติบโตจากไข่ไปเป็นตัวเต็มวัยลดลงเหลือ 7 วัน นอกจากนี้ยังส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อในตัวยุง และการแพร่โรคมาสู่คน โดยพบว่าที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เชื้อมาลาเรียชนิด *Plasmodium falciparum* ใช้เวลา 26 วัน ในการเจริญเติบโตไปเป็นระยะติดต่อที่ต่อมน้ำลาย แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 5 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาเพียง 13 วัน สำหรับโรคไข้เลือดออกพบว่ายุงลายแพร่โรคได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส และจากการศึกษาในห้องปฏิบัติการ พบว่าที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระยะฟักตัวของเชื้อไวรัสไข้เลือดออกในยุงลายใช้เวลา 12 วัน แต่เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นเป็น 32-35 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการฟักตัวลดลงเหลือ 7 วัน ดังนั้นเมื่อสภาพแวดล้อมมีอุณหภูมิสูงขึ้นยุงจะใช้เวลาในการเจริญเติบโตลดลง มีความถี่ของการเข้ากัดกินเลือด และวางไข่มากขึ้น รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของเชื้อในตัวยุง ทำให้เกิดโอกาสการสัมผัสระหว่างคนกับยุงมีมากขึ้น ส่งผลให้มีการแพร่กระจายโรคมาสู่คนเพิ่มขึ้น จะเห็นได้ว่ายุงเป็นพาหะในการนำโรคที่เป็นปัญหาที่สำคัญหลายโรค และยังสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้

การป้องกันควบคุมโรคติดต่อที่มียุงเป็นพาหะนำโรคให้ประสบผลสำเร็จ จะต้องมีมาตรการในการดำเนินการทั้งในด้านของคน เชื้อ ยุงพาหะ และต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการ มาตรการควบคุมยุงพาหะนำโรคสามารถดำเนินการได้ทั้งในระยะตัวอ่อน และระยะตัวเต็มวัย เป็นมาตรการอย่างหนึ่งที่มีความสำคัญนำมาใช้ในการป้องกันโรคล่วงหน้า และควบคุมการแพร่ระบาดของโรค โดยมุ่งเน้นการลดประชากรของยุง ลดอายุขัย และลดการสัมผัสระหว่างคนกับยุง ซึ่งจะส่งผลให้หยุดวงจรการแพร่ระบาดของโรคได้

การพ่นสารเคมีในการกำจัดยุงเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่นำมาใช้ในการป้องกันควบคุมยุงพาหะ การพ่นสารเคมีในงานสาธารณสุขมี 2 ประเภท คือ การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง (Indoor residual spray) และการพ่นแบบฟุ้งกระจาย (Space spray treatment) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การพ่นหมอกควัน (Thermal Fogging) และการพ่นฝอยละเอียด (Ultra Low Volume (ULV) spraying) การป้องกันควบคุมโรคเดิมเป็นภารกิจของหน่วยงานภายในกระทรวงสาธารณสุข แต่เมื่อมีการกระจายอำนาจให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นตามพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542 จึงได้มีการถ่ายโอนภารกิจ และงบประมาณจากราชการส่วนกลางและราชการส่วนภูมิภาคให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้ดำเนินงาน ปัจจุบันการป้องกันควบคุมโรค ดำเนินการโดยหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ที่รับผิดชอบ รวมทั้งการพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะด้วย แต่ในการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียยังคงดำเนินการโดยหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ เนื่องจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยังมีข้อจำกัดด้านความรู้ เทคนิค และประสบการณ์ ในการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย แต่การดำเนินงานได้รับความร่วมมือจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและภาคีเครือข่ายในการจัดสรรงบประมาณและสนับสนุนการดำเนินงาน สำหรับการพ่นสารเคมีควบคุมโรคติดต่อนำโดยยุงลาย เช่น โรคไข้เลือดออก ไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคติดเชื้อไวรัสซิกา ปัจจุบันดำเนินการโดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่

ดังนั้นคณะกรรมการจัดทำคู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง ได้ตระหนักถึงปัญหาการพ่นสารเคมีในการควบคุมยุงพาหะนำโรค จึงได้จัดทำคู่มือสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค สำหรับใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานของบุคลากรที่เกี่ยวข้องด้านการควบคุมโรคติดต่อนำโดยยุงเป็นพาหะทั้งภายในและภายนอกกระทรวงสาธารณสุข ประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับยุงพาหะนำโรคและการป้องกัน สารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ในการควบคุมยุง การต้านทานของยุงต่อสารเคมี เครื่องพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะนำโรค การเตรียมความพร้อมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค เทคนิคการพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค การประเมินผลการพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะนำโรค และการป้องกันตนเองจากสารเคมี ซึ่งบุคลากรที่เกี่ยวข้องจะได้รับองค์ความรู้ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เพื่อให้สามารถปฏิบัติงานควบคุมโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 1

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับยุงพาหะนำโรค

ยุงในโลกและในประเทศไทย (Mosquitoes)

ยุงเป็นแมลงที่อยู่ในอันดับดิฟเทอร่า (Order Diptera) หมายถึง แมลงที่มีปีก 2 ปีก แมลงในอันดับนี้ได้แก่ ยุง แมลงวัน ริ้น เป็นต้น และจัดอยู่ในวงศ์คูลิซิดี (Family Culicidae) สามารถพบยุงได้ตั้งแต่ภูมิภาคเขตร้อนไปจนถึงเขตอบอุ่น มียุงบางชนิดสามารถอาศัยอยู่ในเขตหนาวทางตอนเหนือหรือนอร์ทอาร์กติกเซอร์เคิลได้ ปัจจุบันยุงที่พบทั้งหมดในโลกมี 3,582 ชนิด (Species) จากทั้งหมด 113 สกุล (Genus) จากการจัดหมวดหมู่ยุงในปัจจุบันสามารถแบ่งเป็นวงศ์ย่อยได้ 2 วงศ์ย่อย (Subfamily) คือ Anophelinae และ Culicinae วงศ์ย่อย Anophelinae มีสมาชิกอยู่ 3 สกุล ซึ่งยุงก้นปล่องเป็นสกุลหนึ่งในวงศ์ย่อยนี้ ปัจจุบันยุงก้นปล่องมี 3 สกุลย่อย (Subgenus) คือ *Anopheles*, *Cellia* และมีสกุลย่อยใหม่คือ *Baimaia* ส่วนวงศ์ย่อย Culicinae เรียกรวมๆ ว่า Culicine ได้แก่ ยุงลาย ยุงรำคาญ และยุงเสือ ซึ่งในวงศ์ย่อย Culicinae สามารถแบ่งเป็นเผ่าได้ 11 เผ่า (Tribes) ซึ่งประกอบด้วยยุงสกุลต่างๆ 110 สกุล[1] สำหรับประเทศไทยมียุงทั้งหมด 436 ชนิด จากสกุลยุง 23 สกุล และมีสกุลย่อยทั้งหมด 48 สกุลย่อย[2] (ตารางที่ 1.1)

ตารางที่ 1.1 จำนวนชนิดยุงในสกุลต่างๆ ของประเทศไทย[2]

สกุล (Genus)	จำนวนชนิดยุง (Species)
Anopheles	73
Aedeomyia	1
Aedes	45
Armigeres	29
Ayurakitia	2
Coquillettidia	4
Culex	82
Ficalbia	1

ตารางที่ 1.1 จำนวนชนิดยุงในสกุลต่างๆ ของประเทศไทย[2] (ต่อ)

สกุล (Genus)	จำนวนชนิดยุง (Species)
Heizmannia	18
Hodgesia	3
Lutzia	3
Malaya	2
Mansonia	6
Mimomyia	7
Ochlerotatus	44
Orthopodomyia	5
Topomyia	18
Toxorhynchites	10
Tripteroides	13
Udaya	1
Uranotaenia	45
Verrallina	23
Zeugnomyia	1

ลักษณะทั่วไปของยุง

ลักษณะที่แตกต่างของยุงจากแมลงชนิดอื่น ดังนี้

1. ยุงเป็นแมลงขนาดเล็ก มีขนาดลำตัวเฉลี่ย 4-6 มิลลิเมตร ลักษณะของยุงแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ที่มองเห็นชัดเจน ได้แก่ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง มีปีก 1 คู่

2. ยุงตัวเต็มวัยเพศเมีย ส่วนใหญ่มีปากแบบแทงดูด (piercing sucking type) มีลักษณะเรียวยาว ใช้สำหรับเจาะดูดเลือด ยกเว้นยุงบางชนิด ได้แก่ ยุงยักษ์ (*Toxorhynchites* spp.) แต่ยุงเพศผู้มีปากแบบดูดกิน (siphoning type) มีลักษณะคล้ายกระบอกดูดน้ำหวานจากดอกไม้ ผลไม้สุก หรือแหล่งน้ำหวานอื่นๆ ที่ไม่ต้องเจาะพื้นผิว

3. บนส่วนต่างๆ ของร่างกายส่วนใหญ่มีเกล็ดปกคลุม รวมทั้งบนเส้นปีกและขอบปีก และขอบหลังของปีกจะมีเกล็ดเล็กๆ เรียวยาว เรียงเป็นแถบเรียกว่า ครุยปีก (fringe)

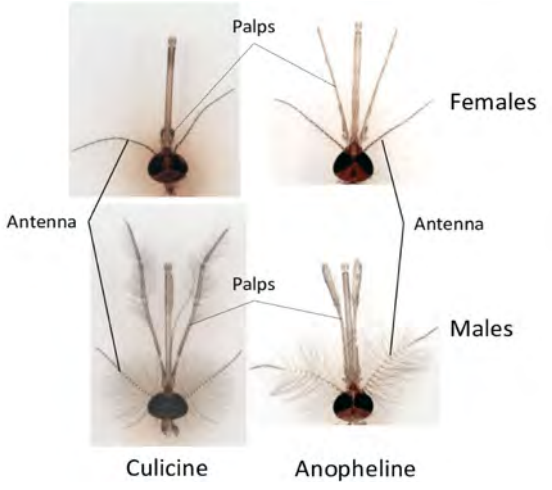
4. ระยะตัวอ่อนของยุง หรือระยะลูกน้ำ จะแตกต่างจากตัวอ่อนแมลงในน้ำอื่นๆ คือ ไม่มีขา อกมีความกว้างมากกว่าความกว้างของส่วนหัวและความกว้างของส่วนท้อง[1] และส่วนปลายของปล้องท้องจะมีท่อหายใจ (siphon) 1 อัน (ยกเว้นลูกน้ำยุงก้นปล่องจะไม่มีท่อหายใจ)

การแยกเพศยุง

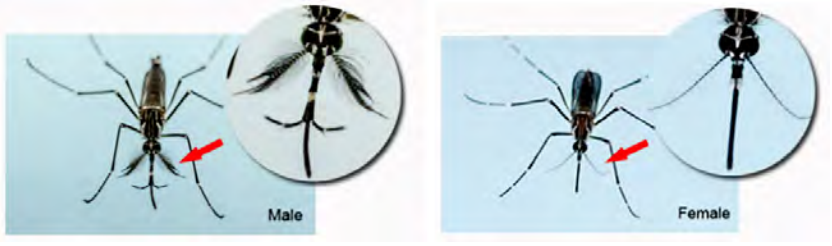
1. ยุงตัวเต็มวัยเพศผู้ (male) จะมีหนวด (antenna) หนาเป็นพู่คล้ายขนนก ยุงเพศเมีย (female) จะมีหนวดบางและสั้นกว่า

2. ยุงตัวเต็มวัยเพศผู้มีรยางค์ที่อยู่ข้างปาก (palp) ยาวกว่ายุงเพศเมีย แต่ในยุงก้นปล่อง (*Anopheles*) เพศเมียจะมี palp ยาวพอๆ กับความยาวปาก (proboscis) ของยุง ส่วนยุงก้นปล่องเพศผู้จะมี palp ยาวกว่าความยาวปาก และตอนปลายของ palp จะพองออกเป็นกระเปาะ

3. ยุงตัวเต็มวัยเพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่ายุงเพศเมีย



ลักษณะส่วนหัวของยุงเพศผู้และเพศเมียในกลุ่ม Culicine และ Anopheline[3]



ยุงลายเพศผู้และเพศเมีย[4]

ภาพที่ 1.1 เพศของยุง

สกุลยุงที่นำโรคมาสู่คนในประเทศไทย[2,5]

1. ยุงลาย (*Aedes*) นำโรคไข้เลือดออก โรคไข้ปวดข้อยุงลาย โรคติดเชื้อไวรัสซิกา
2. ยุงก้นปล่อง (*Anopheles*) นำโรคไข้มาลาเรีย
3. ยุงรำคาญ (*Culex*) นำโรคไข้สมองอักเสบ
4. ยุงเสือ (*Mansonia*) นำโรคเท้าช้าง

ยุงลาย

ยุงลาย (*Aedes* spp.) เป็นยุงที่มีความสำคัญทางการแพทย์ เนื่องจากเป็นยุงพาหะในการนำโรคติดต่อที่เป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญหลายโรค เช่น โรคไข้เลือดออก โรคไข้ปวดข้อยุงลาย โรคติดเชื้อไวรัสซิกา (โรคไข้เหลือง พบในแถบทวีปแอฟริกาและอเมริกาใต้) เป็นต้น ปัจจุบันยุงลายในประเทศไทยมีจำนวน 45 ชนิด[2] แต่ที่พบว่าเป็นยุงพาหะนำโรคที่สำคัญของประเทศไทย คือ โรคไข้เลือดออก โรคไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคติดเชื้อไวรัสซิกา มีเพียง 2 ชนิด[6] (ภาพที่ 1.2) คือ

1. ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลักนำโรคไข้เลือดออก ไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคติดเชื้อไวรัสซิกา ซึ่งมีลักษณะลำตัวและขาทั้ง 3 คู่ เป็นลายดำสลับขาว สันหลังอกด้านบน มีเกล็ดรูปร่างคล้ายเคียวสีขาว 1 คู่
2. ยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะรองนำโรคไข้เลือดออก ไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคติดเชื้อไวรัสซิกา มีลักษณะคล้ายกับยุงลายบ้าน แตกต่างกันที่ลวดลายของเกล็ดบนสันหลังอกที่มีลักษณะเกล็ดสีขาวเป็นเส้นตรง

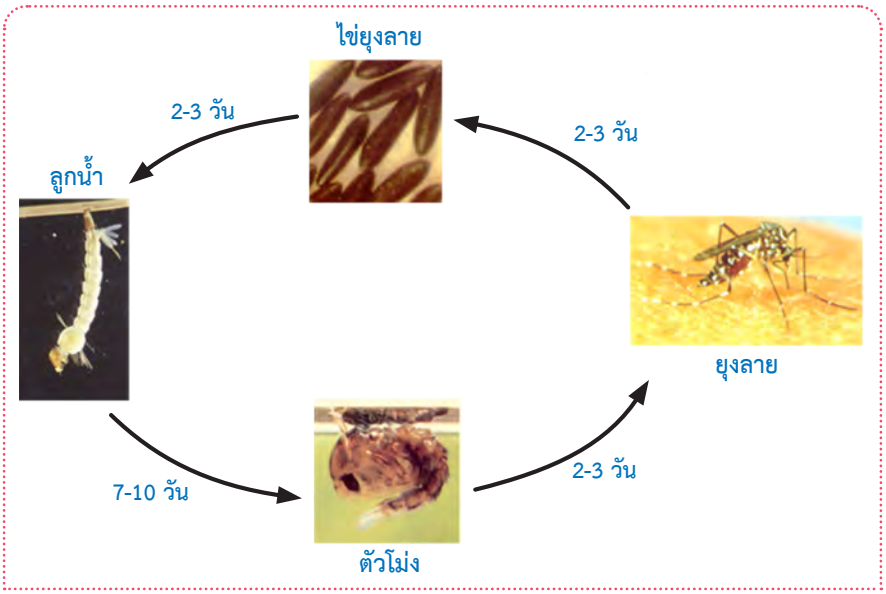
ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*)

ยุงลายสวน (*Aedes albopictus*)

ภาพที่ 1.2 ยุงลายพาหะนำโรค[7]

วงจรชีวิตของยุงลาย

วงจรชีวิตของยุงลายประกอบด้วยระยะต่างๆ 4 ระยะ คือ ระยะไข่ ระยะตัวอ่อน (ลูกน้ำ) ระยะดักแด้ (ตัวโม่ง) และระยะตัวเต็มวัย (ตัวยุง) ทั้ง 4 ระยะมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่างลักษณะและการดำรงชีวิต (ภาพที่ 1.3) ดังนี้



ภาพที่ 1.3 วงจรชีวิตยุงลาย[8]

1. **ระยะไข่**

เมื่อยุงเพศเมียที่ผ่านการผสมพันธุ์แล้วกินเลือด 2-3 วัน ไข่จะเจริญเต็มที่พร้อมวางไข่[9] ยุงตัวเมียจะหาแหล่งน้ำเพื่อวางไข่ ไข่จะปฏิสนธิและแบ่งเซลล์หลังจากแม่ยุงวางไข่แล้ว ช่วงนี้ใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน หลังจากแบ่งเซลล์จนเป็นตัวอ่อน ไข่ยุงจะสามารถฟักได้ถ้ามีน้ำมาท่วมไข่ ยุงลายเพศเมียสามารถวางไข่ได้ครั้งละประมาณ 10-100 ฟอง[10]

2. **ระยะลูกน้ำ (ตัวอ่อน)**

ลูกน้ำเป็นระยะตัวอ่อนของยุง มีการเจริญเติบโต 4 ระยะ การเปลี่ยนระยะจะใช้วิธีลอกคราบแล้วสร้างผนังลำตัวใหม่ขึ้นมา ในระยะลูกน้ำนี้จะมีส่วนอกขนาดใหญ่กว่าส่วนหัว มีท่อหายใจ 1 อัน อยู่ส่วนปลายของท้อง ท่อหายใจของยุงลายจะสั้นกว่าท่อหายใจของยุงรำคาญ

3. **ระยะตัวโม่ง**

ระยะตัวโม่งไม่มีขา รูปร่างคล้ายเครื่องหมายจุลภาค มีอวัยวะใช้ในการหายใจ 1 คู่ มีลักษณะคล้ายแตร เรียกว่า trumpets ซึ่งอยู่บนส่วนสันหลังของส่วนหัวที่รวมกับส่วนอกเป็นชิ้นเดียวกัน (cephalothorax) และมีส่วนท้องที่สามารถโบกขึ้นลงเวลาว่ายน้ำ ตัวโม่งมีนิสัยชอบลอยนิ่งบนผิวน้ำ แต่เมื่อถูกรบกวนจะเคลื่อนที่เร็ว ในระยะนี้จะไม่กินอาหาร

4. **ระยะตัวเต็มวัย**

ระยะตัวเต็มวัยจะมีร่างกายอ่อนนุ่ม เปราะบาง แบ่งเป็น 3 ส่วนแยกออกจากกันเห็นได้ชัดเจน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง มีลำตัวยาวประมาณ 4-6 มิลลิเมตร มีเกล็ดสีดำสลับขาวตามลำตัวรวมทั้งส่วนหัวและส่วนอก มีขา 3 คู่ อยู่ที่ส่วนอก ขามีสีดำสลับขาวเป็นปล้องๆ ที่ขาหลังบริเวณปลายปล้องสุดท้ายมีสีขาวตลอด มีปีกที่เห็นได้ชัดเจน 1 คู่ อยู่บริเวณส่วนอกปล้องที่ 2 ลักษณะของปีกบางใสไม่มีลวดลาย ยุงเพศเมีย จะมีปากเป็นแบบแทงดูด ยุงเพศผู้จะมีอายุสั้นกว่ายุงเพศเมีย

ชีวนิสัยของยุงลาย

โดยปกติยุงเพศผู้จะลอกคราบออกมาก่อนยุงเพศเมีย 1-2 วัน หลังจากผสมพันธุ์แล้วยุงตัวเมียจะหากินเลือด (ปกติภายใน 24 ชั่วโมงหลังลอกคราบออกมาจากตัวโม่ง) อาหารของยุงลายทั้งตัวเมียและตัวผู้ คือ น้ำหวานจากเกสรของดอกไม้หรือน้ำหวานจากผลไม้ โดยใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับการบิน ส่วนยุงลายตัวเมียต้องกินเลือดคนหรือสัตว์เลือดอุ่น เพื่อนำโปรตีนในเลือดไปพัฒนาไข่ให้เจริญเติบโต ตามปกติยุงลายบ้านชอบกินเลือดคนมากกว่าเลือดสัตว์ แต่ยุงลายสวนซึ่งหากินอยู่นอกบ้าน สามารถกินได้ทั้งเลือดคนและเลือดสัตว์ หลังจากกินเลือดประมาณ 2-3 วัน ไข่ยุงจะเจริญเต็มที่ ยุงลายเพศเมียจะต้องหาที่วางไข่

โดยทั่วไปยุงลายออกหากินในเวลากลางวัน แต่ถ้าในช่วงเวลากลางวันยุงลายไม่ได้กินเลือดหรือกินเลือดไม่เต็มท้อง ยุงลายอาจจะออกหากินเลือดในเวลาพลบค่ำด้วย ช่วงเวลาที่ยุงลายบ้านออกหากินมากที่สุด คือ 09.00-11.00 น. และ 13.00-14.30 น. ส่วนยุงลายสวนจะออกหากินในช่วงเวลา 06.00-07.00 น. และ 17.00-18.00 น. ยุงลายบ้านชอบกัดคนในบ้าน ส่วนยุงลายสวนชอบกัดคนนอกบ้านมีเพียงส่วนน้อยที่เข้ามากัดคนในบ้าน ยุงลายไม่ชอบแสงแดดและลมแรง ดังนั้นจึงออกหากินไม่ไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์ โดยทั่วไปมักบินไปครั้งละไม่เกิน 50 เมตร[8] นอกจากนี้ยุงลายทั้ง 2 ชนิด มักจะพบความชุกชุมในช่วงฤดูฝน เพราะมีแหล่งเพาะพันธุ์เกิดขึ้นมากมาย ประกอบกับมีอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสมแก่การแพร่พันธุ์ ส่วนในฤดูอื่นๆ จะพบความชุกชุมของยุงลายลดลง

แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย

ยุงลายทั้ง 2 ชนิด จะวางไข่ตามภาชนะขังน้ำที่มีน้ำนิ่งและใส น้ำฝนมักเป็นน้ำที่ยุงลายชอบวางไข่มากที่สุด ดังนั้นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายบ้านมักอยู่ตามโอ่งน้ำดื่ม และน้ำใช้ที่ไม่มีฝาปิดทั้งภายในและภายนอกบ้าน ซึ่งไม่ห่างไกลนัก นอกจากนั้นยังมีภาชนะอื่นๆ เช่น อ่างซีเมนต์ในห้องน้ำ จานรองขาตู้กันมด จานรองกระถางต้นไม้ แจกัน อ่างล้างเท้า ยางรถยนต์ ไห ภาชนะใส่น้ำเลี้ยงสัตว์ เศษภาชนะ (เช่น โอ่งแตก เศษกระป๋อง กะลา) เป็นต้น ส่วนยุงลายสวนจะวางไข่ตามภาชนะเก็บกักน้ำไว้ใช้ในสวน น้ำขังตามกาบใบพืช โพรงไม้ กะลา กระบอกไม้ไผ่ ซอกหิน แอ่งหิน หรือแม้กระทั่งถ้วยรองน้ำยางพารา และเศษขยะตามสวนที่มีน้ำขัง ซึ่งแหล่งเพาะพันธุ์เหล่านี้มักอยู่ในที่ร่มเงาหรือไม่โดนแสงแดดแรงๆ ตลอดทั้งวัน

การแพร่กระจายของยุงลายในประเทศไทย

ยุงลายบ้านเป็นยุงที่ชอบภูมิอากาศแบบเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน แต่พบอยู่ทั่วไปทุกเมืองรวมทั้งในชนบทตามภาคต่างๆ ของประเทศไทย พบมากที่ความสูงไม่เกิน 500 เมตร (พื้นที่ราบลุ่ม-ที่ราบสูง) พบน้อยลงที่ความสูงมากกว่า 500 เมตรขึ้นไป (พื้นที่ภูเขาสูง)[11] แต่จากการศึกษาของกองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรคในปี พ.ศ. 2561 ที่ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (ขุนวาง) จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,300-1,400 เมตร สามารถพบลูกน้ำยุงลายบ้านได้ ส่วนยุงลายสวนเป็นยุงประจำถิ่นพบในเขตร้อนในทวีปเอเชียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ชอบอยู่ในเขตป่าเขาและสวนตามชนบทห่างไกล แต่สามารถปรับตัวอยู่ในเขตกึ่งเมืองและเขตชุมชนที่มีสภาพเป็นสวนได้ จากการศึกษาพบตั้งแต่ระดับพื้นราบไปจนถึงยอดเขาที่มีความสูงเหนือระดับน้ำทะเลสูงถึง 1,400 เมตร[12]

ความสำคัญทางการแพทย์

ในประเทศไทยยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นยุงพาหะนำโรคไข้เลือดออก ไข้ปวดข้อยุงลาย และโรคติดเชื้อไวรัสซิกา ซึ่งเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสมียุงลายเป็นพาหะนำเชื้อจากคนสู่คน โดยยุงลายตัวเมียจะดูดเลือดผู้ป่วยในระยะไข้สูง ซึ่งเป็นระยะที่มีเชื้อไวรัสอยู่ในกระแสเลือด เชื้อไวรัสจะเข้าสู่กระเพาะของยุงและแบ่งตัวเพิ่มจำนวน จากนั้นเชื้อจะเข้าสู่ต่อมน้ำลายพร้อมจะเข้าสู่คนเมื่อยุงที่มีเชื้อไปกัดคนก็จะปล่อยเชื้อเข้าสู่คนที่ถูกกัด ทำให้คนเกิดอาการของโรค

- โรคไข้เลือดออก เกิดจากเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue virus) เมื่อยุงได้รับเชื้อจากผู้ป่วยจะมีระยะฟักตัวของเชื้อในยุงประมาณ 8-10 วัน และเมื่อคนถูกยุงที่มีเชื้อกัดจะมีระยะฟักตัวของเชื้อในคนนานประมาณ 5-8 วัน (สั้นที่สุด 3 วัน - นานที่สุด 15 วัน) จะทำให้เกิดอาการของโรค[8]
- โรคไข้ปวดข้อยุงลาย เกิดจากเชื้อไวรัสชิคุนกุนยา (Chikungunya virus) มีระยะฟักตัวของเชื้อในยุงประมาณ 7-10 วัน และระยะฟักตัวในคนประมาณ 2-4 วัน หลังถูกยุงลายที่มีเชื้อกัด (สั้นสุด 1 วัน ยาวสุด 12 วัน)[13]
- โรคติดเชื้อไวรัสซิกา เกิดจากเชื้อไวรัสซิกา (Zika virus) ซึ่งมีวงจรการแพร่เชื้อหลัก 2 แบบ คือ วงจรการติดต่อในป่า (sylvatic cycle) ระหว่างยุง - สัตว์มีกระดูกสันหลังในป่า (ลิง) - ยุง และวงจรการติดต่อในเมือง (urban cycle) ระหว่างยุง - คน - ยุง โดยมีระยะฟักตัวของเชื้อในคนประมาณ 4-7 วัน (สั้นสุด 3 วัน ยาวสุด 12 วัน) หลังถูกยุงที่มีเชื้อกัด ผู้ที่ติดเชื้อส่วนใหญ่จะไม่แสดงอาการหรือมีอาการเพียงเล็กน้อยและสามารถหายเองได้[14, 15]

การควบคุมยุงลาย

1. การควบคุมโดยการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental management)

การจัดการสิ่งแวดล้อมเกี่ยวข้องกับการวางแผน การปรับเปลี่ยนและ/หรือการจัดการปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีปฏิสัมพันธ์กับความเป็นอยู่ของมนุษย์ เพื่อป้องกันหรือลดแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงพาหะและลดการสัมผัสระหว่างคน ยุงพาหะ และเชื้อก่อโรค วิธีจัดการสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การลดแหล่งเพาะพันธุ์ (source reduction), การจัดการขยะ, การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงภาชนะที่มนุษย์สร้างขึ้นไม่ให้กลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง และการพัฒนาบ้านเรือน องค์การอนามัยโลกได้แบ่งการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็น 3 ประเภท ดังนี้[16]

1.1 การปรับเปลี่ยนสิ่งแวดล้อม (Environmental modification) เป็นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่มีมาอย่างยาวนานของที่ดิน น้ำ และพืชพรรณต่างๆ เพื่อลดแหล่งอาศัยของยุงพาหะนำโรค โดยไม่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพความเป็นอยู่ของมนุษย์มากเกินไป ได้แก่

- การพัฒนาระบบประปาที่ดี เพื่อประชาชนจะได้ไม่ต้องเก็บกักน้ำไว้ใช้มากเกินไป
- ถังประปาสูง ถังเก็บน้ำ/แท็งค์น้ำขนาดใหญ่ หรือถังเก็บน้ำใต้ดิน ต้องออกแบบระบบโครงสร้างให้ปิดมิดชิดรวมทั้งส่วนพื้นหรือส่วนต่างๆ ที่เป็นคอนกรีตต้องทำให้ดีอย่าให้เป็นแอ่งขังน้ำที่หยดหรือล้นได้ เพื่อไม่ให้ยุงใช้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์

1.2 การจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental manipulation) เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง (ชั่วคราว) ของแหล่งเพาะพันธุ์และแหล่งที่อยู่อาศัยของยุงพาหะ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการจัดการภาชนะขังน้ำที่ “จำเป็น” และ “ไม่จำเป็น” รวมถึงการจัดการหรือการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ตามธรรมชาติด้วย

• จัดการน้ำที่ขัง เนื่องจากท่อประปารั่วซึมหรือก๊อกน้ำที่มีน้ำหยดออกมา โดยการซ่อมแซมให้มีสภาพดีเหมือนเดิม

• ป้องกันไม่ให้ยุงเข้าไปวางไข่ในภาชนะเก็บน้ำ เช่น โอ่งน้ำ ถังน้ำ และภาชนะเก็บกักน้ำอื่นๆ โดยการปิดปากด้วยผ้า ผ้ามุ้ง ผ้าพลาสติก ตาข่ายไนล่อน หรือวัสดุอื่นใดที่สามารถปิดปากภาชนะเก็บน้ำนั้นได้อย่างมิดชิดจนยุงลายไม่สามารถเข้าไปวางไข่ได้ (การใช้ฝาอะลูมิเนียมปิดปากโอ่งน้ำเพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถป้องกันยุงลายเข้าไปวางไข่ได้เนื่องจากยุงลายสามารถเดินหาช่องเข้าใต้ฝาอลูมิเนียมเพื่อเข้าไปวางไข่ได้ ดังนั้นควรใช้ผ้ามุ้งหรือผ้าอื่นๆ ปิดปากโอ่งก่อนแล้วจึงปิดทับด้วยฝาอลูมิเนียมเพื่อป้องกันฝุ่นละออง)

• ล้างและขัดทำความสะอาดด้านในแจกันและถ้วยกันมดตู้กับข้าว ทุก 7 วัน

• ล้างทำความสะอาดแหล่งเพาะพันธุ์ที่คาดไม่ถึง คือ ที่รองน้ำตู้กดน้ำเย็น

• หมั่นตรวจสอบถาดรองน้ำหยดหรือละลายน้ำแข็งตู้เย็น ทุก 7 วัน เพื่อไม่ให้มีน้ำขัง

• การจัดการสถานที่ก่อสร้างและภายนอกอาคารอย่าให้มีน้ำขัง

• รางน้ำฝนบนหลังคาบ้านชั้นเดียวหรือหลังคาโรงจอดรถ หากอยู่ใกล้ต้นไม้หรืออยู่ต่ำกว่าร่มไม้ อาจมีใบไม้ตกลงมาสะสมทำให้อุดตันเกิดน้ำขังกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายได้ จะต้องหมั่นตรวจสอบและแก้ไขทำความสะอาดอยู่เสมอ

• ควรทำการเก็บขยะ ภาชนะที่ใช้แล้วทิ้ง และภาชนะจากธรรมชาติ เช่น ขวดแก้ว กระป๋อง กะลามะพร้าว กาบกล้วย กาบใบพืชอื่นๆ ที่ร่วงหล่น บรรจุในถุงพลาสติก นำไปรีไซเคิล หรือทำลายตามระบบเก็บขยะขององค์การบริหารส่วนตำบล หรือเทศบาล (หากไม่มีระบบรวบรวมขยะในพื้นที่ ควรใช้วิธีฝังกลบ)

• แหล่งเพาะพันธุ์ตามธรรมชาติที่มีน้ำขัง เช่น โพรงไม้ กาบใบพืช ตอไผ่ที่มีน้ำขัง ให้ใช้วิธีกำจัดตัดออก นำทรายหรือดินใส่ไว้แทนที่น้ำขัง หรือใช้ปูนซีเมนต์โบกปิด

• ภาชนะใช้ประโยชน์แต่ยังไม่ได้ใช้งาน เช่น กระถาง จานรองกระถาง เป็นต้น ควรเก็บในที่ร่มหรือคว่ำไว้ไม่ให้น้ำฝนลงไปขัง ส่วนภาชนะไม่มีประโยชน์หรือไม่จำเป็น เช่น วัสดุที่ไม่ใช้ ควรทำลายทิ้ง หรือขนย้ายไปไว้ที่อื่น หรือขาย

• ถังน้ำ ขันน้ำ และอุปกรณ์รดน้ำต้นไม้ที่ใช้นอกบ้านหรือในสวน ถ้าเก็บไว้กลางแจ้งควรคว่ำภาชนะเมื่อไม่ใช้งาน

• ยางรถยนต์เก่าควรเก็บไว้ใต้ร่มเงาหลังคาที่สามารถกันฝนได้ (หากไม่มีที่เก็บในร่ม ควรจัดเรียงซ้อนกันในแนวตั้ง ปิดด้านบนป้องกันน้ำฝนเข้าไปขัง (ไม่ควรใช้แผ่นพลาสติกปิด เพราะเมื่อฝนตกหนักๆ พลาสติกจะหย่อนและกลายเป็นที่ขังน้ำได้) หรือนำไปดัดแปลงใช้ประโยชน์อื่นๆ เช่น ทำกระถางปลูกต้นไม้ ทำถังขยะ ทำรองเท้าแตะ เป็นต้น

• เติมดินหรือทรายในรั้วที่ทำด้วยกระบอกไม้ไผ่เพื่อไม่ให้เป็นที่ขังน้ำ หรือเจาะรูให้น้ำไหลออก

• การจัดการขยะในพื้นที่สาธารณะ โดยเทศบาลหรือชุมชนควรมีโปรแกรมตรวจสอบและรณรงค์เก็บขยะในที่สาธารณะ

1.3 การปรับปรุงที่อยู่อาศัยหรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของประชาชน เพื่อเป็นการลดการสัมผัสระหว่างคนกับยุงพาหะและเชื้อก่อโรค เช่น การจัดเก็บบ้านให้โล่ง ปลอดโปร่ง ไม่เป็นที่เกาะพักของยุงลาย

2. การควบคุมทางชีวภาพ (Biological control)

เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตที่เป็นศัตรูตามธรรมชาติของลูกน้ำยุงลายมาควบคุม บางชนิดเป็นตัวห้ำ (predator) และบางชนิดเป็นตัวเบียน (parasite) ได้แก่

• ลูกน้ำยุงยักษ์ (*Toxorhynchites* spp.) มีศักยภาพในการกินลูกน้ำยุงลายดีมาก อย่างไรก็ตาม การควบคุมยุงลายในเขตเมืองโดยการใช้ยุงยักษ์ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากตัวยุงยักษ์ไม่สามารถแพร่พันธุ์ในเขตเมืองได้เพราะขาดแหล่งอาหาร จึงเหมาะสมกับใช้ในพื้นที่ลักษณะเป็นสวน

• ปลากินลูกน้ำ (larvivorous fish) ในประเทศไทยมีปลาหลายชนิดที่กินลูกน้ำยุงเป็นอาหาร เช่น ปลาหางนกยูง (*Poecilia* spp.) ปลาแกมบูเซีย (*Gambusia* spp.) และปลากัด (*Betta* spp.) เป็นต้น สามารถใส่ลงในอ่างซีเมนต์ในห้องน้ำ ทั้งอ่างอาบน้ำและอ่างราดส้วม ใส่ในโอ่งน้ำที่ใช้เพื่อการซักล้าง โดยใส่ 2 ตัวต่อภาชนะ อาจจะเลือกใส่เฉพาะปลาเพศผู้ในแหล่งน้ำใช้เพื่อไม่ให้ปลาเพิ่มจำนวน และการใส่ปลาพบว่าไม่ทำให้น้ำสกปรกหรือมีกลิ่นคาว ในบางท้องถิ่นอาจใช้ปลากัด ปลาสอด ปลาหัวตะกั่ว ปลารักเร่ ปลากระดี่ ปลาสลิด หรือปลาตะเพียนก็ได้

• ไรน้ำจืด (copepods) เป็นสัตว์น้ำที่มีขนาดเล็กมักพบอาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำไหล คู คลองต่างๆ มีขนาดใกล้เคียงกับไรแดง (water flea) ที่ใช้เลี้ยงลูกปลา แต่มีความแตกต่างกัน คือ ไรน้ำจืดจะมีลำตัวใส ขาวจนถึงสีเหลือง ไม่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม แต่ไรแดงจะมีลำตัวสีแดงเรื่อๆ มักอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มทำให้มองเห็นไรแดงมีสีแดงเข้ม ไรน้ำจืดที่นำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายอยู่ในสกุล *Mesocyclop* ไรน้ำจืด 1 ตัวสามารถกินหรือฆ่าลูกน้ำยุงลายระยะที่ 1-2 ได้ 15-20 ตัวต่อวัน[8]

• ตัวอ่อนแมลงปอ เป็นตัวห้ำ (predator) กัดกินลูกน้ำยุงและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆ ที่อยู่ในน้ำเป็นอาหาร เป็นศัตรูธรรมชาติพบตามแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น ห้วย หนอง คลอง บึง

• มวนวน มวนกรรเชียง ที่อาศัยอยู่ในน้ำเป็นศัตรูทางธรรมชาติของลูกน้ำยุง จะฆ่าลูกน้ำโดยการใช้ปากแทงและดูดกินของเหลวในตัวลูกน้ำ มักพบว่ายน้ำ ดำน้ำ อยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ และตามอ่างบัวโอ่ง บ่อซีเมนต์เก็บน้ำที่อยู่นอกบ้าน สามารถพบแมลงเหล่านี้ได้ทั้งในเขตชนบทและเขตเมือง

3. การควบคุมโดยการใช้สารเคมี (Chemical control)

3.1 การควบคุมระยะลูกน้ำ

3.1.1 สารกำจัดลูกน้ำ (Larvicide)

• สารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (IGR; Insect growth regulator) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) Juvenile hormone mimic เป็นสารเคมีสังเคราะห์เลียนแบบ juvenile hormone ทำให้ลูกน้ำไม่สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยได้ ลูกน้ำจะเจริญเติบโตผิดปกติและตายในที่สุด เช่น Methoprene, Pyriproxyfen เป็นต้น

2) Chitin Synthesis inhibitors เป็นสารยับยั้งการสร้างผนังลำตัวแมลง (สารไคติน) ทำให้ลูกน้ำเมื่อลอกคราบเก่าทิ้งไม่สามารถสร้างผนังลำตัวใหม่ขึ้นมาได้ เช่น Diflubenzuron เป็นต้น

- ทรายเคลือบสารเทมีฟอส 1% GR (Temephos 1% GR) ใช้ในปริมาณ 1 ppm (ทรายเคลือบเทมีฟอส 1 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร) สามารถควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพเป็นเวลา 8 ถึง 12 สัปดาห์[17] ในแหล่งน้ำขังใสไม่มีตะกอนหรือตะกอนแขวนลอย (น้ำขุ่น)

3.1.2 แบคทีเรียกำจัดลูกน้ำ (Biopesticide)

เป็นแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (Bti), serotype H-14 (B.t. H-14) มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำมาก เหมาะสมกับใช้กำจัดลูกน้ำยุงลายบ้านและยุงลายสวน Bti ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมีหลายสูตรให้เลือกใช้ เช่น สูตรแบบผง แบบอัดเม็ด แบบเป็นก้อนลอยน้ำ เป็นต้น[8] แต่ละสูตรจะมีอัตราการใช้ในการควบคุมลูกน้ำที่แตกต่างกัน

3.1.3 สารเคมีที่ใช้ในครัวเรือน

สำหรับภาชนะในครัวเรือนอื่นๆ ที่ต้องใส่น้ำ เช่น ถ้วยรองขาตู้กับข้าว จานรองกระถางไม้ประดับ ถาดรองน้ำตู้เย็นสำหรับการละลายน้ำแข็ง สามารถใช้สารเคมีที่มีอยู่ในครัวเรือนเพื่อฆ่าลูกน้ำและปรับสภาพน้ำไม่ให้เหมาะสมที่ยุงจะใช้วางไข่ได้ เช่น ใส่เกลือแกง 2 ช้อนชา/ถ้วยรองขาตู้กับข้าว หรือน้ำส้มสายชู 5% ปริมาณ 1 ช้อนชาครึ่ง/ถ้วยรองขาตู้กับข้าว หรือผงซักฟอก ครึ่งช้อนชา/ถ้วยรองขาตู้กับข้าว เป็นต้น[8]

3.2 การควบคุมระยะตัวเต็มวัย

3.2.1 การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย (Space spray treatment)[18]

- การพ่นหมอกควัน (Thermal fogging) การพ่นแบบนี้จะได้ผลดีควรพ่นในบ้านหรือพ่นในพื้นที่ปิดอบ และหลังจากพ่นสารเคมีภายในบ้านเสร็จสิ้น ทำการปิดอบสารเคมี ในบ้านไว้นาน 30 นาที แต่จะได้ผลน้อย หากพ่นภายนอกอาคารบ้านเรือนหรือพื้นที่โล่ง เนื่องจากละอองสารเคมีจะลอยฟุ้งกระจายไปในอากาศ

- การพ่นฝอยละเอียด (Ultra Low Volume (ULV) spraying) การพ่นแบบนี้สามารถพ่นได้ทั้งในบ้านและนอกบ้าน สารเคมีที่ใช้พ่นโดยทั่วไปจะมีความเข้มข้นสูงกว่าการพ่นหมอกควัน จึงใช้ปริมาตรสารเคมีที่ผสมแล้วพ่นน้อยกว่าการพ่นหมอกควันในขนาดพื้นที่พ่นเท่ากัน

3.2.2 การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง (Indoor Residual Spraying, IRS)[19]

การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้างเป็นการพ่นบนพื้นผิวผนังอาคารบ้านเรือน หรือบริเวณที่คาดว่ายุงพาหะจะมาเกาะพัก หลังจากยุงลายบ้านกินเลือดคนในบ้าน ยุงบางตัวจะไปเกาะพักบนพื้นผิวผนัง การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้างจะสามารถฆ่ายุงที่มาเกาะพักบนพื้นผิวที่พ่นสารเคมีได้ นอกจากนั้นสารเคมีที่ใช้พ่นในกลุ่มไพรีทรอยด์ยังมีฤทธิ์ในการขับไล่และป้องกันไม่ให้ยุงตัวเต็มวัยจากนอกบ้านบินเข้ามาหากินภายใน

บ้านมากเกินไป ทั้งนี้ฤทธิ์ในการไล่ยุงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดสารไพรีทรอยด์ที่เลือกใช้ด้วย สำหรับการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้างควรพ่นเฉพาะจุดที่ยุงลายมักเข้ามาเกาะพัก ไม่ควรพ่นทั้งหมดของพื้นผิวผนัง (ยกเว้นพื้นที่แพร่โรคไข้มาลาเรีย ที่จะต้องพ่นให้ครอบคลุมทุกพื้นผิว)

4. การควบคุมโดยวิธีทางพันธุกรรม (Genetic control)[20]

การควบคุมโดยวิธีทางพันธุกรรมมีหลักสำคัญ คือ ยุงจะต้องมีการแลกเปลี่ยนสารพันธุกรรมระหว่างยุงเพศผู้และยุงเพศเมียโดยผ่านการผสมพันธุ์ วิธีควบคุมทางพันธุกรรมที่นักวิทยาศาสตร์ศึกษามีหลายวิธี เช่น การทำให้โครโมโซมของยุงพาหะเปลี่ยนแปลงไปไม่สามารถนำเชื้อโรคได้ หรือทำให้ยุงไม่สามารถสืบพันธุ์หรือเพิ่มปริมาณได้ ในปัจจุบันวิธีที่กำลังเป็นที่สนใจและนิยมคือ “การทำหมันยุงลาย” โดยการปล่อยยุงลายเพศผู้ที่ถูกทำให้เป็นหมันโดยการใช้กัมมันตรังสีร่วมกับการใช้แบคทีเรียโวลบาเกีย (*Wolbachia* spp.) ไปผสมพันธุ์กับยุงลายเพศเมียในธรรมชาติ (SIT+IIT; SIT=Sterile Insect Technique และ IIT=Incompatibility Insect Technique)

การป้องกันตนเอง

โรคที่มียุงเป็นพาหะนั้นสามารถป้องกันตนเองไม่ให้ป่วยได้โดยการป้องกันไม่ให้ยุงกัด วิธีการที่สามารถนำมาใช้ได้มีหลายวิธี ดังนี้

1. การติดมุ้งลวดที่ประตู และหน้าต่างบ้าน
2. เสื้อผ้าที่สวมใส่แล้วควรเก็บซักทันทีหรือนำไปผึ่งแดด/ผึ่งลมภายนอกบ้าน เพราะกลิ่นเหงื่อจะกระตุ้นให้ยุงลายบินตามเข้ามาหากินในบ้านมากขึ้นแม้จะติดมุ้งลวดแล้วก็ตาม
3. หากนอนพักผ่อนในเวลากลางวัน ควรนอนในห้องที่ติดมุ้งลวดหรือนอนกางมุ้งตลอดเวลา
4. การนั่งทำงาน หรือนั่งเล่นภายในบ้าน ควรอยู่ในบริเวณที่มีลมพัดผ่านและมีแสงสว่างเพียงพอ
5. เมื่อต้องเข้าไปในที่ที่มียุงมากควรสวมใส่เสื้อแขนยาว กางเกงขายาวสีอ่อนๆ เนื้อผ้าหนาๆ และไม่รัดรูป เพื่อลดหรือป้องกันยุงกัด
6. การใช้สารไล่ยุงหรือป้องกันยุง (Mosquito repellents) เป็นสารที่อาจจะทำมาจากสารเคมีหรือสมุนไพร โดยมีฤทธิ์ในการป้องกันยุงกัดหรือลดการกัดของยุงแต่ไม่สามารถฆ่ายุงได้ สารไล่ยุงมีผลิตออกมาหลายรูปแบบสามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม เช่น ชนิดเป็นขด ชนิดแผ่น ชนิดน้ำ ชนิดเจล ชนิดโลชั่น ชนิดสเปรย์ เป็นต้น

6.1 ผลิตภัณฑ์ไล่ยุงชนิดขด (mosquito coil) ชนิดแผ่น (mat) และชนิดน้ำ (liquid หรือ plug-in vaporizing device) ต้องใช้ความร้อนช่วยในการระเหยสารออกฤทธิ์ซึ่งเป็นสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์เหล่านี้นอกจากจะมีฤทธิ์ในการฆ่ายุงแล้วยังมีฤทธิ์ในการไล่ยุงไม่ให้เข้ามาหากินในบริเวณที่ใช้ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ จากการสำรวจผลิตภัณฑ์ที่มีจำหน่ายในร้านค้าในพื้นที่กรุงเทพมหานคร พบสารออกฤทธิ์หลักที่ใช้ ได้แก่ Allethrin, d-Allethrin (ซึ่งอาจใช้ในชื่ออื่น เช่น pynamin forte), Esbiothrin, Bioallethrin, S-Bioallethrin, Metofluthrin, Prallethrin และ Transfluthrin เป็นต้น[8]

6.2 ผลิตภัณฑ์ไล่ยุงชนิดของเหลวที่เป็นสเปรย์ หรือทาบนผิวหนัง สารสำคัญในการออกฤทธิ์ไล่ยุงมีทั้งที่เป็นสารเคมีและสารสกัดจากสมุนไพร สารสำคัญที่มักพบในผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด และมีประสิทธิภาพในการไล่ยุง ได้แก่

- DEET (ชื่อทางเคมี N, N-diethyl-meta-toluamide) เป็นสารสำคัญที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่แมลง ซึ่งผลิตออกมาหลายรูปแบบ เช่น โลชั่น สเปรย์ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ใช้สำหรับทาผิวโดยตรงอาจจะทำให้เกิดการระคายเคืองแก่ผิวได้ จึงควรใช้อย่างระมัดระวังโดยเฉพาะหากต้องใช้กับเด็กเล็ก ไม่ควรใช้ในเด็กอายุต่ำกว่า 4 ปี สำหรับความเข้มข้นไม่เกิน 30% และไม่ควรใช้ในเด็กอายุต่ำกว่า 6 ปี สำหรับความเข้มข้นไม่เกิน 50%[21]

- Icaridin หรือ Picaridin (ชื่อทางเคมี 2-(2-hydroxyethyl)-1-piperridinecarboxylic acid 1-methylpropyl ester) เป็นสารสำคัญที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่แมลง โดยปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่แมลง คือ 5-20%[22] ไม่ควรใช้ในเด็กอายุต่ำกว่า 2 ปี[21] มีข้อดีคือ ไม่มีพิษต่อระบบประสาท กลิ่นไม่แรงเหมือน DEET ไม่ระคายเคืองผิวหนัง และออกฤทธิ์ได้ยาวนาน ที่ความเข้มข้น 10% สามารถป้องกันยุงกัดได้นาน 5-10 ชั่วโมง[23]

- Ethyl butylacetylamino propionate (IR3535) มีฤทธิ์ไล่ยุง และแมลงอื่นๆ เช่น มด แมลงวัน เห็บ หมัด ไม่พบผลข้างเคียงที่เป็นอันตรายรุนแรงในมนุษย์ ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่แมลง คือ 7.5-20.07%[22] ที่ความเข้มข้น 20% จะสามารถป้องกันยุงได้นาน 8 ชั่วโมง แต่ความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 10% อาจมีฤทธิ์ป้องกันได้ไม่ดี[24] ไม่ควรใช้ในเด็กอายุต่ำกว่า 4 ปี สำหรับความเข้มข้นมากกว่า 12.5% และไม่ควรใช้ในเด็กอายุต่ำกว่า 2 ปี สำหรับความเข้มข้นเท่ากับหรือน้อยกว่า 12.5%[21]

- Oil of Citronella หรือน้ำมันตะไคร้หอม เป็นสารไล่ยุงและแมลงที่ใช้มามากว่า 50 ปี นอกจากจะใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่แมลงชนิดของเหลวแล้ว ยังสามารถนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอื่น เช่น ธูปหอม เทียนหอมกันยุง เป็นต้น โดยปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่แมลง คือ 6-20%[22]

- Oil of Lemon Eucalyptus ได้จากใบและกิ่งของต้นยูคาลิปตัส ใช้เป็นผลิตภัณฑ์ไล่แมลงในรูปแบบโลชั่น และสเปรย์ ซึ่งยังไม่พบผลข้างเคียงในมนุษย์ โดยปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ไล่แมลง คือ 30-40%[22] ที่ความเข้มข้น 30% สามารถป้องกันยุงกัดนาน 8 ชั่วโมง[24] ไม่ควรใช้ในเด็กอายุต่ำกว่า 3 ปี[21, 23, 25]

6.3 สารไล่ยุงชนิดใช้ชุบเสื้อผ้า ทารองเท้า ชุบมุ้ง เช่น permethrin 0.5%[23] เป็นสารเคมีกำจัดแมลงชนิดเดียวที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ในการชุบเสื้อผ้าได้ เนื่องจากเป็นสารเคมีที่ค่อนข้างปลอดภัย มีฤทธิ์ในการไล่ยุงดี อย่างไรก็ดีการชุบวัสดุด้วยสารเคมีจะต้องดำเนินการโดยผู้ชำนาญการ

ยุงก้นปล่อง

ยุงก้นปล่อง (*Anopheles* spp.) เป็นยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียที่ส่วนใหญ่อาศัยในพื้นที่ที่ป่าเขาหรือชายป่า ทั่วโลกพบยุงก้นปล่องจำนวน 480 ชนิดที่ยอมรับอย่างเป็นทางการ และมีอีกมากกว่า 50 ชนิดที่ยังไม่มีชื่อ[26] ซึ่งคาดว่ามียุงมากกว่า 100 ชนิด ที่สามารถแพร่เชื้อมาลาเรียมาสู่คนได้ แต่ที่พบเป็นยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียมาสู่คนในพื้นที่ที่แพร่เชื้อแน่นอนมีประมาณ 30-40 ชนิดเท่านั้น[27] ในประเทศไทยมีรายงานพบยุงก้นปล่อง จำนวน 73 ชนิด[2] แต่ที่สามารถเป็นพาหะนำโรคได้มีเพียงไม่กี่ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชนิดที่มีความซับซ้อน (Species complex) และแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการแพร่เชื้อมาลาเรียได้ไม่เท่ากัน ในประเทศไทยได้จัดกลุ่มยุงก้นปล่องที่เป็นพาหะนำโรคออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถและบทบาทในการแพร่เชื้อมาลาเรีย ได้แก่ ยุงพาหะหลัก ยุงพาหะรอง และยุงพาหะสงสัย ดังนี้

1. ยุงพาหะหลัก (Primary Vector)

เป็นยุงก้นปล่องที่ตรวจพบเชื้อมาลาเรียระยะติดต่อ (sporozoite) จากต่อมน้ำลายของยุงในธรรมชาติด้วยกล้องจุลทรรศน์ มีความพร้อมต่อการรับเชื้อมาลาเรียสูง (high receptivity) และพบกระจายในหลายภูมิภาคของประเทศไทย ยุงในกลุ่มนี้มี 3 ชนิด ได้แก่[10, 28]

1.1 ยุงก้นปล่องไดรัส คอมเพล็กซ์ (*Anopheles dirus* complex) เป็นยุงชนิดซับซ้อน พบได้ทุกภาค ในพื้นที่ป่า ป่าเชิงเขา สวนยางพารา หรือสวนผลไม้ที่ติดกับป่า ยุงชนิดนี้เพาะพันธุ์ตามแอ่งน้ำขังในป่า แอ่งน้ำซึม น้ำซับ น้ำขังตามรอยเท้าสัตว์ น้ำขังตามซอกหิน และแอ่งน้ำขังตามลำห้วยในฤดูแล้งที่มีร่มเงา (ภาพที่ 1.4)

ภาพที่ 1.4 ยุงก้นปล่อง *Anopheles dirus* complex[29]

1.2 ยุงก้นปล่องมินิมัส คอมเพล็กซ์ (*Anopheles minimus* complex) เป็นยุงชนิดซับซ้อนเช่นเดียวกับยุงก้นปล่องชนิดไดรัส พบได้ทั่วไปทุกภาค ในพื้นที่ป่าเชิงเขา ชายป่า สวนยางพารา มีแหล่งเพาะพันธุ์ตามลำห้วย หรือลำธารที่มีน้ำไหลเอื่อยๆ มีวัชพืช หรือรากพืชคลุมตามริมตลิ่ง และมีแสงแดดส่องถึง หรือตามแอ่งน้ำซึม น้ำซับ และแอ่งน้ำขังตามลำน้ำในธรรมชาติ (ภาพที่ 1.5)

ภาพที่ 1.5 ยุงก้นปล่อง *Anopheles minimus* complex[30]

1.3 ยุงก้นปล่องกลุ่มแมคคูลาตัส (*Anopheles maculatus* group) เป็นยุงที่พบได้ทั่วไปทุกภาค ในพื้นที่ป่าเชิงเขา ชายป่า สวนยางพารา ยุงในกลุ่มนี้มีแหล่งเพาะพันธุ์ในลำธารน้ำไหลตามธรรมชาติ แอ่งหิน น้ำซึม น้ำซับ และมักพบอยู่ในแหล่งเพาะพันธุ์ร่วมกับยุงก้นปล่องมินิมัส ชนิดซับซ้อน (ภาพที่ 1.6)

ภาพที่ 1.6 ยุงก้นปล่อง *Anopheles maculatus*[31]

2. ยุงพาหะรอง (Secondary Vector)

เป็นยุงก้นปล่องที่ตรวจพบเชื้อมาลาเรียระยะติดต่อ (sporozoite) จากต่อมน้ำลายยุงในธรรมชาติด้วยกล้องจุลทรรศน์ มีความพร้อมต่อการรับเชื้อมาลาเรียปานกลาง (moderate receptivity) มีการกระจายตัวในบางพื้นที่/ภูมิภาคของประเทศไทย ยุงในกลุ่มนี้มี 2 ชนิด ได้แก่

ภาพที่ 1.7 ยุงก้นปล่องในกลุ่ม *Anopheles sundaicus* complex[32]

2.1 ยุงก้นปล่องชนิดอีพิโรติคัส (*Anopheles epiroticus*) เป็นยุงในกลุ่ม *Anopheles sundaicus* complex ชนิดเดียวที่พบในประเทศไทย ชื่อเดิม คือ *Anopheles sundaicus* พบตามชายทะเล เกาะต่างๆ วางไข่ในน้ำกร่อยตามแอ่งหินริมทะเล ชอบกัดคนและสัตว์ ออกหากินตั้งแต่พลบค่าทั้งในบ้านและนอกบ้าน (ภาพที่ 1.7)

ภาพที่ 1.8 ยุงก้นปล่อง *Anopheles aconitus*[31]

2.2 ยุงก้นปล่องชนิดแอคโคไนตัส (*Anopheles aconitus*) พบได้ทั่วไปโดยเฉพาะพื้นที่ชายป่าเขา มีแหล่งเพาะพันธุ์ในลำห้วย หนอง บึง ลำธารที่มีน้ำใสไหลรินมีหญ้าหรือวัชพืชน้ำขึ้นตามชายน้ำ ริมแม่น้ำ แอ่งหินมีน้ำขัง นอกจากนั้นยังสามารถเพาะพันธุ์ในแหล่งน้ำขังตามนาข้าว (ภาพที่ 1.8)

2.3 ยุงก้นปล่องชนิดซูโดวิลโมไร (*Anopheles pseudowillmori*) พบได้ในพื้นที่ป่าเขาและเชิงเขา เป็นยุงในกลุ่ม Maculatus Group พบทางตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศไทยตามแนวชายแดนไทย-เมียนมาร์ ส่วนใหญ่พบเพาะพันธุ์ในนาข้าว ริมลำธาร และบ่อน้ำ[6] (ภาพที่ 1.9)

ภาพที่ 1.9 ยุงก้นปล่อง *Anopheles pseudowillmori*[3]

3. ยุงพาหะสงสัย (Suspected vector)

เป็นยุงที่ตรวจพบเชื้อมาลาเรียระยะใดระยะหนึ่งในตัวยุงโดยวิธีใดวิธีหนึ่ง เช่น โดยกล้องจุลทรรศน์ หรือวิธีทางชีวโมเลกุล หรือมีรายงานการพบผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อมาลาเรียในพื้นที่ (Indigenous case) โดยในพื้นที่นั้นไม่พบยุงพาหะหลักและพาหะรอง แต่พบยุงชนิดนี้มีความชุกชุมสูง หรือมีการตรวจพบเชื้อมาลาเรียระยะไม่แพร่เชื้อ (Oocyst) ในตัวยุง หรือมีรายงานว่าเป็นยุงพาหะนำเชื้อมาลาเรียในประเทศเพื่อนบ้าน มีความพร้อมต่อการรับเชื้อต่ำ (low receptivity) ขณะนี้พบยุงก้นปล่องที่สงสัยว่าเป็นพาหะ ได้แก่

3.1 ยุงก้นปล่องกลุ่มบาบิรอสตริส (*Anopheles barbirostris* group)

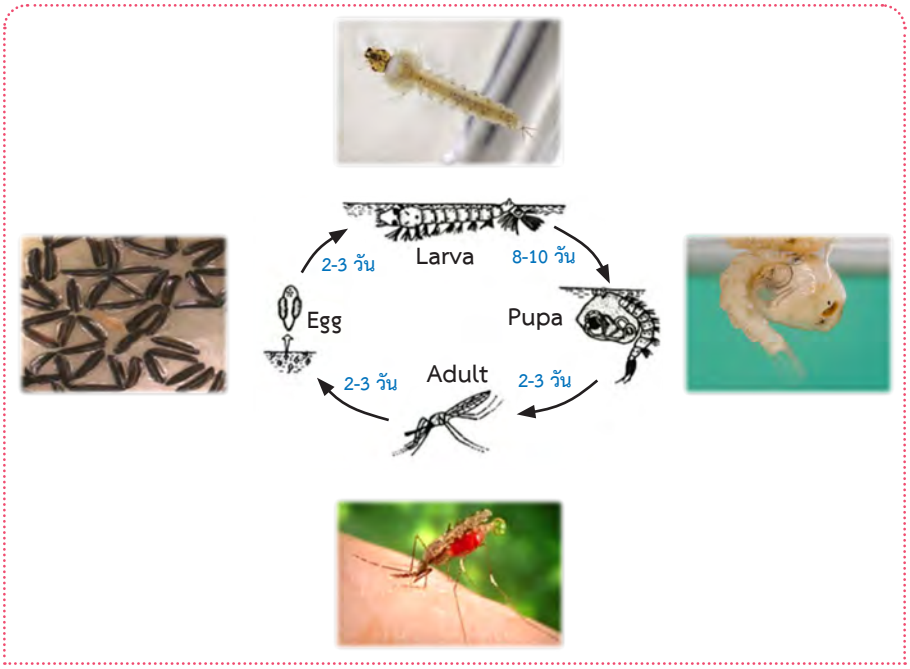
3.2 ยุงก้นปล่องฟิลิปปินเนนซีส (*Anopheles philippinensis*)

3.3 ยุงก้นปล่องแคมเปสตริส (*Anopheles campestris*)

3.4 ยุงก้นปล่องคูลิซิเฟซี (*Anopheles culicifacies*)

วงจรชีวิตยุงก้นปล่อง

การเจริญเติบโตของยุงก้นปล่องแบ่งเป็น 4 ระยะ คือ ระยะเป็นไข่ (egg) ระยะตัวอ่อน (larva) ระยะดักแด้ (pupa) และระยะตัวเต็มวัย (adult) มีวงจรชีวิตประมาณ 2 สัปดาห์ ยุงตัวเมียเมื่ออายุได้ 2-3 วัน จะเริ่มออกหากินเลือดคนหรือสัตว์ เพื่อนำเอาโปรตีนและแร่ธาตุไปใช้สำหรับการเจริญเติบโตของรังไข่ เมื่อไข่เจริญเต็มที่ ยุงตัวเมียจะหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมในการวางไข่ หลังจากวางไข่ยุงตัวเมียสามารถออกหากินเลือดใหม่และวางไข่ได้อีก ส่วนยุงตัวผู้จะดูดน้ำหวานเพื่อดำรงชีวิต[10] (ภาพที่ 1.10)



ภาพที่ 1.10 วงจรชีวิตยุงก้นปล่อง[29, 33-34]

1. ระยะไข่ (egg)

ยุงก้นปล่องจะวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ ลอยบนผิวน้ำ ไข่มีลักษณะยาวรีประมาณ 0.5 มิลลิเมตร รูปร่างคล้ายเรือ ซึ่งจะมีทุ่นลอยเรียกว่า float เป็นส่วนที่ทำให้ไข่ลอยน้ำ ยุงก้นปล่องจะวางไข่ได้ในน้ำหลายลักษณะ ทั้งในน้ำจืด และน้ำกร่อยขึ้นอยู่กับชนิดของยุง ไข่จะมีประจุไฟฟ้าสังเกตเห็นได้จากไข่เกาะติดกันเป็นรูปร่างต่างๆ ไข่ของยุงก้นปล่องจะฟักในน้ำเสมอ ระยะเวลาตั้งแต่ไข่จนฟักออกเป็นลูกน้ำจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของยุงและสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 2-3 วัน แต่ในช่วงฤดูหนาวอาจจะใช้ระยะเวลานานกว่านี้ ยุงก้นปล่องจะวางไข่ครั้งละประมาณ 50-150 ฟอง

2. ระยะลูกน้ำ (larva)

ระยะนี้จะมีการลอกคราบ 4 ครั้ง ลำตัวของลูกน้ำประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง บริเวณส่วนท้องปล้องที่ 8 และ 9 จะมีรูเปิดหายใจ เรียกว่า spiracular opening มีจำนวน 2 รู ส่วนยุงชนิดอื่น เช่น ยุงยักษ์ ยุงรำคาญ และยุงลาย ปล้องท้องปล้องสุดท้ายจะกลายเป็นท่อหายใจเรียกว่า ไซฟอน (siphon) ลูกน้ำยุงก้นปล่องจะกินอาหารระดับผิวน้ำ โดยวางลำตัวขนานกับผิวน้ำ บริเวณด้านบนลำตัวลูกน้ำจะมีแผงขนลักษณะคล้ายพัดเรียกว่า ปัลเมท (palmate) หรือ float hairs ช่วยสำหรับการลอยตัวขนานกับผิวน้ำ ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ฟักออกจากไข่จนกลายเป็นระยะลูกน้ำระยะที่ 4 ใช้เวลาประมาณ 8-10 วัน อาจมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและชนิดของยุงก้นปล่อง

3. ระยะตัวโม่ง (pupa)

เมื่อลูกน้ำลอกคราบครั้งสุดท้ายจะเข้าสู่ระยะตัวโม่ง มีรูปร่างคล้ายเลขหนึ่งไทย มีท่อหายใจรูปร่างคล้ายแตร (trumpet) ในระยะนี้จะไม่กินอาหาร จะลอยตัวนิ่งที่ผิวน้ำเพื่อหายใจเพียงอย่างเดียว ระยะนี้ใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน ก็จะลอกคราบกลายเป็นตัวเต็มวัย

4. ระยะตัวเต็มวัย (adult)

ยุงระยะตัวเต็มวัยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ลักษณะการเกาะพักของยุงก้นปล่องตัวเต็มวัยจะแตกต่างกับยุงชนิดอื่นคือ จะเกาะพักทำมุมประมาณ 45 องศากับพื้นผิวที่เกาะ ระยะเวลาตั้งแต่ไข่จนถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ในฤดูร้อน และในฤดูหนาวใช้เวลาถึง 4 สัปดาห์

ชีวนิสัยของยุงก้นปล่อง

1. การกัดกินเลือด (host preference) ยุงก้นปล่องมีความชอบในชนิดของเลือดแตกต่างกันไป บางชนิดชอบกินเลือดสัตว์ บางชนิดชอบกินเลือดคน ยุงที่เป็นพาหะจะมีนิสัยชอบกินเลือดคน มีความสามารถในการแพร่เชื้อมาลาเรียสู่คนได้สูง เช่น ยุงก้นปล่องชนิดไดรัส ซึ่งพบมากในป่าเขา เป็นต้น และช่วงระยะเวลาการออกหากินของยุงก้นปล่องขึ้นอยู่กับชนิดของยุงและฤดูกาล ส่วนมากจะออกหากินครึ่งคืนแรกและในเวลาใกล้รุ่ง

2. ความถี่ของการเข้ากัดคน (frequency of man biting) โดยทั่วไปยุงจะเข้ากัดคนทุก 2-4 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลเป็นสำคัญ เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยลดต่ำลงระยะเวลาที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของไข่ยาวนานขึ้น การเข้ากัดคนก็จะช้าลงกว่าปกติ ทำให้โอกาสของการแพร่เชื้อลดน้อยลงด้วย แต่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นยุงพาหะจะเข้ากัดคนบ่อยมากขึ้น การแพร่เชื้อก็จะเพิ่มขึ้นด้วย

3. การเกาะพัก (resting) ช่วงเวลาพักของยุงก้นปล่องเริ่มตั้งแต่รุ่งเช้าถึงก่อนเวลาพลบค่ำเล็กน้อย ยกเว้นยุงบางชนิดที่อาศัยอยู่ในป่าจะกัดกินเลือดเหยื่อในเวลากลางวันด้วย เช่น ยุงก้นปล่องชนิดอัมโบรซัส (*Anopheles umbrosus*) บริเวณที่เกาะพักของยุงก้นปล่องจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของยุง เช่น ซอกหินนอกบ้าน คอกสัตว์ ริมฝั่งน้ำ โพรงต้นไม้ กอหญ้า พุ่มไม้ กล่องกระดาษหรือบริเวณที่มีความชื้น เป็นต้น

4. การวางไข่ (oviposition) ยุงก้นปล่องจะวางไข่บนผิวน้ำในตอนกลางคืน ซึ่งจะเกิดได้ตลอดทั้งคืน ส่วนใหญ่จะเป็นช่วงครึ่งคืนแรก แต่ทั้งนี้ช่วงระยะเวลาการวางไข่จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของยุง

5. อายุขัยของยุงก้นปล่อง (longevity) โดยทั่วไปยุงเพศเมียจะมีอายุขัยประมาณ 4-6 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นตัวกำหนด ยุงพาหะที่มีอายุยืนยาวโอกาสที่จะแพร่เชื้อไข้มาลาเรียจะสูงกว่ายุงที่มีอายุสั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากพบสปอโรซอยต์ในต่อมน้ำลายแล้ว เพราะทุกครั้งที่ยุงเข้ากัดกินเลือดคน ยุงสามารถปล่อยเชื้อมาลาเรียเข้าสู่คนได้ทุกครั้งตลอดอายุขัย

6. การบินและการกระจายตัว (flight and dispersal) ยุงก้นปล่องสามารถบินได้ตลอดทั้งคืนตั้งแต่ก่อนมืดและหลังจากรุ่งเช้าเล็กน้อย ยุงพาหะแต่ละชนิดมีระยะการบินแตกต่างกัน ทั้งนี้มีองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ทิศทางลม สภาพท้องที่ สิ่งกีดขวาง ภูเขา ต้นไม้ ระยะใกล้ไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์ และแหล่งที่อยู่ของเหยื่อ เป็นต้น โดยทั่วไปยุงก้นปล่องมีระยะบินมากกว่า 1 กิโลเมตร[10]

ความสำคัญทางการแพทย์

ยุงก้นปล่องเป็นพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย ซึ่งเป็นโรคติดต่อที่เกิดจากเชื้อโปรโตซัวในกลุ่มพลาสโมเดียม (*Plasmodium* spp.) เชื้อมาลาเรียที่พบในคนและพบในประเทศไทยมี 5 ชนิด ได้แก่ พลาสโมเดียมฟัลซิปารัม (*Plasmodium falciparum - Pf*) พลาสโมเดียมไวแวกซ์ (*Plasmodium vivax - Pv*) พลาสโมเดียมมาลาริอี (*Plasmodium malariae - Pm*) พลาสโมเดียมโอวาเล่ (*Plasmodium ovale - Po*) และพลาสโมเดียมโนวไซ (*Plasmodium knowlesi - Pk*) ติดต่อกันได้โดยถูกยุงก้นปล่องตัวเมียที่มีเชื้อกัด เริ่มจากยุงก้นปล่องตัวเมียกัดและดูดเลือดผู้ป่วยที่เป็นไข้มาลาเรีย หลังจากนั้นเชื้อมาลาเรียจะเข้าไปในกระเพาะอาหารของยุงและผสมพันธุ์กันได้ตัวอ่อน ตัวอ่อนจะแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายเข็ม (sporozoite) เคลื่อนที่เข้าสู่ต่อมน้ำลายของยุง รอการถ่ายทอดจากยุงไปสู่คน ระยะเวลาการเจริญเติบโตของเชื้อในยุงใช้เวลาเฉลี่ย 6-15 วัน เมื่อยุงที่มีเชื้อมาลาเรียกัดคนก็จะปล่อยเชื้อเข้าสู่คน ทำให้คนที่ถูกยุงกัดเป็นไข้มาลาเรีย ระยะฟักตัวของเชื้อมาลาเรียในคนตั้งแต่ถูกยุงกัดจนเริ่มมีอาการโดยทั่วไปประมาณ 10-14 วัน แต่ทั้งนี้ระยะฟักตัวของเชื้อมาลาเรียจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ[28]

การป้องกัน ควบคุมยุงก้นปล่องพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย

การควบคุมยุงพาหะส่วนใหญ่เป็นการดำเนินการกับยุงตัวเต็มวัยเป็นหลัก เนื่องจากแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง มีการกระจายในพื้นที่กว้างและอยู่ในป่าลึกทำให้ยากต่อการควบคุม โดยมีจุดมุ่งหมาย คือ ลดความหนาแน่นของยุง ลดอายุขัย และลดการสัมผัสระหว่างคนกับยุงพาหะ การดำเนินการมีทั้งมาตรการหลักและมาตรการเสริมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค ดังนี้[28]

1. มาตรการหลักที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะนำโรคในประเทศไทยมี 3 วิธีการ ได้แก่

1) การใช้มุ้งชุบสารเคมี (Insecticide-treated nets: ITNs) ให้เลือกใช้วิธีการนี้เป็นอันดับแรก ซึ่งเป็นการชุบมุ้งด้วยสารเคมี เพื่อมุ่งหวังควบคุมยุงตัวเต็มวัยที่มาสัมผัสกับมุ้งที่ชุบสารเคมี หรือป้องกันไม่ให้ยุงสัมผัสกับคน ในการชุบมุ้งด้วยสารเคมีจะต้องชุบตามอัตราการใช้สารเคมีที่กำหนด และจำเป็นจะต้องทราบชนิดสารเคมี ขนาดของมุ้ง และลักษณะของเส้นใย เนื่องจากมุ้งแต่ละหลังมีอัตราการชุบที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปมุ้งที่ชุบด้วยสารเคมีจะมีฤทธิ์คงทนอยู่ได้นาน 6 เดือน - 1 ปี ขึ้นกับชนิดและรูปแบบของสารเคมี

2) การใช้มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน (Long-lasting insecticidal nets: LLINs) เลือกใช้วิธีการนี้ในกรณีที่ไม่สามารถใช้วิธีการแรก เป็นมาตรการที่ใช้สำหรับพื้นที่หรือสถานการณ์ที่มีข้อจำกัดในการปฏิบัติงานควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียโดยวิธีการใช้มุ้งชุบสารเคมี (ITNs) เช่น พื้นที่มีปัญหาความไม่สงบ พื้นที่เข้าทำงานยากลำบาก มุ้งชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน เป็นมุ้งชุบสารเคมีสำเร็จจากโรงงาน มีคุณสมบัติในการป้องกันได้นานกว่ามุ้งชุบสารเคมี เนื่องจากมีฤทธิ์ตกค้างของสารเคมีไม่น้อยกว่า 3 ปี โดยสารเคมียังคงรักษาระดับความเข้มข้นมีฤทธิ์ตกค้างในระดับที่ฆ่ายุงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3) การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง (Indoor residual spraying: IRS) ใช้วิธีการนี้เมื่อไม่สามารถใช้วิธีการทั้งสองวิธีดังกล่าวได้ เป็นการพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้างบนพื้นผิวอาคารบ้านเรือน หรือกระท่อมที่พักอาศัย โดยใช้เครื่องพ่นชนิดอัดลมสำหรับใช้ในงานสาธารณสุข โดยทั่วไปสารเคมีจะมีฤทธิ์ตกค้างอยู่ได้ประมาณ 3-6 เดือน

2. มาตรการเสริมสำหรับการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย

มาตรการเสริมที่แนะนำในการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย ได้แก่ การลดการสัมผัสระหว่างคนและยุงพาหะ (man-mosquito contact reduction) หรือการป้องกันตนเองไม่ให้ยุงกัด (self-protection) ควรให้ประชาชนเลือกใช้มาตรการต่างๆ ในป้องกันตนเองให้เหมาะสมกับพฤติกรรม และการประกอบอาชีพของผู้ใช้ ได้แก่

1) การใช้มุ้งคลุมเปลชุบสารเคมีชนิดออกฤทธิ์ยาวนาน (Long-lasting Insecticidal hammock net: LLIHNs) ใช้คลุมแปลนอนขณะไปค้างคืนในพื้นที่ที่มีการแพร่เชื้อและไม่สามารถใช้มุ้งกางนอนได้ สารเคมีที่ชุบมีคุณสมบัติขับไล่และฆ่ายุงได้โดยมีฤทธิ์ตกค้างไม่น้อยกว่า 3 ปี

2) การใช้ผลิตภัณฑ์ไล่ยุง (Mosquito repellent) โดยใช้ทาหรือฉีดพ่นตามร่างกายในส่วนที่อยู่พ้นเสื้อผ้า ผลิตภัณฑ์ป้องกันยุงมีสารออกฤทธิ์หลายชนิด ทั้งที่ผลิตจากสารเคมีและสารสกัดจากธรรมชาติ และชนิดที่มีประสิทธิภาพควรมีฤทธิ์ป้องกันยุงนานไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง ในเด็กอายุ 2 ปี หรืออายุน้อยกว่าควรใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีสารออกฤทธิ์จากสารสกัดพืชสมุนไพร เช่น ตะไคร้หอม มะกรูด เป็นต้น หรือสารออกฤทธิ์ชนิด IR3535 ซึ่งมีความปลอดภัยต่อเด็กมากกว่า ไม่แนะนำให้ใช้สารทาป้องกันยุงที่มีส่วนผสมของสารเคมีชนิด DEET กับเด็กอายุต่ำกว่า 4 ปี

3) การใช้มุ้งธรรมดา (Conventional Nets) การนอนในมุ้งธรรมดาเพื่อป้องกันยุงกัด และป้องกันโรคไข้มาลาเรียนั้น มุ้งควรอยู่ในสภาพดีไม่ขาดและเสียหาย มุ้งขนาดมาตรฐานทั่วไปมีพื้นที่ประมาณ 14 ตารางเมตร มีขนาดของเส้นด้าย (denier) ไม่น้อยกว่า 100 และจำนวนของตาข่าย (mesh) ไม่น้อยกว่า 169 รูต่อตารางนิ้ว ซึ่งทำให้อากาศผ่านได้ไม่ร้อน แต่ถ้าจำนวนรูของตาข่ายมุ้งมีมากกว่านี้ก็ป้องกันแมลงขนาดเล็กได้

4) การสวมเสื้อผ้าปกปิดร่างกายให้มิดชิด (Wearing protective cloths) เช่น สวมใส่เสื้อแขนยาวและกางเกงขายาว เป็นต้น เสื้อผ้าควรมีความหนาพอเพียงและหลวมเล็กน้อยไม่กระชับติดร่างกายเพื่อกันยุงกัด และควรเลือกเสื้อผ้าสีอ่อนเพื่อลดการดึงดูดยุง

5) การใช้ยาจุดกันยุง (Mosquito coils and sticks) ยาจุดกันยุงมีสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติขับไล่ หรือฆ่ายุง เป็นผลิตภัณฑ์กันยุงที่มีส่วนผสมของสารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ เช่น transfluthrin, allethrin, prallethrin, esbiothrin และ metofluthrin เป็นต้น หรือมีส่วนผสมของสมุนไพร เช่น ตะไคร้หอม

6) การใช้ตาข่ายกันยุงหรือมุ้งลวด (Screening) ตาข่ายกันยุงหรือมุ้งลวด อาจทำด้วยไนล่อนหรือโลหะใช้ติดประตูหน้าต่างบ้านเรือน ขนาดของตาข่ายขึ้นอยู่กับขนาดของวัสดุ ทั้งนี้ขนาดของตาข่ายที่เหมาะสมคือ ไม่น้อยกว่า 169 รูต่อตารางนิ้ว

7) การใช้เสื้อผ้าชุบสารเคมี (Insecticide-Treated Cloth) ขณะนี้มีการศึกษาภาคสนามในประเทศไทย ถึงการใช้เสื้อคลุมตาข่ายชุบสารเคมีแบบสวมทับเสื้อผ้าที่ใส่อยู่ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการใช้เสื้อผ้าชุบสารเคมีป้องกันโรคไข้มาลาเรียในกลุ่มเฉพาะ เช่น ทหาร คนกรีดยาง พบว่าทั้งสองกรณีสามารถลดการถูกยุงกัดได้ แต่การนำมาใช้ควรคำนึงถึงผลข้างเคียงของสารเคมีซึ่งอาจพบได้ในบางคน

8) การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย โดยการพ่นหมอกควัน หรือการพ่นฝอยละเอียด (ULV) สารเคมีที่ใช้ต้องเป็นสารเคมีเพื่อการกำจัดยุงโดยการพ่นหมอกควัน หรือการพ่นฝอยละเอียด ที่ได้รับการขึ้น

ทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข สำหรับสารเคมีที่แนะนำให้ใช้ควรใช้สารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์ที่มีส่วนผสมสารเสริมฤทธิ์ (synergist) มาตรการนี้ไม่ได้ใช้โดยทั่วไป แต่เป็นมาตรการพิเศษซึ่งแนะนำให้ใช้ในพื้นที่ดังต่อไปนี้

- พื้นที่ที่มีความเจริญ เช่น ตัวเมือง ย่านชุมชน ตลาด ฯลฯ และเกิดการระบาดหรือมีแนวโน้มจะเกิดการระบาดของโรคไข้มาลาเรีย และพบยุงพาหะแต่ประชาชนปฏิเสธการพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างหรือการใช้มุ้งชุบสารเคมี
- ค่ายอพยพหรือที่พักชั่วคราวที่สร้างขึ้นใหม่ในพื้นที่มียุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย มีแนวโน้มเกิดการระบาดของโรคไข้มาลาเรีย หรือที่พักไม่มีพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการพ่นเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างหรือไม่สามารถใช้มุ้งชุบสารเคมี

9) การควบคุมทางชีววิธี (Biological control) เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตมาควบคุมยุงพาหะนำโรค โดยเฉพาะในระยะที่เป็นลูกน้ำ ได้แก่ ปลากินลูกน้ำ (larvivorous fish) เช่น ปลาหางนกยูง ปลาแกมบูเซีย และปลาหัวตะกั่ว เป็นต้น โดยปล่อยปลาในแหล่งน้ำที่พบหรือสงสัยว่าเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงพาหะ และปล่อยในฤดูกาลที่มีแหล่งน้ำเหมาะสม โดยปล่อยซ้ำที่เดิมแห่งละ 3-4 ครั้งๆ ละประมาณ 100-200 ตัว แต่ละครั้งปล่อยปลาห่างกันประมาณ 1 เดือน

10) การปรับปรุงสิ่งแวดล้อม (Environmental management) เป็นการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมไม่ให้เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะ ซึ่งรวมถึงการวางแผนดำเนินการและการกำกับกิจกรรมต่างๆ เพื่อให้มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวเนื่องถึงมนุษย์ ได้แก่ การระบายน้ำ การถากถางวัชพืชริมลำธาร เป็นต้น

3. การจัดการพาหะนำโรคแบบผสมผสาน (Integrated Vector Management: IVM)

การจัดการพาหะนำโรคแบบผสมผสาน (IVM) เป็นแนวคิดที่จะจัดการกับแมลงพาหะของทุกโรคแต่ละพื้นที่ โดยใช้หลายๆ มาตรการมาผสมผสานกัน เป็นกระบวนการที่ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ วางแผนเลือกมาตรการควบคุมพาหะนำโรคให้เหมาะสมกับท้องถิ่น ดำเนินการตามแผนโดยใช้ทรัพยากรร่วมกันและมีการควบคุมกำกับ ติดตามประเมินผล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมรับผิดชอบในการพิจารณาปัญหา กำหนดแนวทาง และมาตรการที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมในชุมชนของตนอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อคน สัตว์และสิ่งแวดล้อม และใช้สารเคมีอย่างสมเหตุสมผล

ยุงรำคาญ

ยุงรำคาญ (*Culex* spp.) เป็นยุงที่มีความชุกชุมสูง พบได้ทุกพื้นที่ของประเทศไทย มีนิสัยออกหากินเลือดตลอดทั้งคืน ผู้ที่ถูกกัดจะรู้สึกเจ็บและคันเกิดความรำคาญแต่ไม่ได้ก่อโรค ต่อมามีการศึกษาพบว่า ยุงรำคาญสามารถนำโรคมาสู่คนได้ ได้แก่ โรคไข้สมองอักเสบ โรคเท้าช้าง และโรคไวรัสเวสไนล์ เป็นต้น สกุลยุงรำคาญ *Culex* ที่พบในประเทศไทย มีจำนวน 82 ชนิด[2] แต่ที่มีความสำคัญทางการแพทย์ในประเทศไทย มี 4 ชนิด ได้แก่ *Culex tritaeniorhynchus*, *Culex gelidus*, *Culex fuscocephala* และ *Culex quinquefasciatus*

ชีวนิสัยของยุงรำคาญ

1. ยุงรำคาญชนิดที่เป็นพาหะนำโรคไข้สมองอักเสบเจอี (Japanese Encephalitis) ชนิดของยุงพาหะนำโรค ได้แก่

1.1 *Culex tritaeniorhynchus*

ยุงชนิดนี้เป็นยุงที่พบทั่วไปในประเทศไทย มีแหล่งเพาะพันธุ์อยู่ตามท้องนา บริเวณทุ่งหญ้าที่ทิ้งร้างไว้ เกิดเป็นน้ำขังท่วมต้นพืช หญ้า นาข้าว ลักษณะน้ำมีสีน้ำตาล ยุงชนิดนี้ชอบกินเลือดวัว ควายและหมูมากกว่าเลือดคนและนก ออกหากินตั้งแต่พลบค่ำจนตลอดคืน ส่วนมากหากินนอกบ้าน[10] (ภาพที่ 1.11)

ภาพที่ 1.11 ยุงรำคาญ *Culex tritaeniorhynchus*[31]

1.2 *Culex gelidus*

ยุงชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับแหล่งอาชีพปศุสัตว์ เช่น เลี้ยงสุกร วัว ควาย ทั้งในเขตชนบทและเมือง แหล่งเพาะพันธุ์ที่สำคัญ ได้แก่ แหล่งน้ำรอบคอกสัตว์ที่มีมูลสัตว์ปะปน นาข้าว คูน้ำ ทุ่งหญ้ารอบนาข้าวและคอกสัตว์ นอกจากนี้พบว่าหลังฝนตกน้ำที่ขังบริเวณสนามหญ้าในเมืองจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์อย่างดีของยุงชนิดนี้ด้วย ยุงตัวเต็มวัยออกหากินเลือดในเวลากลางคืน ชอบกินเลือดสัตว์มากกว่าเลือดคน ยุงชนิดนี้จะมีความชุกชุมสูงมากบริเวณฟาร์มปศุสัตว์ การศึกษาของ อุษาวะดี และคณะ[35] ทำการจับยุงด้วยกับดักแสงไฟ ยุงที่ดักได้บริเวณเล้าสุกรในพื้นที่ 6 จังหวัดของประเทศไทย พบชนิดยุงที่เป็นพาหะนำโรคไข้สมองอักเสบร้อยละ 63.7-93.2 ของยุงทั้งหมดที่จับได้ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาในการศึกษาปี 2535 พบยุง *Culex gelidus* มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 19,029 ตัว/กับดัก-คืน (ภาพที่ 1.12)

ภาพที่ 1.12 ยุงรำคาญ *Culex gelidus*[31]

1.3 *Culex fuscocephala*

ยุงชนิดนี้มีแหล่งเพาะพันธุ์ที่มีลักษณะเช่นเดียวกันกับยุง *Culex tritaeniorhynchus* ออกหากินในเวลากลางคืน ชอบกินเลือดสัตว์และหากินเลือดนอกบ้าน[10] (ภาพที่ 1.13)

ภาพที่ 1.13 ยุงรำคาญ *Culex fuscocephala*[31]

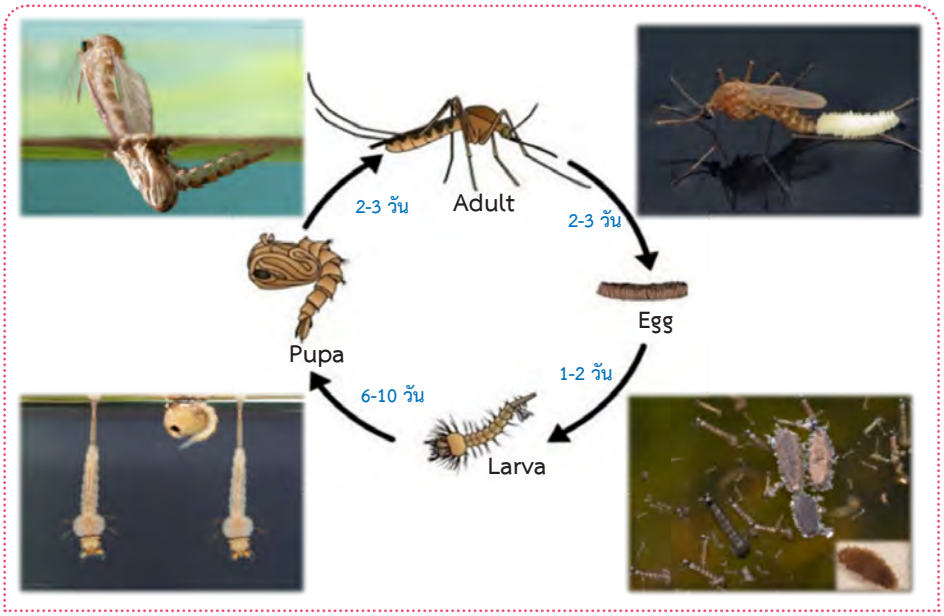
2. ยุงรำคาญชนิดที่ก่อความรำคาญ ทำให้ผู้ถูกกัดเกิดอาการคัน เกิดตุ่มนูนแดงบริเวณที่ยุงกัด ยุงในกลุ่มนี้ที่สำคัญและพบมาก คือ *Culex quinquefasciatus*

ยุง *Culex quinquefasciatus* หรือ nuisance mosquito (ภาพที่ 1.14) ยุงชนิดนี้นอกจากจะสร้างความรำคาญอย่างมากให้แก่คนและสัตว์ที่อยู่ใกล้กับแหล่งเพาะพันธุ์แล้ว ยังพบว่าเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ ได้แก่ โรคเท้าช้าง โรคไข้สมองอักเสบเวสต์ไนล์ เป็นยุงที่พบได้ทั่วไปและมีความชุกชุมมากในเขตเมือง เขตอุตสาหกรรม ชุมชนแออัด แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงชนิดนี้ คือ แหล่งน้ำสกปรก เน่าเสีย เช่น น้ำในท่อระบายน้ำ คูคลองที่มีสภาพน้ำเน่า น้ำทิ้งจากครัวเรือน น้ำในบ่อขยะ บ่อส้วม โดยวางไข่เป็นแพๆ ละประมาณ 200-250 ฟอง ยุงตัวเต็มวัยจะมีสีน้ำตาล ออกหากินในเวลากลางคืน พบมากในช่วงพลบค่ำและก่อนฟ้าสาง โดยจะหากินตลอดทั้งคืน ในเวลากลางวันยุงชนิดนี้จะหาที่เกาะพักตามแหล่งที่มืดที่อับชื้น เช่น ท่อระบายน้ำ รองเท้าผ้าใบ เสื้อผ้าที่แขวนไว้ ผนังห้องน้ำ เป็นต้น

ภาพที่ 1.14 ยุงรำคาญ *Culex quinquefasciatus*[31]

วงจรชีวิตของยุงรำคาญ

ยุงรำคาญเพศเมียจะกินเลือดดคนหรือสัตว์ เมื่อไข่สุกเต็มที่ยุงตัวเมียจะหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมสำหรับวางไข่ ยุงรำคาญเพศเมียจะวางไข่เป็นแพลอยบนผิวน้ำ ส่วนมากไข่จะฟักเป็นลูกน้ำภายใน 48 ชั่วโมง ลูกน้ำยุงรำคาญจะหาอินทรีย์สารในน้ำกินเป็นอาหาร ใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 6-10 วัน จึงเปลี่ยนเป็นตัวโม่ง ระยะนี้จะไม่กินอาหาร ตัวโม่งจะพัฒนาอวัยวะต่างๆ ใช้เวลาประมาณ 1-2 วัน แล้วลอกคราบเป็นยุงตัวเต็มวัย ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะไข่จนถึงตัวเต็มวัยเฉลี่ยประมาณ 9-14 วัน[10, 36] (ภาพที่ 1.15)



ภาพที่ 1.15 วงจรชีวิตยุงรำคาญ[36-38]

1. ระยะไข่ (eggs)

ไข่ของยุงรำคาญมีลักษณะเป็นแพลอยอยู่บนผิวน้ำ โดยยุงตัวเมียจะวางไข่ทีละฟอง ไข่จะรวมตัวติดกันเป็นแพ จำนวนไข่ในแต่ละแพประมาณ 100-300 ฟอง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของยุง ปริมาณเลือดที่ได้รับ และจำนวนครั้งที่วางไข่ ตลอดชีวิตของยุงตัวเมียสามารถวางไข่ได้หลายครั้งโดยวางไข่ประมาณ 1-7 แพ และมักจะวางไข่ตอนตะวันตกดิน เที่ยงคืน และก่อนรุ่งเช้า ไข่ที่ออกมาใหม่จะมีสีขาวหรือครีม และเมื่อเวลาผ่านไปจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลจนถึงสีดำ

2. ระยะลูกน้ำ (larva)

ลูกน้ำยุงรำคาญมีส่วนหัวเจริญดี มีการเจริญเติบโต 4 ระยะ การเปลี่ยนแปลงในแต่ละระยะจะมีการลอกคราบทุกครั้ง ซึ่งลูกน้ำลอกคราบทั้งหมด 4 ครั้ง จึงจะเปลี่ยนเป็นระยะตัวโม่ง ลูกน้ำหายใจจากผิวน้ำโดยผ่านท่อหายใจ (siphon) ที่อยู่บริเวณส่วนปลายของท้อง การเจริญเติบโตของลูกน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณอาหาร อุณหภูมิของน้ำ ความแห้งแล้ง ศัตรูทางธรรมชาติ และสารเคมีในน้ำ

3. ระยะตัวโม่ง (pupa)

ระยะนี้จะเป็นระยะพักตัว ไม่กินอาหาร จะหายใจเพียงอย่างเดียวโดยรับอากาศผ่านทางท่อหายใจ (respiratory trumpet) ที่มีจำนวน 1 คู่ ตัวโม่งของยุงรำคาญจะเคลื่อนไหวรวดเร็ว

4. ระยะตัวเต็มวัย (adult)

ยุงตัวเต็มวัยเมื่อลอกคราบออกจากระยะตัวโม่งไม่กี่นาทีก็สามารถบินได้ ยุงรำคาญเพศเมียจะกินเลือดคนและสัตว์ เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของไข่ เมื่อไข่เจริญเติบโตเต็มที่จะหาแหล่งน้ำที่เหมาะสมในการวางไข่ มักชอบวางไข่ในแหล่งน้ำนิ่งหรือน้ำไหลที่ค่อนข้างสกปรก เน่าเสีย มีการหมักเน่าของอินทรียวัตถุ

ความสำคัญทางการแพทย์

ยุงรำคาญนอกจากจะสร้างความรำคาญให้กับคนและสัตว์แล้ว ยังเป็นพาหะนำโรคที่สำคัญหลายโรค ได้แก่

- โรคไข้สมองอักเสบเจอี (Japanese Encephalitis) เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสแจแปนนิสเอ็นเซฟาไลติส (Japanese encephalitis virus) มียุงรำคาญชนิด *Culex tritaeniorhynchus Culex gelidus* และ *Culex fuscocephala* เป็นพาหะนำโรค โรคนี้เป็นอันตรายถึงชีวิต เป็นโรคที่ป้องกันได้ด้วยวัคซีน
- โรคเท้าช้างที่เกิดจากเชื้อพยาธิฟิลาเรีย *Wuchereria bancrofti* ซึ่งพบในประเทศเมียนมาร์ อินเดีย โดยมียุงรำคาญชนิด *Culex quinquefasciatus* เป็นพาหะหลัก สำหรับประเทศไทยในสภาวะห้องทดลอง ขณะนี้พบว่าสามารถนำเชื้อได้
- โรคไข้สมองอักเสบเวสต์ไนล์ (West Nile) เกิดจากเชื้อไวรัสเวสต์ไนล์ (West Nile virus: WNV) มียุงรำคาญชนิด *Culex quinquefasciatus* เป็นพาหะนำโรค พบการระบาดครั้งแรกในปี พ.ศ. 2542 ที่รัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา และแพร่กระจายไปทั่วทั้งทวีปอเมริกาในปีต่อมา ในประเทศไทยยังไม่เคยมีรายงานโรคนี้ แต่พบมีความชุกชุมของยุง *Culex quinquefasciatus* ซึ่งเป็นพาหะนำโรคในประเทศสหรัฐอเมริกา[39]
- โรคพยาธิหนอนหัวใจ (Heartworm disease) เป็นโรคที่เกิดในสัตว์ เช่น สุนัข แมว ซึ่งเกิดจากเชื้อพยาธิฟิลาเรียชนิด *Dirofilaria immitis* จากการสำรวจสุนัขจรจัดในกรุงเทพมหานคร ในปี 2549-2551 พบสุนัขจรจัดมีการติดเชื้อพยาธิหนอนหัวใจ ร้อยละ 10 โดยมียุงรำคาญชนิด *Culex quinquefasciatus* รวมทั้งยุงลายบ้านและยุงลายสวน เป็นพาหะที่สำคัญของโรคนี้[40]

การควบคุมยุงรำคาญ

1. การควบคุมยุงรำคาญในระยะตัวอ่อน

การควบคุมระยะลูกน้ำยุงเป็นวิธีที่ได้ผลดีกว่าการพ่นสารเคมีกำจัดยุงตัวเต็มวัย เพราะเป็นการกำจัดตั้งแต่ตัวอ่อนก่อนที่จะกลายเป็นยุง ลูกน้ำยุงรำคาญ *Cx. quinquefasciatus* อาศัยในแหล่งน้ำขัง น้ำเน่า น้ำครำ คูน้ำ ซึ่งศัตรูตามธรรมชาติมีน้อยหรือไม่มีเลย การควบคุมด้วยสารเคมี เช่น ทรายกำจัดลูกน้ำ แบบเดียวกับลูกน้ำยุงลาย ไม่สามารถทำได้เพราะขนาดของแหล่งเพาะพันธุ์มีขนาดใหญ่กว้างขวาง การควบคุมลูกน้ำในแหล่งน้ำประเภทนี้ที่ดีที่สุดคือ “การรักษาสภาพของแหล่งน้ำไม่ให้เน่าเสีย” ด้วยการลดการปล่อยอินทรีย์สารจากการอุปโภคบริโภคลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง ลดการทิ้งขยะและเก็บขยะในแหล่งน้ำ วิธีนี้เป็นวิธีการที่ยั่งยืน แต่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมจากประชาชน อีกทั้งต้องใช้การระยะเวลาในการจัดการพอสมควร ส่วนวิธีการอื่นในการควบคุมทำได้ ดังนี้

1.1 การใช้จุลินทรีย์กำจัดลูกน้ำ

ปัจจุบันมีการใช้จุลินทรีย์กำจัดลูกน้ำยุง 2 ชนิด คือ *Bacillus sphaericus* (Bs) และ *Bacillus thuringiensis* subsp. *Israelensis* (Bti) พิษทำให้ลูกน้ำยุงตายภายในเวลาไม่ถึงชั่วโมง จนกระทั่งถึง 48 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นที่ใช้ มีการศึกษาพบว่า *Bacillus sphaericus* สามารถควบคุมลูกน้ำ

ยุงรำคาญในแหล่งน้ำเน่าขังได้ยาวนาน 1-4 สัปดาห์ ยาวนานกว่า *Bacillus thuringensis* วิธีการใช้งาน นำผลิตภัณฑ์ละลายน้ำตามอัตราส่วนที่ระบุบนฉลาก นำไปใส่เครื่องพ่นสารเคมีชนิดอัดลม ฉีดพ่นบนผิวน้ำในแหล่งน้ำที่มีลูกน้ำ[41]

1.2 การใช้สารควบคุมการเจริญเติมโตของแมลง (IGR: Insect Growth Regulator)

ใช้ Novaluron ผสมน้ำฉีดพ่นในอัตรา 10 มิลลิกรัม/ตารางเมตร ลงในแหล่งน้ำขังที่มีลูกน้ำยุงรำคาญ สามารถลดความชุกชุมของลูกน้ำยุงรำคาญ *Cx. quinquefasciatus* ระยะ 2-4 ลงร้อยละ 50 ภายใน 24 ชั่วโมง และมีฤทธิ์ตกค้างในการยับยั้งการลอกคราบของลูกน้ำในแหล่งน้ำขังไม่ให้เข้าสู่ยุงตัวเต็มวัย นาน 4 สัปดาห์[42] การใช้ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตบางชนิดที่ไม่ต้องการกำจัด เนื่องจากสารกลุ่มนี้มีพิษต่อสัตว์ที่มีเปลือกแข็งหุ้ม เช่น กุ้ง ปู ไรน้ำ ตัวอ่อนแมลงอื่นๆ ที่มีประโยชน์ การใช้สารชนิดนี้จึงควรศึกษาสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต โดยปรึกษาผู้เชี่ยวชาญพิจารณาก่อนใช้งานและให้คำแนะนำในการปฏิบัติงาน (ภาพที่ 1.16)

ภาพที่ 1.16 การฉีดพ่น Novaluron บนพื้นผิวน้ำบริเวณใต้ถุนบ้าน[42]

1.3 การใช้ปลาควบคุมลูกน้ำ

การใช้ปลากินลูกน้ำเป็นทางเลือกในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญที่มีความปลอดภัยและประหยัด แต่ก็มีข้อจำกัดบางประการที่ต้องพิจารณา ดังนี้

• แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงรำคาญ *Cx. quinquefasciatus* เป็นแหล่งน้ำเน่าเสีย ปลากินลูกน้ำ เช่น ปลาหัวตะกั่ว ปลาแกมบูเซีย ปลาหางนกยูง ปลากัด ปลาสอด ไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ จึงต้องพิจารณาถึงคุณภาพของแหล่งน้ำในการใช้วิธีนี้ แหล่งน้ำที่เน่าเสียต้องมีคุณภาพน้ำที่ดีพอที่ปลากินลูกน้ำสามารถอาศัยอยู่ได้

• แหล่งเพาะพันธุ์ธรรมชาติ เช่น ทุ่งหญ้าที่มีน้ำขังหลังฝนตกหรือน้ำท่วม นาข้าว สระน้ำ ซึ่งมีปลาประจำถิ่น เช่น ปลาหมอ ปลาช่อน จะกินปลาที่ปล่อยลงไป

2. การควบคุมยุงรำคาญในระยะตัวเต็มวัย

สามารถควบคุมกำจัดยุงรำคาญตัวเต็มวัยได้หลากหลายวิธี ดังนี้

2.1 การควบคุมทางกายภาพ

- การใช้ไม้ช๊อตยุงไฟฟ้า การใช้กับดักแสงไฟ
- การใช้ปี๊บดักยุง โดยนำปี๊บที่ภายในทาสีดำ จะใส่ผ้าสีดำหรือไม่ใส่ก็ได้ มีประสิทธิภาพในการดักยุงรำคาญมากกว่ายุงชนิดอื่นๆ[43]
- การทำกับดักไข่ยุงรำคาญ โดยการเตรียมน้ำในภาชนะล่อให้ยุงมาวางไข่ ทำได้โดยใช้ต้นหญ้า ฟางข้าว เศษผัก หรือเปลือกผลไม้ แช่หมักในภาชนะที่ใส่น้ำ 1-2 วัน เมื่อน้ำที่เริ่มเน่าจะล่อให้ยุงรำคาญมาวางไข่บนผิวน้ำ ให้ช้อนไข่ยุงที่ลอยอยู่ไปทำลาย หรือเลี้ยงไว้เป็นอาหารปลาสวยงาม

2.2 การควบคุมทางชีวภาพ

ในธรรมชาติยุงเป็นอาหารของแมลงปอ จิ้งจก สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และค้างคาวกินแมลง ซึ่งพบในประเทศไทยมากกว่า 100 ชนิด โดยเฉลี่ยค้างคาวแต่ละตัวสามารถกินแมลงได้มากถึง 70% ของน้ำหนักตัว เทียบเท่ากับจำนวนแมลงขนาดเล็กหรือยุงหลายพันตัวในแต่ละคืน[44] การรักษาธรรมชาติการลดการใช้สารเคมีการเกษตร จึงเสมือนเป็นการให้โอกาสนักล่าเหล่านี้ทำหน้าที่รักษาสมดุลระบบนิเวศช่วยควบคุมแมลงศัตรูพืชอื่นด้วย

2.3 การควบคุมทางเคมี

- การใช้สารซักล้างทำความสะอาดภาชนะวัสดุเครื่องใช้ เช่น น้ำยาล้างจาน แชมพูสระผม ผงซักฟอก สบู่เหลว ละลายน้ำ ใส่กระบอกฉีดพ่นน้ำ ฉีดพ่นไปที่กลุ่มยุงตัวเต็มวัยที่เกาะพักบริเวณแหล่งน้ำหรือที่มียุงเกาะพัก โดยผสมน้ำยาล้างจาน 1 ช้อนชา ผสมกับน้ำ 1 ลิตร
- การใช้สเปรย์กำจัดแมลงฉีดพ่นในห้องนอนแล้วปิดอบ
- การพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) หรือหมอกควัน ฉีดพ่นนอกบ้านและในบ้านขณะที่ยุงออกหากิน ซึ่งมักฉีดพ่นตอนพลบค่ำเพราะยุงรำคาญจะบินออกมาผสมพันธุ์ช่วงใกล้ค่ำแล้วจึงออกหากินเลือดเหยื่อ

การป้องกันยุงรำคาญ

การป้องกันตนเองทำได้โดยหลีกเลี่ยงเข้าไปในสถานที่มืด แสงสว่างน้อย หากไม่สามารถทำได้ ให้สวมเสื้อผ้าให้มิดชิด อาจใช้วิธีเปิดพัดลมไล่ยุง ใช้ยาจุดกันยุงโลชั่นหรือสเปรย์ไล่ยุงเพื่อปกป้องร่างกาย ควรนอนในมุ้งหรือติดมุ้งลวดประตู หน้าต่าง เพื่อไม่ให้ยุงเข้ามารบกวน

ด้านการปศุสัตว์ เช่น ฟาร์มเลี้ยงหมู เลี้ยงวัว ให้ใช้การกางมุ้งคอกสัตว์ ติดตั้งกับดักแสงไฟ กับดักคาร์บอนไดออกไซด์ และการสุมกองไฟไล่ยุง เป็นต้น การเลือกวิธีป้องกันยุงได้อย่างเหมาะสม นอกจากจะลดการถูกยุงกัดแล้ว ประชากรยุงก็จะลดลงเนื่องจากไม่ได้เลือดเหยื่อไปพัฒนาไข่ และเป็นการป้องกันโรคไข้สมองอักเสบที่มีประสิทธิภาพ เพราะโรคนี้มีหมูเป็นตัวเพิ่มปริมาณเชื้อไวรัส หากป้องกันหมูไม่ให้ถูกยุงกัด ยุงพาหะก็จะไม่สามารถนำเชื้อไวรัสไข้สมองอักเสบมาสู่คนได้ (ภาพที่ 1.17)

กางมุ้งให้สุกรป้องกันโรค[45]

กับดักยุงและแมลง

กับดักยุงและแมลงขนาดใหญ่[46]

ภาพที่ 1.17 วิธีการต่างๆ ในการป้องกันยุงรำคาญ

ยุงเสือ

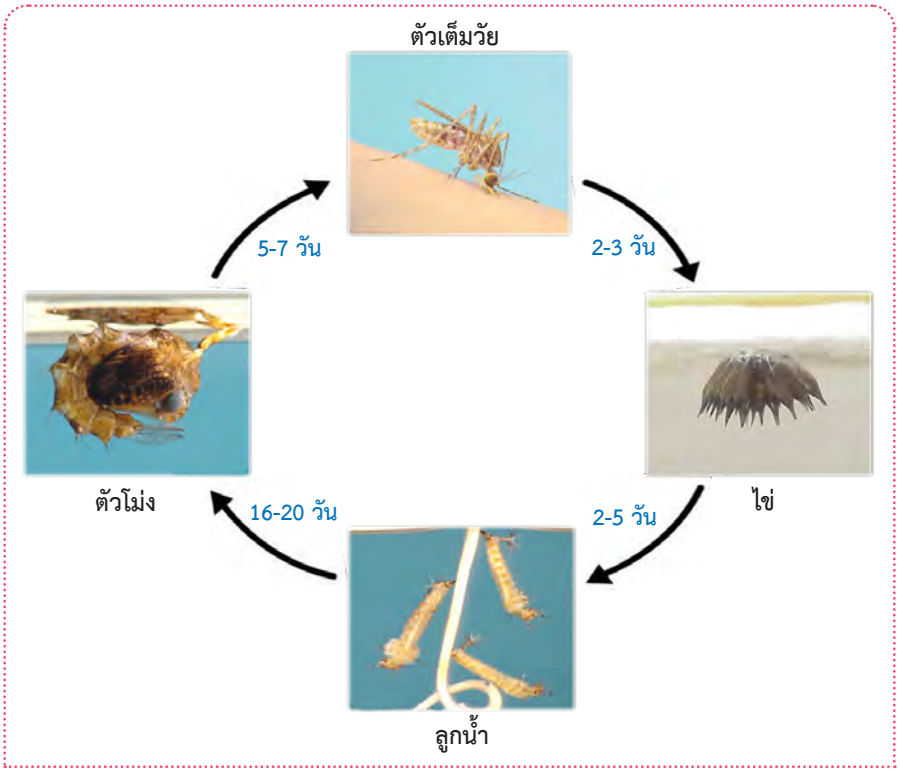
ยุงเสือ หรือยุงแมนโซเนีย (*Mansonia* spp.) จัดอยู่ใน Order Diptera, Family Culicidae และ Subfamily Culicinae เป็นยุงที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ เมื่อเทียบกับยุงในสกุล *Culex* และ *Aedes* มีลักษณะสีสันลวดลายสวยงาม เนื่องจากเกล็ด (scale) ต่างๆ บนปีกมีขนาดใหญ่กว่ายุงชนิดอื่นๆ ทำให้ลำตัวและปีกมีลายเข้ม (ภาพที่ 1.18) ในระยะลูกน้ำ (larva) ของยุงชนิดนี้มีท่อหายใจ (siphon) แหลม สามารถแทงฝังท่อหายใจลงไปในรากพืชหรือลำต้นของ

ภาพที่ 1.18 ยุงเสือ (*Mansonia* sp.)[47]

พืชน้ำได้ เนื่องจากยุงกลุ่มนี้มีวิวัฒนาการที่เปลี่ยนอวัยวะส่วนท่ออากาศให้เหมาะกับการรับเอาออกซิเจนจากรากหรือลำต้นของพืชน้ำได้ ดังนั้น ในระยะลูกน้ำจะเกาะติดกับรากหรือลำต้นของพืชน้ำ โดยใช้ส่วนหางตรงท่อหายใจแทงฝังติดไว้ ส่วนลำตัวสามารถเคลื่อนไหวได้เป็นอิสระ

วงจรชีวิตยุงเสือ

ยุงเสือมีการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (Complete metamorphosis) แบ่งเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ลูกน้ำ ตัวโม่ง และตัวเต็มวัย หลังจากที่ไข่ฟักเป็นลูกน้ำแล้วในแต่ละระยะของลูกน้ำจนถึงตัวเต็มวัย จะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปร่างโดยการลอกคราบ ซึ่งระยะเวลาการเจริญเติบโตจากไข่จนถึงตัวเต็มวัยประมาณ 23-30 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาพแวดล้อม (ภาพที่ 1.19)



ภาพที่ 1.19 วงจรชีวิตยุงเสือ[47]

1. ระยะไข่ (egg)

ไข่ของยุงเสือมีลักษณะเป็นกระจุกคล้ายดอกทานตะวัน ส่วนใหญ่มีสีดำปลายแหลมคล้ายกระสวย ไข่จะถูกวางอยู่ติดกับพื้นล่างของใบพืชที่แตะกับผิวน้ำ กลุ่มหนึ่งมีจำนวนไข่ประมาณ 75-200 ฟอง ระยะไข่ใช้เวลาประมาณ 2-5 วัน จึงฟักเป็นลูกน้ำ

2. ระยะลูกน้ำ (larva)

ลูกน้ำมีลำตัวสีน้ำตาลใส เขียว หรือดำ ขึ้นอยู่กับชนิดของยุง มีท่อหายใจ (siphon) รูปร่างคล้ายกรวยสั้น ปลายแหลมคม แข็ง มีสีน้ำตาลเข้ม และเป็นฟันเลื่อยเพื่อใช้เจาะติดกับต้นหรือรากของพืชน้ำ ลูกน้ำ

ระยะที่ 1 (first instar) จะว่ายน้ำไปมาเป็นอิสระ และหายใจเอาออกซิเจนจากผิวน้ำ จากนั้นจะว่ายหารากพืชน้ำเพื่อแทงส่วนของท่อหายใจฝังติดไว้สำหรับรับเอาออกซิเจนจากรากพืชน้ำ ลูกน้ำจะมีการเจริญเติบโต 4 ระยะ มีการลอกคราบ 3 ครั้ง และระยะสุดท้ายจะลอกคราบกลายเป็นตัวโม่ง ระยะเวลาที่เป็นลูกน้ำจะใช้เวลาประมาณ 16-20 วัน

3. ระยะตัวโม่ง (pupa)

ตัวโม่งจะมีท่อหายใจ (trumpet) ตรงส่วนหัว ปลายท่อหายใจจะมีลักษณะเป็นหนามแหลมและแข็งใช้เจาะ หรือแทงเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืชได้เช่นเดียวกับ siphon ของลูกน้ำ ตัวโม่งจะเกาะติดกับรากพืชจนกว่าจะถึงเวลาลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย จึงจะปล่อยตัวแยกออกมาจากพืชน้ำ การเจริญเติบโตในระยะตัวโม่งค่อนข้างยาวใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน หรืออาจจะนานกว่านี้

4. ตัวเต็มวัย (adult)

ยุงตัวเมียจะกินเลือดคนและสัตว์หลังผสมพันธุ์ ภายใน 24 ชั่วโมง โดยพร้อมที่จะวางไข่หลังกินเลือดประมาณ 2-3 วัน ตัวเต็มวัยต้องการความชื้นสูง และที่อุณหภูมิห้องประมาณ 25-30 ˚C ยุงจะมีอายุอยู่ได้ประมาณ 30 วัน

แหล่งเพาะพันธุ์

ยุงเสือมีแหล่งเพาะพันธุ์บริเวณที่ราบลุ่ม ทุ่งนา บ่อ บึง แหล่งน้ำขังตลอดปีและมีพืชน้ำชนิดต่างๆ เช่น ผักตบชวา จอก แหน กก แพงพวย วัชพืชต่างๆ แหล่งเพาะพันธุ์สามารถจำแนกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. พรุเปิด (Open swamp)

เป็นลักษณะแหล่งน้ำที่มีพืชปกคลุมไม่มากนัก แสงอาทิตย์สามารถส่องถึง มีพืชตระกูลหญ้ามากกว่าพืชชนิดอื่น เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่เหมาะสมสำหรับยุง *Mansonia uniformis*

2. พรุปิด (Swamp forest)

เป็นลักษณะแหล่งน้ำขังที่มีพืชปกคลุมอย่างหนาแน่น แสงอาทิตย์ไม่สามารถส่องถึง หรือส่องถึงพื้นดินได้น้อย มีซากพืชเน่าเปื่อยทับถมนานหลายปี น้ำใสไม่ขุ่น ความชื้นค่อนข้างสูง มีพืชหลายชนิด เช่น หวาย ปาล์ม พืชน้ำที่มีนวมช่วยพยุงลำต้น และพืชที่มีรากโผล่เหนือดิน เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่เหมาะสมของยุง *Mansonia dives* และ *Mansonia bonneae*

3. ขอบป่า (Forest verge)

เป็นบริเวณรอยต่อระหว่าง open swamp กับ swamp forest สามารถพบยุงเสือหลายชนิด แต่จะพบ *Mansonia annulifera* มากที่สุด[10, 47]

ชีวนิสัยของยุงเสือ

1. การหากินเลือด ยุงเสือจะออกหากินเลือดทั้งคนและสัตว์ โดยออกหากินทั้งในบ้าน และนอกบ้าน แต่ชอบหากินเลือดนอกบ้านมากกว่า จะออกหากินในเวลากลางคืนตั้งแต่หัวค่ำจนถึงรุ่งเช้า เวลาที่ออกหากินมากที่สุดคือ ช่วงเวลาพลบค่ำ และก่อนพระอาทิตย์ขึ้น ในพื้นที่ที่มีความชื้นสูง เช่น พรุปิด อาจพบยุงเสือออกหากินในเวลากลางวันได้

2. การวางไข่ เนื่องจากในธรรมชาติลูกน้ำยุงเสือต้องหายใจโดยรับออกซิเจนจากรากพืช ดังนั้นยุงเสือเพศเมียจึงเลือกวางไข่ในแหล่งที่มีพืชน้ำ หรือมีรากพืชชายน้ำอยู่ เช่น ห้วย หนอง คลอง บึง ที่มีผักตบชวา จอก รวมทั้งป่าพรุทางภาคใต้ เป็นต้น โดยวางไข่ใต้ใบพืชที่ลอยน้ำ ถ้ายุงเสือไม่สามารถหาแหล่งที่เหมาะสมสำหรับวางไข่ได้ เช่น ไม่มีพืชที่ลอยปริ่มน้ำ ตัวเมียจะเลือกวางไข่ตรงขอบใบพืชบริเวณที่ตัวติดกับผิวน้ำ

ความสำคัญทางการแพทย์

ยุงเสือมีความสำคัญทางด้านสาธารณสุข โดยเป็นพาหะโรคเท้าช้างในคนที่เกิดจากเชื้อพยาธิฟิลาเรียชนิด *Brugia malayi* หรือไมโครฟิลาเรีย (microfilaria) เมื่อยุงเสือที่เป็นพาหะนำโรคไปกัดคนที่มีเชื้อพยาธิไมโครฟิลาเรีย และดูดเลือดที่มีเชื้อพยาธิเข้าไป พยาธิไมโครฟิลาเรียจะเข้าไปเจริญในตัวยุงนาน 7-14 วัน จนเป็นตัวอ่อนระยะติดต่อ ซึ่งมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลา และจะเคลื่อนไปสู่ปากยุง เมื่อยุงมากัดคนตัวอ่อนระยะติดต่อนี้จะไชผ่านผิวหนังบริเวณแผลที่ยุงกัด และเข้าไปเจริญและเพิ่มจำนวนในคน ต่อมาจะก่อให้เกิดภาวะโรคเท้าช้างได้ พยาธินี้จะอาศัยอยู่ในระบบน้ำเหลืองของคนมีการปล่อยสารพิษออกมา ทำให้ระบบทางเดินน้ำเหลืองอุดตัน เป็นผลให้อวัยวะบวมโตซึ่งกว่าจะเห็นใช้เวลานานปี ทำให้พิการไปตลอดชีวิต

โรคเท้าช้าง (Filariasis) ที่เกิดจากเชื้อ *Brugia malayi* ซึ่งพบโรคนี้ทางภาคใต้ของประเทศไทย มียุงเสือที่เป็นพาหะ ได้แก่ *Ma. bonneae*, *Ma. uniformis*, *Ma. dives*, *Ma. indiana*, *Ma annulata* และ *Ma. annulifera*[10]

การป้องกัน ควบคุมยุงเสือ

1. การควบคุมในระยะลูกน้ำ

- การควบคุมทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Control) โดยการควบคุมแหล่งเพาะพันธุ์ให้ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของลูกน้ำยุง โดยเฉพาะแหล่งเพาะพันธุ์ที่มีพืชน้ำ เช่น การกลบถมและทำลายวัชพืช
- การใช้ชีววิธี (Biological control) โดยการปล่อยปลากินลูกน้ำ เช่น ปลาหางนกยูง ปลาสอด หรือปลาชนิดต่างๆ ที่สามารถกินลูกน้ำยุงได้

2. การควบคุมระยะตัวเต็มวัย

- การใช้สารเคมีกระป๋องสเปรย์ การฉีดพ่นสเปรย์กระป๋องเคมีควรพ่นแล้วปิดอบห้องไว้นาน 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง แล้วเปิดหน้าต่างและประตูระบายอากาศก่อน แล้วค่อยเข้าไปภายในห้องเพื่อทำกิจวัตรประจำวันต่างๆ ได้ตามปกติ
- การใช้มุ้งชุบสารเคมีฆ่าแมลง การนอนในมุ้งชุบสารเคมีเมื่อยุงมาเกาะที่มุ้งสารเคมีจะออกฤทธิ์ทั้งไล่และออกฤทธิ์ในการฆ่ายุงที่มาสัมผัสกับมุ้งชุบสารเคมี

3. การป้องกันตนเอง

การป้องกันตนเองจากการถูกยุงกัดเป็นการลดการสัมผัสระหว่างคนกับยุง มีวิธีการต่างๆ เช่น การจุดยากันยุง การใช้สารทาไล่ยุง เช่น น้ำมันตะไคร้หอม หรือสารสังเคราะห์ เช่น DEET, Icaridin เป็นต้น การนอนในมุ้ง การสวมใส่เสื้อแขนยาวและกางเกงขายาวให้มิดชิด เมื่อต้องออกไปทำกิจวัตรประจำวันนอกบ้าน

ยุงแม่ไก่

ยุงแม่ไก่ มีลักษณะคล้ายยุงลายแต่มีขนาดใหญ่กว่า บางครั้งได้สร้างความสับสนกับผู้พบเห็นคิดว่าเป็นยุงลาย ยุงชนิดนี้ไม่ได้เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญมาสู่คนในประเทศไทย แต่มีรายงานพบเชื้อซิกาไวรัสในตัวยุง ซึ่งต้องพิสูจน์ต่อไปว่าสามารถถ่ายทอดโรคดังกล่าวได้หรือไม่ ยุงแม่ไก่เป็นยุงในสกุล *Armigeres* หรือที่เรียกว่า ยุงแม่ไก่ จัดอยู่ใน Order Diptera, Family Culicidae, Subfamily Culicinae, Tribe Aedini, Genus *Armigeres* มี 2 Subgenera ได้แก่ *Armigeres* และ *Leicesteria* การกระจายตัวของยุงในสกุล *Armigeres* จะพบในประเทศอินเดีย ประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จีนตอนใต้ อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์และหมู่เกาะต่างๆ ในมหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแปซิฟิก และในทวีปออสเตรเลีย ทั่วโลกพบ 58 ชนิด แบ่งออกได้ 2 สกุลย่อย ได้แก่ *Armigeres* มีจำนวน 40 ชนิด และ *Leicesteria* มีจำนวน 18 ชนิด สำหรับประเทศไทยมียุงแม่ไก่รวม 29 ชนิด เป็นยุงในสกุลย่อย *Armigeres* จำนวน 13 ชนิด และ *Leicesteria* จำนวน 16 ชนิด[48] ในประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น จะพบยุงแม่ไก่ชนิดเดียว คือ *Armigeres subalbatus* สำหรับประเทศไทยพบยุงแม่ไก่ชนิด *Ar. subalbatus* มากที่สุด อยู่ในสกุลย่อย *Armigeres* ซึ่งพบได้ทั่วประเทศโดยเฉพาะเขตชนบท (ภาพที่ 1.20)

ภาพที่ 1.20 ยุงแม่ไก่ (*Armigeres* sp.)[49]

วงจรชีวิตยุงแม่ไก่

1. ระยะไข่

ยุงแม่ไก่ *Ar. subalbatus* วางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ เหนือระดับน้ำ ไข่สามารถทนแล้งได้ มีรายงานพบว่าสามารถเก็บไว้ในที่แห้ง และเก็บไว้ได้นาน 2-3 เดือน ไข่จะฟักเป็นตัวอ่อนภายในเวลา 2-5 วัน ที่อุณหภูมิประมาณ 27 องศาเซลเซียส

2. ระยะลูกน้ำ

ระยะลูกน้ำของยุงแม่ไก่คล้ายยุงลาย แต่มีขนาดใหญ่กว่า มีท่อหายใจ (siphon) สั้น แต่บนท่อหายใจไม่มี Pecten จึงทำให้ในยุงแม่ไก่แตกต่างจากยุงชนิดอื่นๆ ทั้งหมด และในระยะลูกน้ำบางกรณีสามารถกินลูกน้ำด้วยกันเป็นอาหารด้วย ระยะลูกน้ำใช้เวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 7-12 วัน จึงลอกคราบเข้าสู่ระยะตัวโม่ง[50] (ภาพที่ 1.21)

ภาพที่ 1.21 ลูกน้ำยุง *Armigeres* sp.[49]

3. ระยะตัวโม่ง

ใช้เวลาประมาณ 2-4 วัน ตัวโม่งจึงจะลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย

4. ระยะตัวเต็มวัย

ตัวเต็มวัยเพศเมียของยุงแม่ไก่มีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้ายกับชนิดของยุงในสกุล *Aedes* แต่โดยทั่วไปจะมีขนาดใหญ่กว่า และจะมีส่วนปาก (proboscis) โค้งลงเล็กน้อย และแบนด้านข้าง ตารวมแยกออกจากกันด้วยเกล็ดสองแถวยาว เกล็ดส่วนหลังกว้างและแบน สำหรับยุงแม่ไก่ *Ar. subalbatus* (ภาพที่ 1.22) ตัวเต็มวัยมีลายขาวดำ มีลักษณะค่อนข้างคล้ายยุงลาย เพราะส่วนท้องมีลายขาวแทรก และด้านข้างอกมีลายขาวสลับ แต่มีขนาดใหญ่กว่ายุงลายโดยทั่วไปเล็กน้อย และมีลักษณะแตกต่างจากยุงลายตรงที่ scutum ซึ่งอยู่ที่ส่วนอก ไม่มีแถบหรือลายสีขาว จึงเห็นส่วนหลังทั้งหมดของยุงเป็นพื้นสีเทาหรือดำ ตรงปลายของส่วนปากจะหนา และงอุ้มเล็กน้อย ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่หลังจากกินเลือดแล้วประมาณ 4-6 วัน และมีชีวิตอยู่ได้นานประมาณ 1 เดือน[48, 51]

ภาพที่ 1.22 ยุงแม่ไก่ *Armigeres subalbatus* ระยะตัวเต็มวัย[31]

ชีวนิสัยของยุงแม่ไก่

1. การวางไข่ แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงแม่ไก่ พบได้ในแหล่งน้ำขนาดเล็กโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่มีน้ำเน่าเสียหรือน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง รวมถึงถังบำบัดน้ำเสีย โดยยุงแม่ไก่ชอบวางไข่ในแหล่งน้ำที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนียสูง มีค่า pH อยู่ระหว่าง 8.0-8.5 และปรับตัวได้ดีให้อยู่รอดในภาชนะที่มีน้ำขังต่างๆ ซึ่งรวมถึงแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาติ เช่น ตอไม้ โพรงหิน โพรงต้นไม้ ตอไม้ไผ่ กาบใบพืชต่างๆ กะลามะพร้าว ตัวเต็มวัยส่วนใหญ่พบในพื้นที่ป่า และพื้นที่เพาะปลูก

2. การออกหากินเลือด ยุงแม่ไก่ออกหากินในเวลาพลบค่ำ และกินเลือดเหยื่อพร้อมกันหลายตัว การเข้ากัดของยุงแม่ไก่ *Ar. subalbatus* พบเข้ากัดนอกบ้านมากกว่าในบ้าน ช่วงเวลาเข้ากัดมีลักษณะที่ชัดเจน โดยพบใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงรุ่งเช้าแต่พบจำนวนยุงน้อย และในช่วงพลบค่ำพบยุงเป็นจำนวนมาก[52] จากการศึกษา *Ar. subalbatus* ในประเทศมาเลเซีย พบอัตราการเข้ากัดสูงสุดในเวลา 18.00-19.00 น. ช่วงเวลาการปรากฏตัวเป็นเช่นนี้ทุกวันไม่มีการเปลี่ยนแปลง โดยมีปัจจัยของความเข้มแสงในช่วงเวลาที่พระอาทิตย์ขึ้นและตกที่ทำให้เกิดพฤติกรรมนี้ นอกจากนี้ความหนาแน่นของประชากรยุงในการออกหาเหยื่อยังขึ้นกับข้างขึ้นข้างแรมของดวงจันทร์ โดยจะพบยุงจำนวนมากขึ้นเมื่อพระจันทร์เต็มดวง และลดลงในช่วงข้างแรม[53-55]

3. การแพร่กระจาย สำหรับฤดูกาลที่พบยุงชนิดนี้มากที่สุด คือ ช่วงฤดูฝน และพบได้น้อยช่วงฤดูแล้ง ยุงแม่ไก่ *Ar. subalbatus* มีพฤติกรรมดูดกินเลือดสัตว์มากกว่าเลือดคน และมีการศึกษาพบว่าดูดกินเลือดคน สุกร วัว สุนัข ไก่ สัตว์เลื้อยคลาน ไม่ดูดกินเลือดสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ จึงเป็นสาเหตุที่ยุงชนิดนี้สามารถถ่ายทอดเชื้อโรคจากสัตว์ได้[56-57]

ความสำคัญทางการแพทย์

- ก่อให้เกิดความรำคาญ กัดเจ็บเพราะมีส่วนปากขนาดใหญ่
- มีรายงานพบเชื้อไวรัสไข้สมองอักเสบ (Japanese encephalitis) ในยุง *Ar. subalbatus* ในประเทศไต้หวัน พบเชื้อซิก้าไวรัส ในยุง *Ar. subalbatus* ในประเทศไทยและจีน
- เป็นพาหะหลักของเชื้อพยาธิ *Brugia pahangi* ที่สามารถติดต่อสู่คนได้ โดยยุงที่เป็นพาหะหลัก คือ *Ar. subalbatus* ในประเทศมาเลเซีย และพบเชื้อพยาธิ *Wuchereria bancrofti* ในยุง *Ar. subalbatus* ในประเทศอินเดีย[58]
- ยุงแม่ไก่เป็นพาหะที่สำคัญของพยาธิหัวใจสุนัข *Dirofilaria immitis* ซึ่งยุงชนิดนี้จะกัดคนในเวลาใกล้รุ่ง และตอนพลบค่ำ และจะพบได้ทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตชนบท

การควบคุมยุงแม่ไก่

1. การควบคุมระยะลูกน้ำ

การควบคุมโดยจัดการสิ่งแวดล้อม แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงแม่ไก่มีทั้งในแหล่งภาชนะขังน้ำเน่าเสีย หรือน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง เช่น ถังบำบัดน้ำเสีย บ่อเกรอะ ถังหมัก ควรปิดฝาหรือใช้วัสดุที่สามารถปิดปากภาชนะให้เรียบร้อย ไม่ให้ยุงแม่ไก่สามารถเล็ดลอดเข้าไปวางไข่ได้ สำหรับแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น แอ่งหิน โพรงต้นไม้ ตอไม้ ตอไม้ไผ่ กาบใบพืชต่างๆ จะค่อนข้างควบคุมได้ยาก ไม่เหมาะสมที่จะใช้ทรายเทมีฟอส ให้ใช้วิธีกำจัด ตัดออก จัดเก็บ หรือแก้ไขอย่างเหมาะสมเพื่อป้องกันการแพร่พันธุ์

2. การควบคุมระยะตัวเต็มวัย

การควบคุมทางกายภาพ เช่น ใช้ไม้ช็อตยุง กับดักยุง การนอนกางมุ้ง เป็นต้น การควบคุมทางเคมี เช่น การฉีดพ่นสเปรย์กระป๋องเคมี การใช้สารซักล้างผสมน้ำอัตรา 1:1 ฉีดพ่นยุง ใช้มุ้งชุบสารเคมีฆ่าแมลง การใช้เครื่องพ่นสารเคมีฉีดพ่นนอกบ้านขณะที่ยุงออกหากิน การใช้มุ้งชุบสารเคมีฆ่าแมลง การใช้ยาจุดกันยุง เป็นต้น

บรรณานุกรม

1. Harbach R.E. Mosquito Taxonomic Inventory [Internet]. 2021 [cited 22 Jan 2021]; Available from: http://mosquito-taxonomic-inventory.info/simpletaxonomy/term/6045.
2. Rattanarithikul R, Harrison BA, Panthusiri P, Coleman RE. Illustrated keys to the mosquitoes of Thailand I. Background; geographic distribution; lists of genera, subgenera, and species; and a key to the genera. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2005;36: 1-80.
3. Williams J, Pinto J. Training Manual on Malaria Entomology for Entomology and Vector Control Technicians (Basic Level). RTI International. 2012 [cited 2021 Sep 21]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/262450744_Training_Manual_on_Malaria_Entomology/download.
4. National Environment Agency. Male Mosquitoes Do Not Bite or Transmit Disease [Internet]; c2021 National Environment Agency [updated 2020 Dec 16; cited 2021 Jun 28]. Available from: https://www.nea.gov.sg/corporate-functions/resources/research/wolbachia-aedes-mosquito-suppression-strategy/male-mosquitoes-do-not-bite.
5. Paixão ES, Teixeira MG, Rodrigues LC. Zika, chikungunya and dengue: the causes and threats of new and re-emerging arboviral diseases. BMJ Glob Health. 2018 Jan 4;3:1-6.
6. Rattanarithikul R, Harbach RE, Harrison BA, Panthusiri P, Coleman RE, Richardson JH. Illustrated keys to the mosquitoes of Thailand. VI. Tribe Aedini. Southeast Asian J Trop Med Public Health. 2010;41:1-225.
7. Contra Costa Mosquito and Vector Control District. *Aedes aegypti and Aedes albopictus* - Invasive Mosquito Species Capable of Transmitting Disease. [cited 2021 Apr 2]. Available from: https://www.contracostamosquito. com/invasive_mosquito_species.htm.
8. สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก กรมควบคุมโรคติดต่อ. โรคไข้เลือดออก ฉบับประเกียรณก. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด; 2545.
9. World Health Organization. Vector Control - Methods for Use by Individuals and Communities. by Jan A. Rozendaal. World Health Organization; 1997.
10. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: หนังสือดีวัน จำกัด; 2553.
11. Kalra NL, Kaul SM, Rastogi, RM. Prevalence of *Aedes aegypti and Aedes albopictus*-Vectors of Dengue Haemorrhagic Fever in North, North-East and Central India. [Internet] World Health Organization; 1997 [cited 2021 Jan 11]. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/148533.

12. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. ชีววิทยาและการควบคุมยุงลายสวน. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. นนทบุรี; 2556.
13. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. แนวทางการวินิจฉัย ดูแลรักษาผู้ป่วยโรคไข้ปวดข้อยุงลาย 2563. นนทบุรี: อักษรกราฟฟิค แอนด์ดีไซน์; 2563.
14. สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กรมควบคุมโรค. คู่มือการป้องกันควบคุมโรคติดเชื้อไวรัสซิกา สำหรับบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข ปี 2559. นนทบุรี: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก ในพระบรมราชูปถัมภ์; 2559.
15. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. มาตรการในการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคติดเชื้อไวรัสซิกา [อินเตอร์เน็ต]. [ปรับปรุงเมื่อ 18 กันยายน 2563; เข้าถึงเมื่อ 16 กันยายน 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://drive.google.com/file/d/1evu_3xXvUzJzC2LBgJkrnV Z3f4Fskzfu/view.
16. World Health Organization. Manual on environmental management of mosquito control. Geneva: World Health Organization; 1982.
17. World Health Organization. Comprehensive Guidelines for Prevention and Control of Dengue and Dengue Haemorrhagic Fever. SEARO Technical Publication Series No. 60. : World Health Organization; 2011.
18. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือการใช้เครื่องพ่นสำหรับผู้ปฏิบัติการเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก. พิมพ์ครั้งที่ 4. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข; 2560.
19. The Armed Forces Pest Management Board (AFPMB). *Aedes* Mosquito Vector Control [Internet] Armed Forces Pest Management Board Technical Guide No. 47 ; 2016 [cited 2021 Jan 11]. Available from: https://www.acq.osd.mil/eie/afpmb/docs/techguides/tg47.pdf.
20. Kittayapong P, Ninphanomchai S, Limohpasmanee W, Chansang C, Chansang U, Mongkalangoon P. Combined sterile insect technique and incompatible insect technique: The first proof-of-concept to suppress *Aedes aegypti* vector populations in semi-rural settings in Thailand. PLoS Negl Trop Dis. 2019 Oct 28;13(10): 1-21.
21. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา [อินเตอร์เน็ต]. สเปรย์ และยาทากันยุง เด็กเล็กควรระวัง; c2018-19 [ปรับปรุงล่าสุด 2 ธันวาคม 2563; เข้าถึงเมื่อ 11 กรกฎาคม 2564]; เข้าถึงได้จาก: https://oryor.com/%E0%B8%AD%E0%B8%A2/detail/media_printing/1841
22. สำนักควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ผลิตภัณฑ์ไล่แมลง [อินเตอร์เน็ต]. [ปรับปรุงล่าสุด 10 มกราคม 2560; เข้าถึงเมื่อ 11 กรกฎาคม 2564]; เข้าถึงได้จาก: https://www.fda.moph.go.th/sites/Hazardous/KM_Paper/Forms/AllItems.aspx
23. Sophie J. Balk MD, FAAP. Choosing an Insect Repellent for Your Child [Internet] The American Academy of Pediatrics; 2021 [cited 2021 July 11]. Available from: https://www.healthychildren.org/English/safety-prevention/at-play/Pages/Insect-Repellents.aspx.

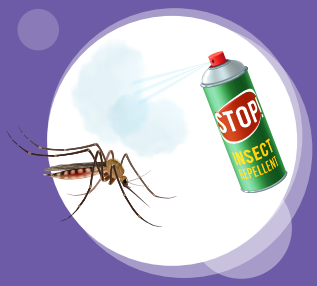
24. Environmental Working Group. EWG's Guide to Better Bug Repellents [Internet]; 2013 [cited 2021 July 11]. Available from: https://www.ewg.org/news-insights/news-release/ewgs-guide-better-bug-repellents.
25. National Pesticide Information Center. Choosing and Using Insect Repellents [Internet]; 2021 [cited 2021 July 11]. Available from: http://npic.orst.edu/ingred/ptype/repel.html.
26. Harbach, R.E. Genus *Anopheles* Meigen, 1818 [Internet]. 2021 [cited 2 Apr 2021]; Available from: http://mosquito- taxonomic-inventory.info/genus-anopheles-meigen-1818.
27. Wikipedia, the free encyclopedia. *Anopheles* [Internet]. 2021 [cited 2 Apr 2021]; Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Anopheles.
28. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. แนวทางการปฏิบัติงานกำจัดโรคไข้มาลาเรียสำหรับบุคลากรทางแพทย์และสาธารณสุขประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2562.
29. Scientists Against Malaria (SAM). *Anopheles dirus*. [Internet]. 2021 [cited 30 Mar 2021]; Available from: https://scientistsagainstmalaria.net/vector/anopheles-dirus.
30. Wikimedia Commons. *Anopheles (cellia) minimus* species complex [Internet]. 2021 [cited 30 Mar 2021]; Available from: https://malariaatlas.org/bionomics/anopheles-minimus/.
31. Walter Reed Biosystematics Unit (WRBU) | Smithsonian Institution. species profiles [Internet]. 2021 [cited 21 May 2021]; Available from: https://www.wrbu.si.edu/vector-species.
32. Vector control research centre, India. Mosquito - *Anopheles sundaicus*, 2020 [Internet]. 2021 [cited 21 May 2021]; Available from: http://vectorinfo.icmr.org.in/.
33. Baranitharan M, Gokulakrishnan J, Sridhar N. Introduction of Vector Mosquitoes. [Internet] 2018. [cited 30 Mar 2021]; Available from: file:///C:/Users/VBD-ENT-/Downloads/Baranibook2.pdf.
34. University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences. common African malaria mosquito [Internet]. 2014 [cited 30 Mar 2021]; Available from: https://entnemdept.ufl.edu/creatures/aquatic/Anopheles_gambiae.htm#top.
35. อุษาวดี ถาวะระ, อภิวัฏ ธนสิน, จิตติ จันทร์แสง, ประคอง พันธ์อุไร และโยชิโตะ วาดะ. การเปลี่ยนแปลงความชุกชุมของยุงพาหะนำโรคไข้สมองอักเสบในประเทศไทยระหว่างปี 2535-2537. กรุงเทพฯ: ดีไซร์; 2546.
36. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Life Cycle of Culex Species Mosquitoes [Internet]. 2012 [cited 18 Feb 2021]; Available from: https://www.cdc.gov/mosquitoes/about/life-cycles/culex.html.

37. Field of Science. Culex [Internet]. 2012 [cited 18 Feb 2021]; Available from: http://taxondiversity.fieldofscience.com/2012/09/culex.html.
38. Jan Hamrsky. Emerging mosquito (*Culex* sp.) [Internet]. 2012 [cited 18 Feb 2021]; Available from: http://lifeinfreshwater.net/ngg_tag/mosquitoes/.
39. วิชาญ ปาวัน, ปทุมมาลย์ ศิลาพร, จินดารัตน์ โรมา, ดารารัตน์ ศิริมงคล, ปฏิคม วิวัฒนานนท์, และนิติพร รัตนปกรณ์. การสำรวจหาเชื้อไวรัสเวสต์ไนล์ในยุง ภายในท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ. สำนักโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรค; 2555.
40. สนธยา เตียวศิริทรัพย์. หนอนพยาธิหัวใจสุนัขและความเสี่ยงต่อการติดโรคในคน. Chulalongkorn Medical Journal. 2553;54(6):625-35.
41. สมชาย เชื้อวัชรินทร์, วัฒนาลัย ปานบ้านเกร็ด, นฤมล โกมลมิศร์, ปิติ มงคลางกูร และเพ็ญจันทร เมฆวิจิตรแสง. ผลิตภัณฑ์ชีวภาพควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2564]; เข้าถึงได้จาก: https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2013/20130304-6-Bacillus-sphaericus-B2-5.pdf.
42. เสียงธรรมวิมล โรจน์ฤทัย, รุจิรา กลั่นเรืองแสง, สุวรรณ อดิศัยมนตรี, ยุทธนา สามัง, บุณณ์ภัสสร บุญจุน, และชุบ เลิศวิธี. การควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญโดยใช้ Novaluron ในแหล่งน้ำขัง. วารสารควบคุมโรค 2555;38(2):138-46.
43. ชวลิต แก้วกก, สีใส ยี่สุ่นแสง, นิธิพัฒน์ มีโภคสม, ทวีศักดิ์ ทองบู่, และดุษิต โพธิ์ทอง. ความสามารถในการดักยุงของปี๊บดักยุง 4 แบบ ในจังหวัดเพชรบูรณ์. วารสารควบคุมโรค 2552;35:138-44.
44. ธงชัย งามประเสริฐวงศ์, กษิดิศ ริสอน, จิตรทิวัส พรประเสริฐ, และพชรพล จุ่มศรี. ค้างคาว บริเวณเขาถ้ำเสือ-เขาจำปา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาฯ; 2560.
45. ภาพข่าวจากแนวหน้า. กางมุ้งให้สุกร กันโรค [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2564]; เข้าถึงได้จาก: https://www.naewna.com/likesara/428569.
46. กับดักยุงและแมลงขนาดใหญ่ [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม 2564]; เข้าถึงได้จาก: http://board.kobalnews.com/view.php?%20category=siamindu&wb_id=19669.
47. New south wales arbovirus surveillance & mosquito monitoring program. Mosquito photos *Coquillettidia* & *Mansonia* adults & larvae [Internet]. [cited 1 Mar 2021]; Available from: https://medent.usyd.edu.au/arbovirus/mosquit/photos/mosquitophotos_coquillettidia_mansonia.htm#top
48. Reinert JF, Harbach RE, Rattanarithikul R. Aedine mosquito species (Diptera: Culicidae: Aedini) occurring in Thailand with their current generic and subgeneric status, and new country records. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2005; 36(2): 412-6.
49. Lam WN, Yeo H, Lim RJY, Wong SH, Lam-Phua SG, Fashing NJ, et al. A comparative exploration of the inquiline and prey species of Nepenthes rafflesiana pitchers in contiguous and fragmented habitat patches in Singapore. Raffles Bulletin of Zoology 2020;68, 838-858.

50. Rajavel AR. Larval habitat of *Armigeres subalbatus* (COQ) and its characteristics in Pondicherry. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1992; 23(3):470-3
51. Toma T, Miyagi I, Benjaphong N. Redescription of *Armigeres (Armigeres)* theobaldi (Diptera: Culicidae). Mosq Syst 1994; 26: 11–8.
52. Srinivas SD, Pandian RS, Dwarakanath SK. Biting behaviour of *Armigeres subalbatus* (Coquillett) with reference to host selection and landing. Indian J Exp Biol 1994; 32: 348-50.
53. Chaves LF, N Imanishi, Hoshi T. Population dynamics of *Armigeres subalbatus* (Diptera: Culicidae) across a temperate altitudinal gradient. Bulletin of Entomological Research 2015; 105(5):589-97.
54. Jagbir SK, Simarjit K. Prevalence and distribution of *Armigeres subalbatus* (Coquillett) in Punjab. International Journal of Fauna and Biological Studies 2015; 2(3): 44-47.
55. Selvaraj PR, Chandrashekaran MK. Rhythms in the Biting Behaviour of a Mosquito *Armigeres subalbatus*. Oecologia (Berl.) 1980; 4: 89-95.
56. Boonserm R, Jantorn R, Phumee A, Sor-suwan S, Jariyapan N, Tiawsirisup S, Siriyasatien P. Identification of blood meal from field collected filarial vector mosquitoes, *Armigeres subalbatus* by multiplex PCR. Thai J Vet Med 2019; 49(2): 155-160.
57. Chen, CD, Wan-Norafikah O, Nurin-Zulkifli IM, Lee HL, Faezah K, Izzul AA, et al. Biting behaviour of medically important mosquitoes (Diptera: Culicidae) in Peninsular Malaysia. Tropical Biomedicine 2017; 34(1): 199–211.
58. Muslim A, Fong MY, Mahmud R, Lau YL, Sivanandam S. *Armigeres subalbatus* incriminated as a vector of zoonotic Brugia pahangi filariasis in suburban Kuala Lumpur, Peninsular Malaysia. Muslim et al. Parasites & Vectors 2013; 6:219.

บทที่ 2

สารเคมีกำจัดแมลงในการควบคุมยุงพาหะนำโรค



การใช้สารเคมีกำจัดแมลงในการควบคุมยุงพาหะนำโรค

การใช้สารเคมีกำจัดแมลงให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและมีความปลอดภัย ผู้ใช้จำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับชนิดของสารเคมี กลไกการออกฤทธิ์ ความเป็นพิษของสารเคมีต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความรู้ทางชีววิทยาของแมลงที่จะควบคุมด้วย

การใช้สารเคมีในทางสาธารณสุข อาจทำให้ยุงพาหะเกิดความต้านทานต่อสารเคมีขึ้นได้หากใช้สารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือใช้สารเคมีที่มีกลไกการออกฤทธิ์ชนิดเดียวกันต่อเนื่องกันนานๆ ซึ่งจะทำให้การควบคุมโรคไม่ได้ผล ดังนั้นในการเลือกใช้สารเคมีจึงต้องมีผลการศึกษาการต้านทานต่อสารเคมีในแต่ละพื้นที่มาประกอบการพิจารณาและมีการบริหารจัดการโดยการหมุนเวียนสารเคมีที่มีกลไกการออกฤทธิ์ต่างกันทุก 2-3 ปี โดยใช้สารเคมีที่ได้รับการขึ้นทะเบียนกับทางสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และเป็นสารเคมีที่แนะนำจากทางองค์การอนามัยโลก[1]

การแบ่งกลุ่มสารเคมีกำจัดแมลง

สารเคมีกำจัดแมลงแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. กลุ่มสารสกัดจากธรรมชาติ

เป็นสารที่สกัดจากธรรมชาติโดยตรง เช่น สารสกัดจากต้นตะไคร้หอม สารสกัดจากพืชโล่ติ๊น สารสกัดจากสะเดา เป็นต้น

2. กลุ่มสารอนินทรีย์

เป็นสารประกอบของแร่ธาตุที่พบตามธรรมชาติ ที่ไม่มีธาตุคาร์บอนในโมเลกุล มีความเสถียรมาก ไม่ระเหย ละลายน้ำได้ดี ซึ่งถือว่าเป็นสารประกอบชนิดรุนแรงมีผลต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นอย่างมาก ตัวอย่างสารเคมีชนิดนี้ เช่น สารประกอบของสารหนู ไซยาไนด์ ปรอท และแทลเลียม เป็นต้น

3. กลุ่มสารอินทรีย์

สารสังเคราะห์ที่มีส่วนผสมของธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน คลอรีน ออกซิเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส และไนโตรเจน แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

3.1 สารเคมีกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine compounds)

เป็นสารสังเคราะห์ เรียกอีกอย่างว่า คลอริเนเตดไฮโดรคาร์บอน (Chlorinated Hydrocarbons) มีธาตุไฮโดรเจน คาร์บอน และคลอรีนเป็นส่วนประกอบ มีคุณสมบัติดูดซึมผิวหนังได้ดี ออกฤทธิ์ต่อการทำงาน

ของระบบประสาทของแมลง สารเคมีกลุ่มนี้มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำแต่เกิดพิษเรื้อรังในระยะยาว คือ ตกค้างในธรรมชาติอยู่นานทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ลักษณะเป็นผลึกสีขาว ไม่มีกลิ่น สารในกลุ่มนี้ เช่น ดีดีที (DDT) ดีลดริน (Dieldrin) คลอร์แดน (Chlordane) เอนโดซัลแฟน (Endosulfan) เป็นต้น

3.2 สารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate compounds)

เป็นสารที่มีธาตุฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบ ออกฤทธิ์ทำให้แมลงตายโดยการสัมผัสและดูดซึมเข้าสู่ตัวแมลง มีคุณสมบัติยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ช่วยในการทำงานของระบบประสาทของมนุษย์และสัตว์ สารในกลุ่มนี้ เช่น ไดคลอร์วอสหรือดีดีวีพี (Dichlovos or DDVP) ไดอะซินอน (Diazinon) มาลาไธออน (Malathion) คลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) เทมีฟอส (Temephos) พิริมิฟอส-เมธทิล (Pirimiphos-methyl) เป็นต้น

3.3 สารเคมีกลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate compounds)

เป็นสารที่มีธาตุไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบสำคัญ มีคุณสมบัติเป็นพิษต่อระบบประสาทอย่างรุนแรง มีฤทธิ์ตกค้างนานและมีพิษคล้ายสารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คือ ยับยั้งเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส สารในกลุ่มนี้ ได้แก่ คาร์โบฟูราน (Carbofuran) โพรพอกเซอร์ (Propoxur) คาร์บาริล (Cabaryl) เบนดิโอคาร์บ (Bendiocarb) เป็นต้น

3.4 สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic Pyrethroids)

เป็นสารเคมีสังเคราะห์ที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายสารไพรีทรินที่สกัดจากพืชในกลุ่มเดียวกับดอกเบญจมาศ ที่มีคุณสมบัติไม่ทนต่อแสง จึงมีการผลิตสารไพรีทรอยด์สังเคราะห์ขึ้นแทน สารในกลุ่มนี้ เช่น อัลเลทริน (Allethrin) ไบโออัลเลทริน (Bioallethrin) ไบโอเรสเมทริน (Bioresmethrin) ไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) เพอร์เมทริน (Permethrin) ไซฟลูทริน (Cyfluthrin) เป็นต้น สารเคมีชนิดนี้ส่วนใหญ่เป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำ ผึ้ง และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังบางชนิด

3.5 สารออกฤทธิ์กลุ่มอื่นๆ ที่พัฒนาขึ้นเนื่องจากการใช้สารเดิมๆ เป็นเวลานานแมลงอาจเกิดความต้านทานได้ ได้แก่

3.5.1 สารเคมีกลุ่มคลอโรนิโคตินิล (Chloronicotinyl)

เป็นสารที่ออกฤทธิ์คล้ายนิโคตินแต่มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมน้อยกว่า มีคุณสมบัติดูดซึม ไม่ขับไล่แมลง ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท กำจัดแมลงได้ทั้งการสัมผัสและการกัดกิน สารในกลุ่มนี้ เช่น อิมิดาโคลพริด (Imidacloprid) เป็นต้น

3.5.2 สารเคมีกลุ่มเฟนนีลไพราโซล (Phenylpyrazole)

เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติดูดซึม มีพิษในแบบสัมผัสและการกัดกิน สารในกลุ่มนี้ใช้ในการแก้ปัญหาแมลงที่มีความต้านทานต่อสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต และไพรีทรอยด์สังเคราะห์ เช่น ฟิโพรนิล (Fipronil) เป็นต้น

3.5.3 สารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง (insect growth regulators; IGRs) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) สารคล้ายจูวิไนซ์ฮอร์โมน (Juvenile hormone analogs) มีหน้าที่ในการรักษารูปร่างลักษณะของตัวอ่อนไม่ให้เจริญไปเป็นตัวเต็มวัย จึงควบคุมการเจริญเติบโตของแมลง เมื่อนำมาใช้กับแมลงทำให้แมลงไม่สามารถลอกคราบได้และตายในเวลาต่อมา สารกลุ่มนี้ที่นำมาใช้ในการควบคุมแมลงตัวแรก คือ เม็ทโทปรีน (Methoprene) ส่วนตัวอื่นๆ ได้แก่ ไพริพร็อกซิเฟน (Pyriproxyfen)

2) สารยับยั้งการสร้างผนังลำตัวแมลง (Chitin synthesis inhibitors) ยับยั้งการสร้างไคติน (Chitin) : ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการสร้างผนังลำตัวของแมลง ใช้ในการกำจัดแมลงระยะไข่และตัวอ่อนเท่านั้น เช่น ไดฟูเบนซูรอน (Diflubenzuron) และ โนวาลูรอน (Novaluron)

สารเคมีทั้งหมดขั้นต้นต่างก็เป็นสารเคมีมีพิษที่มีอันตรายไม่ใช่แต่แมลงเท่านั้น แต่ยังมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น คน สัตว์เลี้ยง พืชบางชนิด ทั้งนี้ควรศึกษาการใช้งาน ตลอดจนอันตรายจากสารพิษ เช่น การได้รับพิษ กลไกการออกฤทธิ์ การแก้พิษ และการป้องกันอันตรายจากสารพิษด้วย

รูปแบบของสารเคมีกำจัดแมลง

สารเคมีกำจัดแมลงส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปน้ำมันซึ่งไม่ละลายน้ำ บางชนิดก็ละลายได้แต่มีพิษสูงเกินไป จึงมีการผสมสารเคมีกำจัดแมลงในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมและสะดวกในการใช้งาน แบ่งได้หลายชนิด ได้แก่[1-3]

1. รูปแบบของเหลว

1.1 สารผสมชนิดน้ำมันข้น EC (Emulsifiable Concentrate) เป็นของเหลวเนื้อเดียวใส ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์กับตัวทำละลาย และผสมสาร emulsifier เพื่อช่วยให้สารออกฤทธิ์ผสมกับน้ำได้ เมื่อผสมกับน้ำจะได้สารละลายสีขาวขุ่นคล้ายน้ำนม สารเคมีกำจัดแมลงรูปแบบนี้มีใช้แพร่หลายที่สุด เช่น Deltamethrin 0.5% EC สูตรผสม เป็นต้น

1.2 สารผสมเหลวข้น SL (Soluble Concentrate) เป็นของเหลวเนื้อเดียวใส ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์และตัวทำละลายที่สามารถละลายน้ำได้ จึงไม่ใส่ emulsifier ดังนั้นเมื่อผสมกับน้ำจะไม่มีสีขาวขุ่น เช่น Imidacloprid 10% SL เป็นต้น

1.3 สารผสมชนิดน้ำมันในน้ำ EW (Emulsion, oil in water) เป็นของเหลวหนืดขาวข้น ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์เป็นละอองขนาดเล็กกระจายตัวอยู่ในน้ำ เมื่อเจือจางด้วยน้ำจะได้สารอิมัลชั่น สีขาวขุ่น ได้แก่ Cyfluthrin 5% EW เป็นต้น

1.4 สารผสมแขวนลอยข้น SC (Suspension Concentrate) หรือ FL (Flowable Concentrate) เป็นสูตรสำเร็จคล้ายคลึงกับ Wettable Powder ซึ่งอยู่ในรูปของครีมหรือของเหลวเข้มข้น สามารถรวมกับน้ำได้ดี และอนุภาคของสารสามารถแขวนลอยอยู่ในสารละลายได้นาน สารไม่ออกฤทธิ์นั้นจะถูกบดให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดของ wettable จึงทำให้แขวนลอยอยู่ได้นาน เช่น alpha-Cypermethrin 10% SC เป็นต้น

1.5 สารผสมแคปซูลแขวนลอย CS (Capsule suspensions) เป็นสารผสมเหลวที่ได้จากกระจายแขวนลอยของสารออกฤทธิ์ในรูปแคปซูลขนาดเล็ก ต้องผสมน้ำก่อนใช้ เช่น lambda-Cyhalothrin 10% CS เป็นต้น

1.6 สารผสมสเปรย์แอโรซอล (Aerosol) บรรจุในกระป๋องทนแรงอัดแก๊ส ภายในมีแรงดันสูง เมื่อกดที่ฉีดสารละลายจะถูกปล่อยออกมาเป็นละอองฝอย เช่น Imiprothrin 0.020% Aerosol สูตรผสม เป็นต้น

2. รูปแบบผงหรือฝุ่น

2.1 สารผสมชนิดผงละลายน้ำ WDP (Water Dispersible Powder) หรือ WP (Wettable Powder) สูตรชนิดผงผสมน้ำ สารเคมีกำจัดแมลงแบบนี้ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์และสารพาหะหรือสารที่ทำให้เจือจาง เมื่อจะใช้ต้องเจือจางด้วยน้ำ ได้แก่ Bifenthrin 10% WP เป็นต้น

2.2 สารผสมชนิดเม็ดละลายน้ำ WDG (Water Dispersible Granules) หรือ WG (Wettable Granules) สูตรชนิดเม็ดผสมน้ำ มีคุณสมบัติและการผลิตเช่นเดียวกับ WP (Wettable Powder) เพียงแต่ผลิตออกมาเป็นเม็ด ได้แก่ Deltamethrin 25% WDG เป็นต้น

2.3 สารผสมชนิดอัดเม็ดละลายน้ำ WT (Water Dispersible Tablets) คุณสมบัติและการผลิตเช่นเดียวกับ WP (Wettable Powder) เพียงแต่ผลิตออกมาเป็นเม็ด ได้แก่ Deltamethrin 25% WT เป็นต้น

2.4 สารผสมอัดเม็ดพร้อมใช้ DT (Tablets for direct application) เป็นสารเคมีกำจัดแมลงที่ผลิตในรูปอัดเม็ดพร้อมใช้งานโดยตรงไม่ต้องผสมน้ำ มักใช้กำจัดแมลงในแหล่งน้ำ เช่น Diflubenzuron 2% DT เป็นต้น

2.5 สารผสมแบบเม็ด G หรือ GR (Granules) สารเคมีกำจัดแมลงรูปแบบนี้จะใช้สารออกฤทธิ์เคลือบกับเม็ดทรายหรือวัสดุอื่นบางชนิด เพื่อนำพาและกระจายลงสู่พื้นที่เป้าหมายได้ง่าย เช่น ในน้ำ นำไปใช้โดยตรงไม่ต้องผสมน้ำ ได้แก่ Temephos 1% GR เป็นต้น

2.6 สารผสมชนิดผงฝุ่น D (Dust) หรือ DP (Dustable Powder) สารเคมีกำจัดแมลงแบบนี้ผลิตโดยนำสารออกฤทธิ์มาบดละเอียดแล้วผสมกับผงของสารไม่ออกฤทธิ์ เช่น ผงหินบางชนิด (Talc) และเบนโธไนท์ (Bentonite) ซึ่งส่วนผสมเหล่านี้จะทำให้เปอร์เซ็นต์ของสารออกฤทธิ์ลดลง นำไปใช้โดยตรงไม่ต้องผสมน้ำ ได้แก่ Permethrin 0.5% DP เป็นต้น

2.7 สารผสมผงละลายน้ำ SP (Soluble Powder) สารเคมีกำจัดแมลงแบบนี้ ผลิตออกมาในรูปเม็ดหรือเกล็ด สามารถละลายน้ำได้ทันที ละลายน้ำได้ง่ายและไม่ตกตะกอน เช่น Acetamiprid 20% SP เป็นต้น

นอกจากนั้นยังมีสารกำจัดแมลงในรูปแบบอื่นอีก เช่น BR (Briquette), GD (Gel for direct application), LLIN (Long-lasting insecticidal net), MC (Mosquito coil), SG (Water soluble granule), UL (Ultra-low volume liquid) เป็นต้น

ระดับความเป็นพิษของสารเคมี

องค์การอนามัยโลกจัดแบ่งระดับความเป็นอันตรายของสารเคมีตามระบบ GHS (The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) ซึ่งเป็นระบบการจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก ที่องค์การสหประชาชาติพัฒนาขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อระบุอันตรายที่พบจากสารเคมีและของผสมเคมี และการสื่อสารถึงข้อมูลอันตรายที่บอกความเป็นอันตรายของสารนั้น ระบบ GHS มีการแบ่งประเภทความอันตรายเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านกายภาพ ด้านสุขภาพ และด้านสิ่งแวดล้อม ประเภทความเป็นอันตรายด้านสุขภาพ แบ่งเป็น 10 ประเภท ซึ่งในส่วนประเภทความเป็นอันตรายความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute toxicity) มีการแบ่งเป็น 5 กลุ่มความเป็นพิษ โดยพิจารณาจากค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของสารเคมี (LD_{50}/LC_{50}) (โดยประมาณ) ซึ่งได้รับผ่านทางปาก (Oral) ทางผิวหนัง (Dermal) และทางหายใจ (Inhalation) การได้รับพิษของสารเคมีผ่านทางปาก และทางผิวหนัง จะวัดค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน เป็นค่า LD_{50} (50% Lethal Dose) หมายถึง ปริมาณของสารเคมีที่ให้กับสัตว์ทดลองทั้งหมดเพียงครั้งเดียวแล้วทำให้กลุ่มของสัตว์ทดลองตายร้อยละ 50 (ครึ่งหนึ่ง) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ของน้ำหนักตัว ตัวอย่างเช่น สารเคมีชนิดหนึ่งถ้าให้สัตว์ทดลองที่มีน้ำหนัก 1 กิโลกรัม กินเข้าไป 10 มิลลิกรัม มีผลทำให้สัตว์ทดลองตายครึ่งหนึ่ง (50%) เพราะฉะนั้นค่า LD_{50} จะเท่ากับ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนทางการหายใจจะวัดเป็นค่า LC_{50} (50% Lethal Concentration) หมายถึง ค่าความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศหรือของสารเคมีในน้ำที่เป็นเหตุทำให้กลุ่มของสัตว์ทดลองตายร้อยละ 50 (ครึ่งหนึ่ง) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อปริมาตรอากาศหนึ่งลิตร ถ้าค่า LD_{50} สูง ความเป็นพิษของสารเคมีจะน้อยลง การจำแนกความเป็นอันตรายของความเป็นพิษเฉียบพลันของสารเคมี (Acute toxicity hazard category) ตามระบบ GHS แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม สรุปข้อมูลการแบ่งกลุ่มได้ดังนี้[4-6] (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 กลุ่มความเป็นอันตรายของความเป็นพิษเฉียบพลันของสารเคมีตามระบบ GHS

กลุ่มความเป็นอันตราย	เกณฑ์การจำแนกประเภท			
	ทางปาก		ทางผิวหนัง	
	LD_{50} (mg/kg bw)	อันตราย (Hazard Statement)	LD_{50} (mg/kg bw)	อันตราย (Hazard Statement)
กลุ่ม 1	< 5	เสียชีวิตกรณีกลืนกิน	< 5	เสียชีวิตกรณีสัมผัสผิวหนัง
กลุ่ม 2	5 - 50	เสียชีวิตกรณีกลืนกิน	50 - 200	เสียชีวิตกรณีสัมผัสผิวหนัง
กลุ่ม 3	50 - 300	มีความเป็นพิษกรณีกลืนกิน	200 - 1,000	มีความเป็นพิษกรณีสัมผัสผิวหนัง
กลุ่ม 4	300 - 2,000	อันตรายกรณีกลืนกิน	1,000 - 2,000	อันตรายกรณีสัมผัสผิวหนัง
กลุ่ม 5	2,000 - 5,000	อาจเป็นอันตรายกรณีกลืนกิน	2,000 - 5,000	อาจเป็นอันตรายกรณีสัมผัสผิวหนัง

การแบ่งระดับความเป็นอันตรายของสารเคมี แต่เดิมองค์การอนามัยโลกจำแนกความเป็นพิษของสารเคมีเป็นประเภทของแข็งและของเหลว โดยใช้เกณฑ์ในการวัดค่าความเป็นพิษที่ต่างกัน แต่ระบบ GHS ใช้เกณฑ์เดียวกันในการวัดค่าความเป็นพิษของสารเคมี องค์การอนามัยโลกจึงได้มีการปรับแก้ไขเกณฑ์การแบ่งระดับความเป็นอันตรายของสารเคมีเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดกลุ่มความเป็นอันตรายของความเป็นพิษเฉียบพลันตามระบบ GSH ดังนี้[7] (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 การจัดระดับความเป็นอันตรายสารเคมีขององค์การอนามัยโลก ตามแนวทางของระบบ GHS

ชั้น		LD_{50} สำหรับหนูทดลอง (มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว)	
		ทางปาก	ทางผิวหนัง
Ia	มีพิษร้ายแรงมาก (Extremely hazardous)	< 5	< 50
Ib	มีพิษร้ายแรง (Highly hazardous)	5 - 50	50 - 200
II	มีพิษปานกลาง (Moderately hazardous)	50 - 2,000	200 - 2,000
III	มีพิษน้อย (Slightly hazardous)	มากกว่า 2,000	มากกว่า 2,000
U	Unlikely to present acute hazard	5,000 หรือ มากกว่า	

สารเคมีที่แนะนำให้ใช้เพื่อการกำจัดแมลงทางสาธารณสุข

ให้เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นวัตถุอันตรายทางด้านสาธารณสุข ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ซึ่งมีสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเป็นหน่วยงานผู้รับผิดชอบ ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนโดยส่วนใหญ่จะอ้างอิงจากสารเคมีกำจัดแมลงและอัตราการใช้ที่แนะนำโดยองค์การอนามัยโลก โดยมีตัวอย่างสารเคมีกำจัดแมลงที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ รวมทั้งอัตราการใช้เพื่อใช้ในการควบคุมแมลงพาหะนำโรค สำหรับแต่ละรูปแบบการใช้งาน[8] ตามตารางที่ 2.3-2.6

ตารางที่ 2.3 สารเคมีกำจัดแมลง และอัตราการใช้ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ในการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้างในการกำจัดยุงพาหะนำโรค

สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticide)	กลุ่มสาร (Chemical type)	ปริมาณของสารเคมีกำจัดแมลง กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร (g/m^2)
Bendiocarb	Carbamate	0.100 - 0.400
Propoxur	Carbamate	1 - 2
Fenitrothion	Organophosphate	2
Malathion	Organophosphate	2
Pirimiphos-methyl	Organophosphate	1 - 2

ตารางที่ 2.3 สารเคมีกำจัดแมลง และอัตราการใช้ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ในการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้างในการกำจัดยุงพาหะนำโรค (ต่อ)

สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticide)	กลุ่มสาร (Chemical type)	ปริมาณของสารเคมีกำจัดแมลง กรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร (g/m^2)
alpha-Cypermethrin	Pyrethroid	0.020 - 0.030
Bifenthrin	Pyrethroid	0.025 - 0.050
Cyfluthrin	Pyrethroid	0.020 - 0.050
Deltamethrin	Pyrethroid	0.020 - 0.025
Etofenprox	Pyrethroid	0.100 - 0.300
lambda-Cyhalothrin	Pyrethroid	0.020 - 0.030

ตารางที่ 2.4 รูปแบบ และปริมาณสารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้สำหรับการชุบมุ้ง

สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticide)	รูปแบบสารเคมี (Formulation)	ปริมาณสารเคมีกำจัดแมลง ต่อมุ้ง 1 ตารางเมตร (Dosage per mosquito net[a])
alpha-Cypermethrin	10% suspension concentrate[b]	6 ml
Cyfluthrin	5% emulsion, oil in water	15 ml
Deltamethrin	1% suspension concentrate	40 ml
Deltamethrin	25% water-dispersible tablet	One tablet
Etofenprox	10% emulsion, oil in water	30 ml
lambda-Cyhalothrin	2.5% capsule suspension (microencapsulated)	10 ml
Permethrin	10% emulsifiable concentrate	75 ml

a Based on the highest WHO recommended concentration of active ingredient (ai) per square metre of netting (α - cypermethrin, 20–40 mg ai/m^2; cyfluthrin, 50 mg ai/m^2; deltamethrin, 15–25 mg ai/m^2; etofenprox, 200 mg ai/m^2; λ-cyhalotrhin, 10–15 mg ai/m^2; and permethrin, 200–500 mg ai/m^2) and for a family-sized net of 15 m^2 and known uptake of liquid by polyester and cotton netting

b 10 ml with α -cypermethrin 6% suspension concentrate

ตารางที่ 2.5 สารเคมีกำจัดแมลง และอัตราการใช้ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้สำหรับการพ่นแบบฝอยละเอียด (ULV) หรือพ่นหมอกควัน เพื่อใช้กำจัดยุง

สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticide)	กลุ่มสาร (Chemical type)	ปริมาณของสารเคมีกำจัดแมลง กรัมต่อพื้นที่ 10,000 ตารางเมตร (g/ha)	
		พ่นฝอยละเอียด (ULV)	พ่นหมอกควัน
Fenitrothion	Organophosphate	250 - 300	250 - 300
Malathion	Organophosphate	112 - 600	500 - 600
Pirimiphos-methyl	Organophosphate	230 - 330	180 - 200
Bioresmethrin	Pyrethroid	5	10
Cyfluthrin	Pyrethroid	1 - 2	1 - 2
Cypermethrin	Pyrethroid	1 - 3	-
Cyphenothrin	Pyrethroid	2 - 5	5 - 10
d,d-trans-Cyphenothrin	Pyrethroid	1 - 2	2.5 - 5
Deltamethrin	Pyrethroid	0.5 - 1.0	0.5 - 1.0
d-Phenothrin	Pyrethroid	5 - 20	-
Etofenprox	Pyrethroid	10 - 20	10 - 20
lambda-Cyhalothrin	Pyrethroid	1.0	1.0
Permethrin	Pyrethroid	5	10
Resmethrin	Pyrethroid	2 - 4	4

ตารางที่ 2.6 สารเคมีกำจัดแมลง และอัตราการใช้ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำเพื่อใช้ควบคุมลูกน้ำยุง

สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticide)	กลุ่มสาร (Chemical type)	ปริมาณของสารเคมีกำจัดแมลง กรัมต่อพื้นที่ 10,000 ตารางเมตร (g/ha)	รูปแบบสูตรผลิตภัณฑ์ (Formulation)
Diflubenzuron	Insect growth regulator	25 - 100	WP
Methoprene	Insect growth regulator	20 - 40	EC
Novaluron	Insect growth regulator	10 - 100	EC
Pyriproxyfen	Insect growth regulator	5 - 10	Granules

ตารางที่ 2.6 สารเคมีกำจัดแมลง และอัตราการใช้ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำเพื่อใช้ควบคุมลูกน้ำยุง (ต่อ)

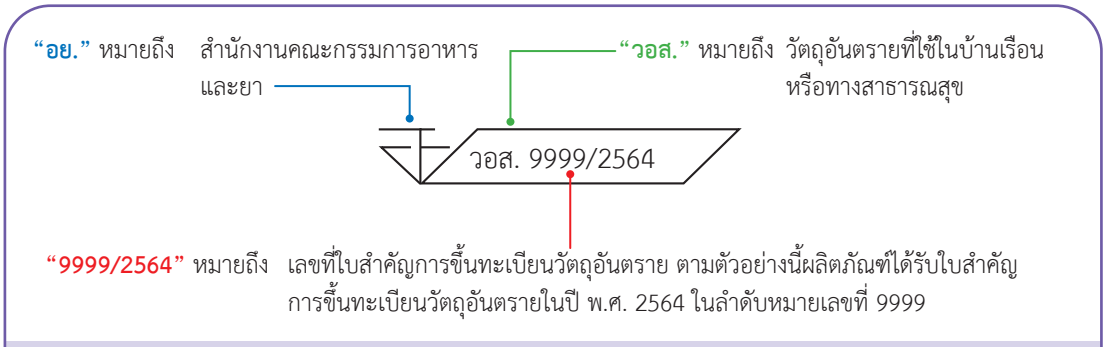
สารเคมีกำจัดแมลง (Insecticide)	กลุ่มสาร (Chemical type)	ปริมาณของสารเคมีกำจัดแมลง กรัมต่อพื้นที่ 10,000 ตารางเมตร (g/ha)	รูปแบบสูตรผลิตภัณฑ์ (Formulation)
Fenthion	Organophosphate	22 - 112	EC, Granules
Pirimiphos-methyl	Organophosphate	50 - 500	EC
Temephos	Organophosphate	56 - 112	EC, Granules

หลักในการพิจารณาเลือกใช้สารเคมีกำจัดแมลง

1. เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา[9]

ผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงที่ใช้ในทางสาธารณสุข เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในการกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ดังนั้นก่อนที่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะสามารถวางจำหน่ายได้ ผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องได้รับการขึ้นทะเบียน และได้รับอนุญาตให้ผลิตหรือนำเข้าจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งการพิจารณารับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงใช้ในทางสาธารณสุขนั้น จะมีการประเมินทั้งในด้านคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของการแสดงข้อความบนฉลากก่อนที่จะรับขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแล้ว จะได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนไว้เป็นหลักฐาน และผู้ผลิตหรือผู้นำเข้า (ตามแต่กรณี) จะต้องแสดงเลขทะเบียนวัตถุอันตรายในกรอบเครื่องหมาย อย. ไว้บนฉลากเพื่อเป็นเครื่องหมายแสดงให้ทราบว่าผลิตภัณฑ์ได้รับการขึ้นทะเบียนถูกต้องตามกฎหมาย โดยได้ผ่านการประเมินประสิทธิภาพและความปลอดภัย และฉลากได้รับการอนุญาตจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาแล้ว



ตัวอย่างการแสดงเลขทะเบียนวัตถุอันตรายบนฉลาก

ตารางที่ 2.7 ตัวอย่างสารกำจัดแมลงที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเคยรับขึ้นทะเบียนสำหรับกำจัดแมลงบิน เช่น ยุง แมลงวัน โดยวิธีพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง

สารออกฤทธิ์ตัวเดียว	สารออกฤทธิ์หลายตัวผสมกัน	
กลุ่ม pyrethroid	**สารผสม**	**กลุ่มของสารผสม**
alpha-Cypermethrin	beta-Cyfluthrin + Imidacloprid	Pyrethroid + Neonicotinoid
Bifenthrin	Cypermethrin + Piperonyl butoxide	Pyrethroid + Synergist
Cyfluthrin	Deltamethrin + Piperonyl butoxide	Pyrethroid + Synergist
Cypermethrin		
Deltamethrin		
Esfenvalerate		
Etofenprox		
lambda-Cyhalothrin		
d-Phenothrin		
Permethrin		
กลุ่ม Organophosphate		
Fenitrothion		
Pirimiphos-methyl		
กลุ่ม Carbamate		
Propoxur		

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างสารกำจัดแมลงที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเคยรับขึ้นทะเบียนสำหรับยุงโดยวิธีพ่นแบบฝอยละเอียด (ULV) หรือพ่นหมอกควัน

สารออกฤทธิ์ตัวเดียว	สารออกฤทธิ์หลายตัวผสมกัน	
กลุ่ม Pyrethroid	**สารผสม**	**กลุ่มของสารผสม**
Cyfluthrin	Permethrin + Tetramethrin	Pyrethroid + Pyrethroid
Cypermethrin	Tetramethrin + Fenitrothion	Pyrethroid + Organophosphate
Deltamethrin	Cyfluthrin + Piperonyl butoxide	Pyrethroid + Synergist
Etofenprox	Permethrin + s-Bioallethrin + Piperonyl butoxide	Pyrethroids + Synergist
lambda-Cyhalothrin		
Permethrin	Deltamethrin + s-Bioallethrin + Piperonyl butoxide	Pyrethroids + Synergist
	Zeta-cypermethrin + Tetramethrin + Piperonyl butoxide	Pyrethroids + Synergist
กลุ่ม Organophosphate		
Pirimiphos-methyl		

2. เลือกใช้ผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับแมลงเป้าหมาย และรูปแบบการใช้ที่ต้องการ

ฉลากของผลิตภัณฑ์กำจัดแมลงที่ใช้ในทางสาธารณสุขที่ได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา จะต้องระบุประโยชน์หรือวัตถุประสงค์การใช้ของผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผู้ใช้ทราบ และนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องตรงตามวัตถุประสงค์ โดยต้องระบุชนิดของแมลง หรือสัตว์พาหะเป้าหมายที่ผลิตภัณฑ์สามารถควบคุมหรือกำจัด และสถานที่หรือขอบเขตการนำไปใช้ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งการประเมินการแสดงข้อความที่เกี่ยวกับประโยชน์ของผลิตภัณฑ์ จะพิจารณาจากผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ต่อแมลง หรือสัตว์พาหะเป้าหมายแต่ละชนิด ดังนั้นเพื่อให้การใช้ผลิตภัณฑ์ได้ประสิทธิภาพตามที่มุ่งหวัง ผู้ใช้จึงควรใช้ตามประโยชน์หรือข้อบ่งใช้ที่ระบุบนฉลากเท่านั้น[9]

ตัวอย่าง

ฉลากของผลิตภัณฑ์ระบุ *"ประโยชน์: ใช้ป้องกันและกำจัดแมลงบินในบ้านเรือนหรืออาคารสถานที่ เช่น ยุง แมลงวัน"* หมายถึง ผลิตภัณฑ์ได้ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพกับตัวแทนของแมลงบินเท่านั้น จึงเหมาะสมที่จะใช้กับแมลงบิน เช่น ยุง หรือแมลงวัน เป็นต้น และควรใช้เฉพาะในบ้านเรือนหรืออาคารสถานที่ต่างๆ เท่านั้น ผลิตภัณฑ์นี้จึงไม่ควรนำไปใช้กำจัดแมลงคลาน เช่น มด หรือแมลงสาบ และไม่เหมาะสมกับการนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น เช่น การนำไปใช้เพื่อกำจัดแมลงทางการเกษตรหรือทางปศุสัตว์ เป็นต้น

ข้อแนะนำในการอ่านฉลาก[9]

ควรอ่านฉลากในทุกขั้นตอนของการใช้ทั้งก่อนการตัดสินใจเลือกซื้อ ก่อนขั้นตอนการผสม ก่อนการฉีดพ่น และก่อนการเก็บหรือทิ้งภาชนะบรรจุผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 2.1-2.3) การอ่านและทำความเข้าใจฉลากในแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติงานมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์ และการปฏิบัติตามวิธีใช้ ข้อควรระวัง คำเตือน และข้อแนะนำในการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายอย่างเคร่งครัดและด้วยความระมัดระวัง จะช่วยป้องกันหรือลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้

ก่อนซื้อ

- ผลิตภัณฑ์สามารถใช้ควบคุมแมลงอะไรได้บ้าง
- สถานที่ที่เหมาะสมในการใช้ และที่ไม่ควรใช้
- ปริมาณที่จะต้องใช้
- อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ที่ต้องใช้ร่วม
- อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ต้องใช้
- วิธีใช้ ข้อห้าม เงื่อนไข และข้อจำกัดการใช้ของผลิตภัณฑ์

ก่อนผสม

- อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ต้องใช้ขณะผสม
- ปริมาณที่จะต้องใช้ในการผสม
- วิธีการและขั้นตอนการผสม
- ผลิตภัณฑ์สามารถผสมกับสารละลายใดและใช้ร่วมกับสารเคมีอื่นได้หรือไม่
- มาตรการความปลอดภัยที่ต้องปฏิบัติตาม

ก่อนฉีดพ่น

- วิธีใช้ ขนาดหรืออัตราการใช้
- อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ต้องใช้ขณะฉีดพ่น
- มาตรการความปลอดภัยที่ต้องปฏิบัติตามเพื่อลดความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากสารเคมีที่จะเกิดขึ้นกับคน สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อม
- ข้อห้ามและข้อแนะนำภายหลังการฉีดพ่น

ก่อนเก็บหรือทิ้งภาชนะบรรจุ

- สถานที่ และวิธีการเก็บรักษา
- วิธีที่กำจัดการปนเปื้อน และการทำลายภาชนะบรรจุ
- การกำจัดสารเคมีเหลือใช้

ภาพที่ 2.1 ข้อแนะนำในการอ่านและทำความเข้าใจฉลาก เพื่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการใช้ผลิตภัณฑ์[9]

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างฉลากผลิตภัณฑ์ป้องกันและกำจัดแมลงบิน เช่น ยุง และแมลงวัน โดยวิธีพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง

เดลเพอไซด์
Delpercide

ผลิตภัณฑ์กำจัดยุง

สำหรับฉีดพ่น
แบบหมอกควัน (Fogging)
แบบฝอยละเอียด (ULV)

ห้ามนำไปใช้ทางการเกษตร

ชื่อและอัตราส่วนของสารสำคัญ:

เอส-ไบโออัลเลทริน (S-bioallethrin)	0.75 % W/V
เดลทาเมทริน (Deltamethrin)	0.50 % W/V
ไพเพอโรนิลบิวทอกไซด์ (Piperonyl Butoxide)	10.00 % W/V

ประโยชน์: ใช้ป้องกันและกำจัดยุงในบ้านเรือนหรืออาคารสถานที่
วิธีใช้: ต้องใช้โดยผู้ที่มีความชำนาญในการกำจัดแมลง

สำหรับการกำจัดยุง โดยวิธีพ่นแบบหมอกควัน

ใช้เดลเพอไซด์ 1 ลิตรผสมกับน้ำมันโซล่า หรือน้ำมันก๊าด 79 ลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำส่วนผสมนี้ไปฉีดพ่นในอัตรา 1 ลิตรต่อพื้นที่ 1,000 ตารางเมตร

สำหรับการกำจัดยุง โดยวิธีพ่นแบบ ULV

ใช้เดลเพอไซด์ 1 ลิตรผสมกับน้ำมันโซล่า หรือน้ำมันก๊าด 4 ลิตร ผสมให้เข้ากัน แล้วนำส่วนผสมนี้ไปฉีดพ่นในอัตรา 75 มิลลิลิตร ต่อพื้นที่ 1,000 ตารางเมตร

ในห้องครัวและโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร ให้ปกปิดหรือเคลื่อนย้ายอาหาร ภาชนะ รวมทั้งพื้นที่ผิวที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอาหาร **ห้าม**ฉีดพ่นขณะทำการผลิต ภายหลังการฉีดพ่นก่อนจะทำการผลิต ให้ทำความสะอาดพื้นผิวที่เกี่ยวข้องกับการผลิต

วิธีการเก็บรักษา: ควรเก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดแน่น อย่าให้ถูกแสงแดด และเก็บในที่มิดชิดให้ห่างจากเด็ก อาหาร สัตว์เลี้ยง และเปลวไฟ

คำเตือน:

1. **ห้าม**รับประทาน
2. ต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง ขณะฉีดพ่นควรอยู่เหนือลม ต้องระวังมิให้เข้าตา ปาก จมูก หรือถูกผิวหนังและเสื้อผ้า
3. หลังจากพ่น เดลเพอไซด์ เสร็จแล้ว ต้องอาบน้ำ เปลี่ยนเสื้อผ้า ก่อนรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ หรือสูบบุหรี่ และซักชุดที่สวมทำงานให้สะอาด
4. **ห้าม**ฉีดพ่นในห้องที่มีเด็กอ่อนหรือผู้ป่วย
5. ขณะทำการฉีดพ่นเดลเพอไซด์ ในอาคาร ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องกับการฉีดพ่นออกจากบริเวณที่ฉีดพ่นเดลเพอไซด์ และไม่เข้าไปในบริเวณนั้น จนกว่าบริเวณที่ฉีดพ่นจะแห้งสนิท
6. ภาชนะบรรจุเดลเพอไซด์ เมื่อใช้หมดแล้วต้องทำลาย หรือส่งคืนผู้ผลิต **ห้าม**นำไปบรรจุสิ่งอื่นใด และ**ห้าม**นำไปเผาไฟจะเกิดอันตราย
7. **ห้าม**ทิ้งเดลเพอไซด์ หรือล้างภาชนะบรรจุ อุปกรณ์ หรือเครื่องพ่นลงในแม่น้ำ คูคลอง และแหล่งน้ำสาธารณะ

วิธีแก้พิษเบื้องต้น:

1. หากถูกผิวหนัง ให้ล้างออกด้วยน้ำสะอาดจำนวนมากๆ ถ้าเปื้อนเสื้อผ้า ให้รีบถอดออก แล้วเปลี่ยนใหม่ทันที
2. หากสูดดม ให้ผู้ป่วยออกจากบริเวณที่ใช้เดลเพอไซด์
3. หากเข้าตา ให้รีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดจนอาการระคายเคืองทุเลา หากไม่ทุเลาให้ไปพบแพทย์
4. หากกลืนกิน เดลเพอไซด์ **ห้าม**ทำให้อาเจียน ให้รีบนำส่งแพทย์พร้อมภาชนะบรรจุ ฉลาก หรือใบแทรกของเดลเพอไซด์

ครั้งที่ผลิต (BN)
วัน เดือน ปีที่ผลิต (DOM)
(yyyy/mm/dd)

ปริมาณสุทธิ 1 ลิตร

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย : บริษัท xxxx จำกัด
เลขที่ xx หมู่ที่ x ถนน xxx ตำบล xxx อำเภอ xxx
จังหวัด xxxx รหัสไปรษณีย์ xxxxx โทร x xxxx xxxx
โทรสาร x xxxx xxxx

วอส. 8888/2561

อันตราย

• ของเหลวติดไฟได้ • อาจเป็นอันตรายเมื่อกลืนกิน • อาจเป็นอันตรายถึงตายได้เมื่อกลืนกิน และผ่านเข้าไปทางช่องลม • ทำลายดวงตาอย่างรุนแรง • เป็นพิษร้ายแรงต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และมีผลกระทบระยะยาว

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างฉลากผลิตภัณฑ์ป้องกันและกำจัดยุง โดยวิธีพ่นแบบฝอยละเอียด (ULV) หรือพ่นหมอกควัน

วิธีเก็บรักษา และการทำลายภาชนะบรรจุ[9]

การจัดเก็บวัตถุอันตรายต้องจัดเก็บตามคำแนะนำที่ระบุบนฉลากภายใต้หัวข้อวิธีการเก็บรักษา โดยทั่วไปมักจะแนะนำให้จัดเก็บในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวกและเก็บให้มิดชิดห่างจากเด็ก อาหาร สัตว์เลี้ยง เปลวไฟ และความร้อน การจัดเก็บควรอยู่ในภาชนะบรรจุเดิม (original container) ที่มีฉลากติดอยู่ครบถ้วนซึ่งภาชนะบรรจุเดิมที่มาจากผู้ผลิตจะถูกออกแบบและทำด้วยวัสดุที่คงทนเหมาะสมกับการจัดเก็บและการบรรจุผลิตภัณฑ์นั้นๆ

บางผลิตภัณฑ์อาจระบุวิธีการเก็บรักษาเพิ่มเติมเป็นการเฉพาะขึ้นกับคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพและความคงตัวของผลิตภัณฑ์ การเก็บรักษาในสถานที่ อุณหภูมิ และด้วยวิธีการที่เหมาะสมจะช่วยให้ผลิตภัณฑ์ไม่เสื่อมสภาพ คงประสิทธิภาพได้ตลอดอายุการใช้งาน และเป็นการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากความเป็นอันตรายทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติไวไฟ กัดกร่อน หรือเป็นสารออกซิไดซ์ เป็นต้น

ภาชนะบรรจุที่ใช้แล้วควรมีการจัดการ ดังนี้

1. ล้างด้วยตัวทำละลายที่ระบุในวิธีการใช้บนฉลาก 3 ครั้ง (triple-rinsed or pressured rinsed) โดยแต่ละครั้งให้เทตัวทำละลายประมาณ 1 ใน 4 ของปริมาตรภาชนะบรรจุ ปิดฝาให้แน่น เขย่าแรงๆ ประมาณ 30 วินาที และรวบรวมตัวทำละลายที่ล้างภาชนะบรรจุเก็บไว้เพื่อนำกลับมาใช้ผสมกับผลิตภัณฑ์ในครั้งต่อไป
2. ทำลายภาชนะบรรจุดังกล่าวเพื่อไม่ให้นำไปใช้ซ้ำ โดยการเจาะ บีบหรือทำให้แตก
3. รวบรวมเพื่อส่งคืนผู้ผลิต หรือรวบรวมติดป้ายบอกว่าเป็นขยะอันตรายเพื่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบดำเนินการต่อไป
4. หากฉลากมีการระบุวิธีการทำลายภาชนะบรรจุไว้เป็นการเฉพาะ ผู้ใช้ควรปฏิบัติตามวิธีการตามที่ระบุอย่างเคร่งครัด

บรรณานุกรม

1. สำนักควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. คู่มือ ผู้ควบคุมการใช้วัตถุอันตรายเพื่อใช้รับจ้าง. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2556.
2. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง: การพัฒนาผลิตภัณฑ์และวิธีทดสอบ. นนทบุรี: หนังสือดีวัน; 2557.
3. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงสัตว์ศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากงานวิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร; 2563.
4. World Health Organization and International Programme on Chemical Safety. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2009 [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2010. [cited 2021 January 18]. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/44271.
5. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก. กรุงเทพฯ: กรมโรงงานอุตสาหกรรม; 2548.
6. United Nations. Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) [Internet]. 3rd ed. New York and Geneva; 2009. [cited 2021 September 9]. Available from: http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/ghs_rev03/03files_e.html.
7. World Health Organization. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 2019 edition [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020. [cited 2021 January 18]. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/9789240005662.
8. World Health Organization. Mosquitoes. In Pesticides and their Application For the control of vectors and pests of public health importance [Internet] .6th ed. World Health Organization. 2006 [cited 2021 January 13]. p. 22-37. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/69223.
9. ดุลาลัย เสฐจินตนิน. ฉลากผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย. ใน สุรเชษฐ จามรมาน และพาริดา สิงหเสนี, บรรณาธิการ, คู่มือผู้ควบคุมการใช้วัตถุอันตรายเพื่อใช้รับจ้าง. พิมพ์ครั้งที่ 4. สมุทรสาคร: บอร์น ทู บี พับลิชชิ่ง; 2561. หน้า 207-217.

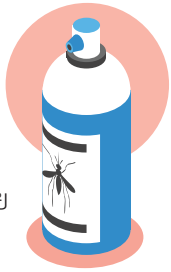
บทที่ 3

การต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงของยุงพาหะนำโรคและแนวทางในการจัดการ

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2492 การใช้สารเคมีกำจัดแมลงเป็นวิธีการหลักที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะนำโรคในประเทศไทย เริ่มจากที่การพ่นสารเคมี ดีดีที แบบฤทธิ์ตกค้างติดพนังบ้านเพื่อควบคุมยุงก้นปล่องพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย แล้วประสบผลสำเร็จสามารถควบคุมการระบาดของโรคไข้มาลาเรีย และเมื่อเกิดโรคไข้เลือดออกระบาดครั้งแรกในปี พ.ศ. 2501[1] ก็ประสบผลสำเร็จในการใช้สารเคมี ดีดีที ควบคุมยุงพาหะนำโรคและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคได้เช่นกัน ต่อมาจึงใช้สารเคมี ดีดีที เป็นสารเคมีหลักสำหรับการควบคุมยุงพาหะนำโรคในประเทศไทย จากนั้นเริ่มใช้ลดลงเนื่องจากพบการตกค้างของสารเคมีในอาหาร และกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2538 ได้หยุดการใช้สารเคมี ดีดีที อย่างถาวร จากการศึกษาหาสารเคมีกำจัดแมลงชนิดใหม่มาทดแทนสารเคมี ดีดีที พบสารเคมีหลายชนิดในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์สามารถใช้เป็นสารเคมีทางเลือกสำหรับการควบคุมยุงได้ นอกจากสารเคมีในกลุ่มนี้จะมีความเป็นพิษที่ควบคุมยุงได้ดีแม้ใช้ในปริมาณต่ำแล้ว คุณสมบัติที่ดีอีกหลายอย่างคือ มีความเป็นพิษต่ำต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สลายตัวได้ดีเมื่อถูกแสงแดด จึงสะสมในสิ่งแวดล้อมไม่นาน และมีความเป็นพิษสูงกับแมลงหลายชนิด ในปี พ.ศ. 2537 เริ่มนำสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 2 ชนิด ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมยุงและมีผลกระทบต่อคนน้อยที่สุด คือ สารเคมีกำจัดแมลงชนิดเดลต้าเมทริน และเพอร์มิทริน มาใช้ในโครงการควบคุมโรคไข้มาลาเรีย โดยใช้พ่นแบบมีฤทธิ์ตกค้างตามผนังบ้าน และใช้เป็นสารเคมีสำหรับชุบมุ้ง ต่อมาใช้ในโครงการควบคุมโรคไข้เลือดออกได้ใช้สารเคมีเดลต้าเมทรินมาเป็นสารเคมีชนิดใหม่ทดแทนสารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่เดิมใช้ในการพ่นแบบฟุ้งกระจาย (พ่นหมอกควัน และพ่นฝอยละเอียด) สำหรับควบคุมยุงลายบ้านพาหะนำโรคในพื้นที่ที่มีโรคไข้เลือดออกระบาด[2, 3] ส่วนการควบคุมลูกน้ำยุงลายยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงสารเคมีที่ใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 ที่ใช้สารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในรูปแบบเม็ดทรายเคลือบด้วยสารเคมีออกฤทธิ์เทมีฟอส 1% และคงใช้ต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน และกรมควบคุมโรคใช้สารเคมีกำจัดแมลงชนิดเดลต้าเมทริน เป็นสารเคมีหลักในการควบคุมยุงพาหะนำโรคในระยะตัวเต็มวัย มายาวนานถึงปัจจุบัน[4]

เป็นระยะหลายสิบปีที่ประเทศไทยใช้สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ควบคุมยุงตัวเต็มวัยชนิดที่เป็นพาหะนำโรค ไม่เพียงแต่สารเคมีเดลต้าเมทริน ยังมีหลากหลายชนิด เช่น เพอร์มิทริน อัลฟาไซเปอร์มิทริน ไบเฟนทริน และไซเปอร์มิทริน เป็นต้น ซึ่งนอกจากใช้พ่นควบคุมยุงพาหะนำโรคโดยหน่วยงานภาครัฐแล้ว ยังมีผลิตภัณฑ์หลายรูปแบบ เช่น กระป๋องอัดลม แบบขดจุดกันยุง สารเคมีชนิดน้ำแบบใช้ไฟฟ้า หรือแบบเจล ที่มีสารเคมีในกลุ่มนี้อีกหลายชนิดเป็นสารออกฤทธิ์ ที่ใช้อย่างกว้างขวางในครัวเรือน ใช้สะดวก และสามารถหาซื้อได้ในท้องตลาดทั่วไป ซึ่งการใช้สารเคมีกำจัดแมลงควบคุมยุงเป็นระยะเวลา

นานติดต่อกันหลายปี ใช้หลากหลายชนิด และใช้เป็นวงกว้างจะเป็นสาเหตุหลักที่กระตุ้นให้ยุงสร้างความต้านทานต่อสารเคมี[5] ทำให้เกิดปัญหาในการควบคุมโรคติดต่อที่นำโดยยุง จากการไม่ประสบผลสำเร็จในการควบคุมพาหะนำโรค การต้านทานสารเคมีของยุงพาหะนำโรคมีหลายกลไกซึ่งสามารถจัดกลุ่มได้ 4 กลไกหลักๆ ประกอบด้วย Physical resistance ส่วนใหญ่ยุงจะสร้างผนังที่หนาหรือลดอัตราซึมผ่านของสารเคมีเข้าทางผิวหนัง (reduced penetration or decreased absorption) Metabolic resistance ยุงจะเพิ่มการผลิตน้ำย่อยออกมาทำลายหรือกำจัดความเป็นพิษของสารเคมี (increased activity of specific enzymes) Genetic resistance ยีนที่เป็นเป้าหมายในการรับความเป็นพิษของสารเคมีจะเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือเปลี่ยนตำแหน่งไปจากเดิมทำให้ไม่มีความไวรับสารเคมี (target site insensitivity) และ Behavioral resistance ยุงจะเปลี่ยนพฤติกรรมด้วยการหลีกเลี่ยงการเข้าสัมผัสสารเคมี (avoidance) เป็นต้น การสร้างความต้านทานต่อสารเคมีในยุงหรือแมลงมีหลายปัจจัยที่มีความเกี่ยวพันซึ่งกันและกันที่อาจจะช่วยเพิ่มหรือขยายการต้านทาน อย่างเช่นในประชากรแมลง 2 กลุ่ม มีกลุ่มที่ทนทานต่อสารเคมี และอีกกลุ่มที่ช่วงแรกยังไวต่อสารเคมีต่อมากลับต้านทานต่อสารเคมี ในกลุ่มที่ทนทานต่อสารเคมีอาจเกิดจากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นพฤติกรรมของแมลงหรือลักษณะทางกายภาพของแมลง หรือจะเป็นการสร้างน้ำย่อยมาสลายความเป็นพิษก็เป็นได้ สำหรับในกลุ่มที่ต่อมาเกิดความต้านทานต่อสารเคมีจะเกิดจากการที่ถูกคัดเลือกโดยธรรมชาติ ซึ่งจะรอดชีวิตเฉพาะแมลงตัวที่สามารถสร้างน้ำย่อยได้ในปริมาณที่มากๆ มาขจัดความเป็นพิษและขับออกจากร่างกาย หรือในแมลงที่ดัดแปลงยีนเป้าหมายไม่ให้มีความไวรับสารเคมีที่เข้ามาในร่างกาย เป็นต้น ซึ่งในกลุ่มแมลงที่รอดชีวิตจะสร้างลูกหลานที่มียีนที่ได้ถูกคัดเลือกแล้วในรุ่นต่อๆ ไป อย่างไรก็ตามโครงการควบคุมยุงพาหะนำโรคด้วยวิธีการใช้สารเคมีมีปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้ยุงสร้างความต้านทานสารเคมี คือ การใช้สารเคมีควบคุมยุงอย่างต่อเนื่อง ใช้สารเคมีที่มีกลไกการออกฤทธิ์แบบเดียวกัน ผู้ใช้สารเคมีมีทั้งใช้สารเคมีได้ถูกต้องและไม่ถูกต้องรวมๆ กัน ใช้อัตราความเข้มข้นไม่เหมาะสมกับชนิดของยุงเป้าหมาย ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นให้ยุงพาหะนำโรคในประเทศไทยสร้างความต้านทานต่อสารเคมี



วิธีการตรวจสอบความต้านทานสารเคมีในยุงพาหะนำโรค

ยุงในประชากรหนึ่งอาจสร้างความต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่มเดียว หรือข้ามกลุ่ม หรือหลายกลุ่มพร้อมกัน ซึ่งอาจมีกลไกการต้านทานเพียงกลไกเดียวหรือหลายกลไกได้เช่นกัน ดังนั้นในการจัดการความต้านทานสารเคมีของยุงในแต่ละพื้นที่ จำเป็นต้องทราบชนิดของสารเคมีที่ยุงต้านทานและกลไกการสร้างความต้านทาน (resistance mechanism) เพื่อหาวิธีการจัดการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ของการต้านทานสารเคมีของยุงในพื้นที่ วิธีการตรวจสอบการสร้างความต้านทานสารเคมีของยุงจะแตกต่างกันตามชนิดของสารเคมีหรือกลไกการต้านทานที่ยุงสร้างขึ้น วิธีการตรวจสอบการต้านทานสารเคมีของยุงหลักๆ ประกอบด้วย

1. วิธีการทดสอบความไว ตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO susceptibility test) เป็นการตรวจสอบความสามารถในการแทรกซึมของสารเคมีเข้าไปในแมลงและสารเคมีสามารถเข้าไปถึงเป้าหมายที่เป็นสาเหตุการตายของแมลง ด้วยการให้สารเคมีผ่านเข้าทางปลายขายุง (tarsal contact) วิธีการทดสอบและการวิเคราะห์ผลใช้ตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก วิธีการคือ จะให้ยุงที่มีชีวิตสัมผัสกับสารเคมี

ที่เคลือบอยู่บนพื้นผิวกระดาษที่ใส่อยู่ในกระบอกทดสอบ กำหนดให้ยุงสัมผัสกับสารเคมีตามเวลาและความเข้มข้นที่เป็นมาตรฐานตามชนิดยุง การวิเคราะห์ผลสภาพความต้านทานของยุง จะใช้อัตราตายของยุงทดสอบเทียบเกณฑ์ ที่กำหนดเป็นมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก[6]

2. วิธีการทดสอบ CDC bottle bioassay เป็นวิธีการตรวจสอบความต้านทานยุงตามวิธีการ Brogdon และ McAllister[7] ที่พัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยหลักการเดียวกันกับวิธีการขององค์การอนามัยโลก แต่ใช้วัสดุอุปกรณ์และจำนวนยุงที่แตกต่างกัน วิธีการทดสอบและการวิเคราะห์ผลใช้แนวทางตาม Centers for Disease Control and Prevention [CDC] การทดสอบจะให้ยุงที่มีชีวิตสัมผัสกับสารเคมีที่เคลือบอยู่บนพื้นผิวของขวดแก้วทดสอบ กำหนดให้ยุงสัมผัสกับสารเคมีและความเข้มข้นตามมาตรฐาน และใช้อัตราตายของยุงมาวิเคราะห์สภาพการต้านทานสารเคมีของยุงตามเกณฑ์ที่ CDC[8] กำหนด

3. การทดสอบทางชีวเคมี (Biochemical enzyme assay) เป็นการตรวจหาสารย่อยสลายพิษ (detoxification enzyme) ที่ยุงผลิตออกมาเพื่อกำจัดหรือสลายความเป็นพิษของสารเคมี สารย่อยประกอบด้วย carboxylesterase, cytochrome P-450 และ glutathione-S-transferases ซึ่งสารย่อยสลายพิษแต่ละชนิดจะมีความเจาะจงกับสารเคมีในแต่ละกลุ่มต่างกัน วิธีการนี้จะตรวจหาปริมาณสารย่อยสลายพิษที่แมลงผลิตออกมา โดยใช้การวัดปริมาณแสงที่สามารถผ่านสารทดสอบซึ่งสารทดสอบจะเปลี่ยนสีเมื่อทำปฏิกิริยากับสารย่อยพิษ ระดับความเข้มของสีจะแปรผันตามปริมาณการผลิตสารย่อยสลายพิษของแมลง แม้ว่าผลการวิเคราะห์จะไม่สามารถวัดระดับการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีได้โดยตรง แต่สามารถบอกให้ทราบว่าในกลุ่มประชากรแมลงมีกลไกการต้านทานเกิดขึ้นและเป็นนัยให้ทราบในกรณีเกิดการต้านทานแบบข้ามกลุ่ม (cross resistance)

4. วิธีการทดสอบ Synergist assay เป็นวิธีการตรวจสอบเพื่อหาความสามารถของสารเสริมฤทธิ์ในการยับยั้งการสร้างหรือผลิตสารย่อยพิษของแมลง วิธีการทดสอบใช้วิธีการพื้นฐานการทดสอบความไวที่เป็นมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก[6] หรือใช้วิธีการ CDC Bottle bioassay[8] ได้ทั้งสองวิธีการ แต่มีหลักการเดียวกันคือ จะให้ยุงสัมผัสกับสารเคมีเพียงอย่างเดียว และให้ยุงสัมผัสกับสารเคมีและสารเสริมฤทธิ์ทำควบคู่กันในเวลาเดียวกัน การวิเคราะห์ผลความสามารถของสารเสริมฤทธิ์ในการยับยั้งการผลิตสารย่อยพิษจะเทียบความแตกต่างของอัตราตายของยุงจากการทดสอบกับสารเคมีอย่างเดียวกับอัตราตายยุงที่ทดสอบแบบมีสารเสริมฤทธิ์ร่วมด้วย โดยแต่ละวิธีการทดสอบจะมีมาตรฐานกำหนดไว้

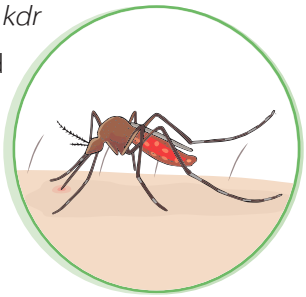
5. วิธีการทดสอบ Molecular (biological) test เป็นวิธีการตรวจสอบระดับ DNA-based โดยใช้เทคนิค PCR ตรวจหา allele-specific เทคนิคนี้เป็นวิธีการง่ายๆ ที่สามารถตรวจหายีนเป้าหมายที่เป็นกลไกการต้านทานที่แน่นอน วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ไวและสามารถตรวจจับได้ทันทีที่เกิดการต้านทานขึ้นในประชากรแมลง ซึ่งสามารถใช้แจ้งเตือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หากเกิดการควบคุมพาหะนำโรคไม่ประสบผลสำเร็จ

สถานการณ์ความต้านทานสารเคมีกำจัดแมลงของยุงพาหะนำโรคในประเทศไทย

ปัจจุบันมีรายงานการต้านทานสารเคมีของยุงหลายชนิดจากหลายแหล่งข้อมูล โดยเฉพาะการต้านทานสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ของยุงลายบ้าน ซึ่งเป็นกลุ่มสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมยุงลายบ้านอย่างแพร่หลาย จากผลการทดสอบความไวยุงลายบ้านตามวิธีการขององค์การอนามัยโลก มีข้อมูลจากหลายรายงานที่พบว่ายุงลายบ้านต้านทานต่อสารเคมีหลายชนิด เช่น Sirisopa *et al.*[9] รายงานว่ายุงลายบ้านหลายพื้นที่ในเขตภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ต้านทานต่อสารเคมีไบเฟนทริน เพอร์มิทริน เดลต้าเมทริน และแลมดาไซฮาโลทริน และยุงลายบ้านจากบางพื้นที่ในเขตเดียวกันมีความทนทานต่อสารเคมีอัลฟาไซเปอร์มิทริน เช่นเดียวกับที่เคยรายงานข้อมูลยุงลายบ้านจากพื้นที่ 6 จังหวัด ตัวแทน 4 ภาคของประเทศที่พบว่าต้านทานต่อสารเคมีไซฟูทริน ไซเปอร์มิทริน เดลต้าเมทริน อีโทรเฟนพร็อกซ์ แลมดาไซฮาโลทริน และเพอร์มิทริน[10] และยังพบว่ายุงลายบ้านในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีอัตราความต้านทานต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินค่อนข้างสูง[11] เช่นเดียวกับที่ พรรณเกษม และคณะ[12] พบว่ายุงลายบ้านในช่วงปี 2549-2553 ในหลายพื้นที่ของประเทศต้านทานต่อสารเคมีกำจัดแมลงเดลต้าเมทริน มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่เริ่มสร้างความต้านทาน (ทนทาน) นอกจากนี้ พบว่ายุงลายบ้านจากหลายพื้นที่มีความต้านทานต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน และเพอร์มิทริน[13] จะเห็นว่าข้อมูลจากเอกสารการศึกษาที่ผ่านมา ยุงลายบ้านจากหลายพื้นที่มีความต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์หลายชนิดในวงกว้าง โดยเฉพาะสารเคมีเดลต้าเมทรินที่ใช้เป็นสารเคมีหลักในการควบคุมยุงพาหะนำโรค ซึ่งจากการรายงานพบว่าระดับความต้านทานสารเคมีชนิดเดียวกันหรือสารเคมีต่างชนิดกันจะแตกต่างกันไปในแต่ละภูมิภาคของประเทศ และปริมาณสารเคมีที่ยุงได้รับหรือการได้สัมผัสสารเคมีของยุง[3, 14-17]

ตั้งแต่ปี 2554 ถึงปัจจุบัน กรมควบคุมโรค ได้ดำเนินการเฝ้าระวังความต้านทานสารเคมีของยุงพาหะนำโรคหลายพื้นที่ของทุกจังหวัด ซึ่งเป็นการตรวจสอบระดับความไวของยุงต่อสารเคมีชนิดต่างๆ สำหรับเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเฝ้าระวังการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของยุงอย่างถาวร โดยใช้วิธีการทดสอบความไวขององค์การอนามัยโลก (WHO susceptibility Test) ภายใต้มาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ พบว่ายุงลายบ้านทุกพื้นที่ที่ดำเนินการเฝ้าระวังฯ มีความต้านทานต่อสารเคมีเพอร์มิทริน นอกจากนี้ยังต้านทานต่อสารเคมีมาลาไธออน ซึ่งเป็นสารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอตเฟตที่ใช้อย่างแพร่หลายในการควบคุมยุงลายบ้านก่อนเปลี่ยนมาใช้สารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์[18] ส่วนสารเคมีเดลต้าเมทรินที่เป็นสารเคมีหลักที่ใช้อย่างกว้างทั้งในอดีตและปัจจุบัน พบว่ายุงลายแต่ละพื้นที่มีระดับไว/ความต้านทานที่แตกต่างกัน บางพื้นที่ยุงลายบ้านยังมีความไวมากต่อสารเคมีชนิดนี้ บางพื้นที่ยุงเริ่มมีความทนทานต่อสารเคมี และข้อมูลในช่วงระยะเวลา 5 ปีย้อนหลัง มีแนวโน้มที่ยุงลายบ้านจะต้านทานต่อสารเคมีชนิดนี้ในหลายพื้นที่เพิ่มขึ้น สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่กองโรคติดต่อนำโดยแมลง (https://ddc.moph.go.th/dvb/) นอกจากข้อมูลที่ได้จากวิธีการทดสอบความไวขององค์การอนามัยโลกแล้ว ยังมีรายงานกลไกการต้านทานต่อสารสารเคมีในเชิงลึก เช่น พบว่ายุงลายบ้านส่วนใหญ่ที่มีความต้านทานสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์ มักจะเกิดจากกลไกการมิวเทชั่นเฉพาะที่ที่ทำให้ลำดับเบสบนยีนที่ voltage-gated sodium channel เปลี่ยนแปลงไปและเกิดการต้านทานแบบ knockdown resistance (*kdr*) ซึ่งพบว่ามีกลไกที่เกี่ยวกับการผลิตน้ำย่อยสลายพิษเพียงเล็กน้อย และพบว่ายุงสร้างน้ำย่อยสลายพิษชนิด MFO (Mixed Function Oxydase) เพิ่มมากขึ้นเพื่อกำจัดสารเคมี[19] เช่นเดียวกับรายงานของ

Srisawat *et al*.[20] พบยุงลายบ้านในเขตภาคกลางที่มีความต้านทานต่อสารเคมีเพอร์มิทรินจะมีกลไกต้านทานโดยการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสบนยีนทำให้ยุงลายมีสภาพการต้านทานแบบ *kdr* และ Stenhouse *et al*.[21] อธิบายว่าการเปลี่ยนลำดับเบสบนยีนที่ voltage-gated sodium channel ของยุงลายบ้านที่มีระดับความต้านทานต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินที่ต่างๆ กัน ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีทดสอบความไวขององค์การอนามัยโลกจะไม่สามารถบอกได้ว่าหากยุงมีความต้านทานต่อสารเคมีนั้นแล้วประชากรยุงทุกตัวต้องแสดงการต้านทานแบบ *kdr* ทั้งหมด แสดงว่าต้องมีกลไกการต้านทานกลไกอื่นมาร่วมด้วย



สำหรับข้อมูลการเฝ้าระวังความต้านทานสารเคมีในยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียของกรมควบคุมโรค พบว่ายุงก้นปล่องชนิด *Anopheles minimum, An. dirus* และ *An. maculatus* ซึ่งเป็นพาหะหลักในการนำโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทยยังมีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน เพอร์มิทริน ไปเฟนทริน และอัลฟาไซเปอร์มิทริน[18] เช่นเดียวกับการศึกษาของ Somboon *et al*.[22] พบว่า *An. minimus* s.l. มีความไวต่อสารเคมีดีดีที และเพอร์มิทริน Sumarnrote *et al*.[22] รายงานว่ายุงก้นปล่อง *An. dirus* s.l. และ *An. maculatus* s.l ในพื้นที่เก็บตัวอย่างที่จังหวัดอุบลราชธานี มีความไวสูงต่อสารเคมีเดลต้าเมทริน แต่ยุงก้นปล่องชนิด *An. hyrcanus* s.l. ที่มีความต้านทานต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินและเพอร์มิทริน ทว่าเมื่อทดสอบร่วมกับสารเสริมฤทธิ์ทำให้ยุงกลับมาไวต่อสารเคมีดังกล่าว นอกจากนี้ยังมีรายงานยุงก้นปล่องชนิด *An. dirus* และ *An. minimus* จากจังหวัดกาญจนบุรีในพื้นที่บริเวณชายแดนไทย-เมียนมาร์ มีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินและเพอร์มิทริน[24] ซึ่งต่างจากการค้นพบของ Chaumeau *et al*.[25] ที่พบว่ายุงก้นปล่องบริวณพื้นที่ชายแดนไทย-เมียนมาร์ ชนิด *An. minimus* s.l. มีความไวต่อสารเคมีเดลต้าเมทรินลดลง ในขณะที่ยุงก้นปล่องชนิด *An. maculatus* มีความต้านทานต่อสารเคมีเพอร์มิทริน ส่วนการเฝ้าระวังความไวลูกน้ำยุงลายบ้านต่อสารเคมีเทมีฟอสที่ใช้สำหรับกำจัดลูกน้ำยุงลายของกรมควบคุมโรค จากข้อมูลรายปีแต่ละปีของกองโรคติดต่อนำโดยแมลงกรมควบคุมโรค[18] พบว่ายุงลายบ้านส่วนใหญ่ยังคงไวต่อสารเคมีเทมีฟอสมากกว่าต้านทานสารเคมี

ดังนั้นจะเห็นว่าจากการเฝ้าระวังความต้านทานสารเคมีของกรมควบคุมโรค และจากรายงานเอกสารการศึกษาจากหลายๆ แหล่ง พบว่ายุงลายบ้านในประเทศไทยมีปัญหาเรื่องความต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์ โดยเฉพาะปัญหาที่เกิดกับสารเคมีเดลต้าเมทรินที่ใช้เป็นสารเคมีหลักในโครงการควบคุมยุงของประเทศไทย ในขณะที่สารเคมีกำจัดลูกน้ำ สารเคมีเทมีฟอสยังคงเป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงลายได้ดี แม้จะมีผลการทดสอบความไวที่แสดงให้เห็นว่ามีลูกน้ำยุงลายบ้านหลายพื้นที่ต้านทานต่อสารเคมีเทมีฟอสก็ตาม เพราะในสภาพการใช้งานในพื้นที่จะใช้สารเคมีชนิดนี้ในอัตราความเข้มข้นที่ 1 ppm ซึ่งสูงกว่าอัตราความเข้มข้นที่องค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้สำหรับใช้ทดสอบ เช่นเดียวกับการควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทยสารเคมีหลัก เช่น สารเคมีเดลต้าเมทริน และเพอร์มิทริน ยังเป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้ควบคุมยุงก้นปล่องพาหะหลักในการนำโรคไข้มาลาเรียของประเทศไทย

จากที่โครงการควบคุมยุงลายบ้านประสบปัญหาเรื่องการต้านทานต่อสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์หลายชนิด อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการควบคุมโรคไข้เลือดออก หรือโรคไข้ปวดข้อยุงลาย หรือโรคไวรัสซิกาได้ ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหานี้นอกจากสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับความสามารถเฉพาะของยุงที่สามารถพัฒนากลไกในร่างกายให้ต้านทานต่อสารเคมีได้แล้ว อีกสาเหตุอาจถูกกระตุ้นจากการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ที่อาจจะขาดความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในการควบคุมยุงลายพาหะนำโรค ซึ่งเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ยุงพัฒนาความสามารถในการต้านทานเพิ่มขึ้น ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานหรือผู้ควบคุมกำกับการปฏิบัติงานของหน่วยงานที่รับผิดชอบการควบคุมยุงลาย จำเป็นต้องมีแผนงานและเครือข่ายร่วมดำเนินการตรวจสอบฯ และจัดการความต้านทานสารเคมีของยุงพาหะนำโรคในแต่ละพื้นที่

แนวทางการจัดการความต้านทาน

การจัดการความต้านทานสารเคมีจะช่วยชะลอหรือป้องกันการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของยุง ซึ่งสำคัญมากที่จะทำให้การควบคุมยุงพาหะนำโรคประสบผลสำเร็จ จากปัญหาที่เกิดจากยุงสร้างความต้านทานต่อสารเคมีในปัจจุบัน ประกอบกับการพัฒนาเพื่อหาสารเคมีชนิดใหม่เป็นไปได้อย่างช้าๆ ดังนั้นการจัดการความต้านทานสารเคมีจึงสำคัญที่จะช่วยปกป้องสารเคมีกำจัดแมลงชนิดที่ใช้อยู่ให้คงมีประสิทธิภาพในการควบคุมยุงได้ดีเช่นเดิม ความสำเร็จในการจัดการความต้านทานสารเคมีของยุงขึ้นกับหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นการลดการเกิด selection pressure ในประชากรยุง (selection pressure คือ การต้านทานสารเคมีของแมลง ซึ่งเกิดจากการได้รับสารเคมีที่ทำให้แมลงที่ไวต่อสารเคมีถูกทำลาย และแมลงที่ต้านทานต่อสารเคมีที่มีอยู่เดิมจำนวนไม่มากนั้นคงอยู่และสามารถเพิ่มจำนวนได้มากๆ ขึ้นในเวลาต่อมา) หรือการเลือกใช้วิธีการควบคุมแบบไม่ใช้สารเคมี หรือเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคมีในการควบคุมขึ้น เป็นต้น กลวิธีจัดการความต้านทานสารเคมีไม่มีแบบสำเร็จที่เป็นสากล เพียงใช้วิธีการใดก็ได้ที่จะช่วยลดหรือทำให้การสร้างความต้านทานเกิดขึ้นช้าลง

วิธีการจัดการความต้านทานฯ ที่ดีต้องไม่ใช่วิธีการตอบโต้แต่เป็นการปฏิบัติการอย่างทันที และลงมือก่อนที่จะเกิดปัญหา จึงต้องดำเนินการตั้งแต่เริ่มแรกโดยไม่ต้องรอให้มีหลักฐานว่าเกิดการต้านทานสารเคมีขึ้น การจัดการความต้านทานสารเคมีจึงไม่เพียงเกี่ยวข้องกับการเฝ้าติดตามสถานะความต้านทาน แต่ยังรวมถึงการวางแผนการปฏิบัติการเพื่อลดการสร้างความต้านทาน ซึ่งควรกำหนดเป็นกิจกรรมหนึ่งในโครงการควบคุมยุงพาหะนำโรค ในเอกสารนี้จะรวบรวมเทคนิคการจัดการปัญหาความต้านทานสารเคมีของยุงที่สามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ความต้านทานสารเคมีของยุงในแต่ละพื้นที่ ดังต่อไปนี้

1. ใช้วิธีการป้องกันอัตราการเกิดประชากรแมลงที่มียีนพื้นฐานเป็นยีนดื้อต่อสารเคมีเพิ่มขึ้น (Reducing resistance gene frequency)

1.1 เลือกใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นต่ำ การใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นต่ำควบคุมแมลงจะช่วยให้แมลงที่มียีนที่ยังไวต่อสารเคมี มีชีวิตรอดและคงเหลืออยู่จำนวนมากและมากพอที่จะมีโอกาสได้ขยายประชากรในรุ่นต่อๆ ไป อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นต่ำอาจไปกระตุ้นให้แมลงเกิดการพัฒนายีนต้านทานเพิ่มขึ้นถ้าใช้อย่างไม่ถูกต้อง จึงต้องใช้ในกรณีจำเป็น และหลีกเลี่ยงไม่ใช้สารเคมี

ความเข้มข้นต่ำบ่อยจนเกินไป ในทางสาธารณสุขได้แนะนำให้ใช้ในกรณีที่เกิดโรคระบาด โดยเฉพาะในพื้นที่ที่แน่ใจว่ายุงชนิดเป้าหมายยังไวต่อสารเคมีที่ใช้ และวิธีการนี้จะไม่เหมาะกับใช้ในสถานการณ์ที่มีการแพร่เชื้อมาเป็นระยะเวลายาวนาน[26]

1.2 เลือกใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นสูง เพื่อทำการกำจัดประชากรแมลงที่มียีนทนทานต่อสารเคมีให้หมด และลดประชากรกลุ่มที่มียีนต้านทานให้น้อยลงจนหมดไปในที่สุด จากเหตุผลเรื่องการพัฒนาความต้านทานของแมลงเกิดขึ้นได้อย่างช้าๆ ดังนั้นวิธีการนี้จะได้ประสิทธิภาพ เมื่อพื้นที่ที่ทำการควบคุมนั้นมีประชากรแมลงที่ทนทานต่อสารเคมีไม่รุนแรงมาก มีประชากรที่มียีนต้านทานต่ำ และมีแมลงที่มียีนที่ไวต่อสารเคมีจำนวนมากได้เคลื่อนย้ายเข้ามาในพื้นที่ดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามการเลือกใช้วิธีการนี้ต้องพิจารณาให้รอบคอบ เช่น ในเชิงเศรษฐศาสตร์มีต้นทุนที่เพิ่มขึ้น หรือไม่สามารถทราบได้ว่าในพื้นที่ดังกล่าวมีประชากรแมลงที่มียีนทนทานมากน้อยเท่าไรที่จะถูกกำจัดได้ เป็นต้น ไม่เช่นนั้นวิธีการนี้จะกลายเป็นกระตุ้นให้เกิดการ selection pressure ในประชากรแทนการถูกควบคุมแทน[27]

1.3 เลือกใช้สารเคมีที่มีฤทธิ์ตกค้างต่ำ การใช้สารเคมีที่สลายตัวได้เร็วไม่ตกค้างในสภาพแวดล้อมจะช่วยลดการเกิดปรากฏการณ์ selection pressure ในประชากรแมลง

1.4 ลดขอบเขตพื้นที่ดำเนินการควบคุมแมลงให้แคบลง ใช้สารเคมีเฉพาะในพื้นที่ที่เกิดปัญหา หรือพื้นที่แพร่เชื้อ เพื่อให้แมลงที่ยังไวต่อสารเคมีได้มีโอกาสหลบหนีจากพื้นที่ที่ใช้สารเคมี และมีโอกาสที่จะขยายลูกหลานรุ่นต่อๆ ไป[28] แต่ก็มีข้อจำกัดสำหรับใช้ในการจัดการกับแมลงทางสาธารณสุข ไม่ว่าจะมีเรื่องของจริยธรรมต่อประชาชน หรือชนิดของแมลงเป้าหมาย เป็นต้น

2. การวางแผนการใช้สารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรค

2.1 การใช้สารเคมีแบบหมุนเวียน (Use of insecticide rotations) เป็นการเลือกใช้สารเคมีอย่างน้อย 2 ชนิด ใช้สลับเวลากัน ก่อนเลือกใช้วิธีการนี้ในเบื้องต้นต้องรู้กลไกการต้านทานสารเคมีปัจจุบันของแมลงในพื้นที่ สารเคมีที่ใช้แต่ละเวลาต้องเป็นสารที่มีกลไกการออกฤทธิ์ที่ต่างกัน แนวคิดของการใช้สารเคมีแบบหมุนเวียนจะยึดหลักการจากจำนวนรุ่นของแมลงชนิดเป้าหมาย และระยะเวลาที่ใช้สารเคมีชนิดใดชนิดหนึ่งมีเวลาเพียงพอที่จะทำให้การสร้างความต้านทานลดลงจนถึงระดับต่ำกว่าที่ทำให้การต้านทานสารเคมีของแมลงกลายเป็นปัญหา จะอย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีแบบหมุนเวียนมีความสัมพันธ์กับจำนวนครั้งในการหมุนเวียนสารเคมี เพราะสารเคมีที่สลับอาจใช้อัตราความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ทำให้การกำหนดอัตราความเข้มข้นของสารเคมีที่จะนำมาใช้ต้องคำนึงถึงฤทธิ์ตกค้างของสารเคมีเดิมที่ใช้ประกอบด้วย และต้องพิจารณาระยะเวลาที่แมลงชนิดเป้าหมายจะสามารถผลิตลูกหลานในรุ่นต่อไปร่วมด้วย[29] การใช้สารเคมีด้วยวิธีการนี้ในงานด้านสาธารณสุข ต้องพิจารณาหลายปัจจัยร่วมกัน เช่น ต้องวางแผนการใช้ล่วงหน้า คำนึงถึงการจัดหาสารเคมี คำนึงความสามารถของเจ้าหน้าในการปฏิบัติงาน และมาตรการการพ่นสารเคมีร่วมด้วย[28]

2.2 การใช้สารเคมีแบบผสม (Use of insecticide mixtures) เกิดจากเหตุผลที่ว่ากลไกการสร้างความต้านทานสารเคมีเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และในประชากรเดียวกันแมลงแต่ละตัวไม่ได้สร้างความต้านทานต่อสารเคมีขึ้นพร้อมๆ กัน ดังนั้นเป็นไปได้ที่แมลงบางตัวจะรอดชีวิตจากการใช้สารเคมีอีกชนิด สารเคมีแบบผสมเป็นการผสมสารเคมีออกฤทธิ์ 2 ชนิด หรือมากกว่า อยู่ในรูปแบบสารสูตรผสม สารเคมีสูตรผสมจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อสารเคมีที่ผสมมีกลไกการออกฤทธิ์ และขบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่แตกต่างกันและมีอัตราการเกิดการต้านทานต่ำ[29] การใช้สารเคมีแบบผสมควบคุมแมลงจะได้ประสิทธิภาพต่อเมื่อใช้ก่อน

ที่แมลงจะเริ่มสร้างความต้านทาน และหากในประชากรแมลงยังไม่มียีนต้านทานเป็นยีนเด่นทั้งหมด[30] อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีแบบผสมอาจมีปัญหาตามมาได้ถ้าประชากรแมลงต้านทานต่อสารเคมีทั้งสองชนิดที่นำมาผสมในเวลาเดียวกันอย่างรวดเร็ว หรือเป็นการต้านทานแบบข้าม (cross resistance) หรือต้านทานหลายชนิดร่วมกัน (multiple resistance) จะเป็นปัญหาที่ยุ่งยากในการจัดการการต้านทานมาก ประกอบกับปัจจุบันสารเคมีแบบสูตรผสมที่ได้รับการแนะนำให้ใช้ทางด้านสาธารณสุขยังมีน้อยมาก[27] จึงอาจเป็นข้อจำกัดในการเลือกใช้วิธีการนี้

2.3 การใช้สารเคมีสลับแบบโมเสค (Use mosaic strategy) เป็นการใช้สารเคมีที่มีกลไกการออกฤทธิ์ต่างกัน 2 ชนิดหรือมากกว่าในพื้นที่ขนาดใหญ่โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ขนาดเล็กหลายๆ พื้นที่ และแต่ละพื้นที่จะใช้สารเคมีแตกต่างกัน เช่น ในพื้นที่หนึ่งใช้สารเคมีชนิด A อีกพื้นที่ใช้สารเคมีชนิด B การใช้สารเคมีโดยวิธีการนี้จะได้ประสิทธิภาพที่ดีหากประชากรแมลงในพื้นที่แต่ละพื้นที่ถูกกำจัดไป และวิธีการนี้จะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อมีแมลงที่รอดชีวิตเคลื่อนย้ายเข้าไปอีกพื้นที่หนึ่งและสารเคมีในพื้นที่นั้นสามารถกำจัดแมลงนั้นได้ จะทำให้ลดแมลงที่มียีนต้านทานลงได้จำนวนมาก[31] การใช้สารเคมีสลับแบบโมเสค (mosaic) สำหรับการควบคุมยุงพาหะนำโรค สามารถเลือกใช้ในหมู่บ้านที่แตกต่างกันภายในตำบลที่อยู่ในอำเภอเดียวกันได้ หรือใช้ในพื้นที่ที่แตกต่างกันตามระยะการบินของยุงชนิดเป้าหมาย สำหรับยุงลายบ้าน มีระยะการบินที่ไม่ไกลมาก การใช้วิธีการนี้อาจมีข้อจำกัด หากจำเป็นต้องใช้สำหรับควบคุมแมลงทางสาธารณสุข โดยเฉพาะยุง ต้องพิจารณาปัจจัยที่อาจลดประสิทธิภาพในการควบคุมยุงลง เช่น ลักษณะโครงสร้างของบ้าน ลักษณะการวางแผนผังบ้าน และพฤติกรรมของยุงชนิดเป้าหมาย เป็นต้น[28]

2.4 การใช้สารเพิ่มฤทธิ์ (Use of insecticide synergists) สารเพิ่มหรือเสริมฤทธิ์ อาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่นำมาใช้เพื่อชะลอการสร้างความต้านทานสารเคมีของยุงได้ แมลงที่ไวต่อสารเคมีเมื่อสัมผัสกับสารเคมีผสมสารเสริมฤทธิ์ กระบวนการบางอย่างที่ถูกเปลี่ยนแปลงไปจะยับยั้งระบบการสลายพิษ (detoxification system) ซึ่งจากเหตุผลนี้พบว่าแมลงที่มียีนยืนยันว่ามีลักษณะการต้านทานแบบ metabolic resistance จะตายพอๆ กับแมลงที่มีความไว สารเสริมฤทธิ์หลายชนิดที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสารเคมีกำจัดแมลง เนื่องจากการควบคุมยุงที่เป็นปัญหาทางสาธารณสุข ใช้สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มไพรีทรอยด์เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นสารเสริมฤทธิ์ piperonyl butoxide (PBO) จึงเป็นสารเสริมฤทธิ์ที่สามารถยับยั้งการผลิตเอนไซม์ cytochrome P450 monooxygenease ของยุงได้ดีกว่าสารเสริมฤทธิ์ชนิดอื่น และเป็นสารที่มีราคาไม่แพงมาก ในปัจจุบันมีสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์หลายชนิดที่อยู่ในรูปแบบสูตรผสมที่มีสารเสริมฤทธิ์ชนิดนี้

3. วางแผนและสร้างเครือข่าย สำหรับติดตามสถานการณ์ และตรวจสอบความต้านทานสารเคมีในยุงพาหะนำโรค เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับเตือนให้ทราบสภาพการต้านทานสารเคมีในระยะเริ่มแรกก่อนที่สภาพการต้านทานสารเคมีของยุงจะเป็นปัญหาถึงระดับที่ทำให้การควบคุมยุงพาหะนำโรคไม่ประสบผลสำเร็จ วิธีการตรวจสอบความต้านทานฯ ที่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการติดตามสถานการณ์ความต้านทานฯ โครงการ

ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงของประเทศ ต้องสามารถดำเนินการได้สะดวก นำไปปฏิบัติงานได้ในหลายพื้นที่ เป็นวิธีการที่เป็นมาตรฐานสากล และสามารถควบคุมคุณภาพของการปฏิบัติงานได้ ดังนั้นการทดสอบความไวด้วยการให้ยุงสัมผัสกับสารเคมีตามวิธีมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (tarsal susceptibility test) จึงเป็นวิธีการที่เหมาะสม ที่สามารถนำไปใช้หาข้อมูลเบื้องต้นในการเปลี่ยนแปลงของระดับความไวของยุงพาหะนำโรคที่ตอบสนองต่อสารเคมีกำจัดแมลงแต่ละชนิดที่นำมาใช้ในโครงการควบคุมยุงพาหะนำโรคของประเทศ จะทำให้ได้ข้อมูลที่จะแจ้งเตือนให้พื้นที่ทราบถึงสภาพการต้านทานของยุงต่อสารเคมีในเบื้องต้นก่อนที่ยุงจะสร้างกลไกการต้านทานต่อสารเคมีชนิดนั้นๆ อย่างถาวร และเป็นข้อมูลสนับสนุนการเลือกใช้วิธีการควบคุมยุงพาหะนำโรคให้มีประสิทธิภาพตามบริบทของพื้นที่

4. จัดทำแผนหรือประสานความร่วมมือกับหน่วยงานในพื้นที่ที่รับผิดชอบงานควบคุมยุงพาหะนำโรคให้สามารถดำเนินการควบคุมยุงได้อย่างถูกต้อง เพื่อให้ยุงชะลอหรือลดการสร้างความต้านทานต่อสารเคมี เช่น

4.1 ให้หน่วยงานทราบข้อมูลเบื้องต้น และทราบแนวทางการปฏิบัติงานพ่นสารเคมีที่ถูกต้อง หลีกเลี่ยงการพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันโรค และทราบข้อดี-ข้อเสียของการพ่นสารเคมี (ล่วงหน้า) ในพื้นที่ที่ไม่มีการระบาดของโรคติดต่อที่นำโดยยุง เป็นต้น

4.2 มีแผนและปฏิบัติงานร่วมกับหน่วยงานฯ ในการตรวจสอบเครื่องพ่นสารเคมีและประเมินประสิทธิภาพการพ่นสารเคมีอย่างสม่ำเสมอ โดยการจัดทำเป็นแผนระยะยาว และดำเนินการต่อเนื่องสม่ำเสมอจะช่วยให้สามารถควบคุม และปรับปรุงคุณภาพการพ่นสารเคมีของหน่วยงานฯ ได้

4.3 พนักงานพ่นสารเคมี ควรได้รับการฝึกอบรม และติดตามผลอย่างสม่ำเสมอ

บรรณานุกรม

1. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือวิชาการโรคติดเชื้อเดงกีและโรคไข้เลือดออกเดงกี ด้านการแพทย์และสาธารณสุข. นนทบุรี: อักษรกราฟฟิกแอนด์ดีไซน์; 2558
2. Prasittisuk M. Comparative study of Pyrethroids impregnated mosquito nets with DDT residual spraying for malaria control in Thailand [dissertation]. Bangkok: Mahidol University; 1994.
3. Chareonviriyahpap T, Aum-Aung B, Ratanatham S. Current insecticide resistance patterns in mosquito vectors in Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 1999; 30: 184-94.
4. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. รายงานประจำกองโรคติดต่อนำโดยแมลง 2562 [อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 11 พ.ย. 2563]. เข้าถึงได้จาก: https://ddc.moph.go.th/dvb/news.php?news=5117&deptcode=dvb
5. Georghiou GP, Taylor CE. Factors influencing the evolution of resistance. In: Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management. Washington, D.C: National Academy Pres; 1986. p. 157-69.
6. World Health Organization. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vector mosquitoes. 2nd ed. Geneva Switzerland: World Health Organization; 2016.
7. Brogdon WG, McAllister JC. Simplification of adult mosquito bioassays through use of time-mortality determinations in glass bottles. J Am Mosq Control Assoc 1998;14:159-64.
8. National Center for Infectious Diseases, Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Guideline for evaluating insecticide resistance in arthropod vectors using the CDC bottle bioassay [Internet]. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; 2010 [cited 11 March 2021]. Available from:https://www.cdc.gov/malaria/resources/pdf/fsp/ir_manual/ir_cdc_bioassay_en.pdf.
9. Sirisopa P, Thanispong K, Chareonviriyaphap T, Juntarajumnong W. Resistance to synthetic pyrethroids in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 2014;48: 577-86.
10. Thanispong K, Sathantriphop S, Chareonviriyaphap T. Insecticide resistance of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* in Thailand. J Pestic Sci 2008;33:351-56.
11. Pimsamarn S, Sornpeng W, Akksilp S, Paeporn P, Limpawitthayakul M. Detection of insecticide resistance in *Aedes aegypti* to organophosphate and synthetic pyrethroid compounds in the northeast of Thailand. Dengue Bull 2009;33:194-202.

12. พรรณเกษม แผ่พร, กสิน ศุภปฐม, สุนัยนา สท้านไตรภพ. ความไวของยุงลายตามภาคต่างๆ ของประเทศไทยต่อสารเคมีกำจัดแมลงที่ใช้ในการควบคุมไข้เลือดออก 2445-2553. วารสารโรคติดต่อนำโดยแมลง 2553;7:8-16.
13. Srisawat R, Komalamisra N, Phanphoowong T, Takasaki T, Runtuwene LR, Kurane I, et al. Present status of the insecticide susceptibility of *Aedes* mosquitoes in Thailand. Journal of Japanese Red Cross Toyota College of Nursing 2011;6:31-37.
14. Chareonviriyaphap T, Bangs MJ, Suwonkerd W, Kongmee M, Corbel V, Ngoen-Klan R. Review of insecticide resistance and behavioral avoidance of vectors of human diseases in Thailand. Parasit Vectors 2013;6:280-308.
15. Ponlawat A, Scott JG, Harrington LC. Insecticide susceptibility of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* across Thailand. J Med Entomol 2005;42:821-25.
16. Jirakanjanakit N, Rongnoparut P, Saengtharatip S, Chareonviriyaphap T, Duchon S, Bellec C, et al. Insecticide susceptible/resistance status in *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* (Diptera: Culicidae) in Thailand during 2003–2005. J Econ Entomol 2007;100:545-50.
17. Komalamisra N, Srisawat R, Phanbhuwong T, Oatwaree S. Insecticide susceptibility of the dengue vector, *Aedes aegypti* (L.) in metropolitan Bangkok. Southeast Asian J trop Med public Health 2011;42:814-23.
18. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. ฐานข้อมูลโรค: รายงานการทดสอบความไวยุงพาหะนำโรค [อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 19 มี.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://ddc.moph.go.th/dvb/
19. Plernsub S, Saingamsook J, Yanola J, Lumjuan N, Tippawangkosol P, Sukontason K, et al. Additive effect of knockdown resistance mutations, S989P, V1016G and F1534C, in a heterozygous genotype conferring pyrethroid resistance in *Aedes aegypti* in Thailand. Parasit Vectors 2016;9:417-23.
20. Srisawat R, Komalamisra N, Apiwathnasorn C, Paeporn P, Roytrakul S, Rongsriyam Y, et al. Field-collected permethrin-resistance *Aedes aegypti* from central Thailand contain point mutations in domain IIS6 of the sodium channel gate gene (KDR). Southeast Asian J Trop Med Public Health 2012;43:1380-86.
21. Stenhouse SA, Plernsub, Yanola J, Lumjuan N, Dantrakool A, Choochote W, et al. Detection of the V1016G mutation in the voltage-gated sodium channel gene of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) by allele-specific PCR assay, and its distribution and effect on deltamethrin resistance in Thailand. Parasit Vectors 2013;6:253-62.
22. Somboon P, Prapanthadara LA, Suwonkerd W. Insecticide susceptibility tests of *Anopheles minimus* s.l., *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, and *Culex quinquefasciatus* in northern Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2003;34:87-3.

23. Sumarnrote A, Overgaard HJ, Marasri N, Fustec B, Thanispong K, Chareonviriyaphap T, et al. Status of insecticide resistance in Anopheles mosquitoes in Ubon Ratchathani province, Northeastern Thailand. Malar J 2017;16:299-311.
24. Pemo D, Komalamisra N, Sungvornyothin S, Attrapadung S. Efficacy of three insecticides against *Anopheles dirus* and *Anopheles minimus*, the major malaria vectors, in Kanchanaburi Province, Thailand. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2012;43: 1339-45.
25. Chaumeau V, Cerqueira D, Zadrozny J, Kittiphanakun P, Andolian C, Chareonviriyaphap T, et al. Insecticide resistance in malaria vectors along the Thailand-Myanmar border. Parasit Vectors 2017;10. doi: 10.1186/s13071-017-2102-z.
26. Simon J. Yu. The toxicology and biochemistry of insecticide, 2nd ed. Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. 2015.
27. Tabashnik BE, Croft BA. Managing pesticide resistance in crop-arthropod complexes: Interactions between biological and operational factors, Environ Entomol 1982;11: 1137-44.
28. World Health Organization. Global plan for insecticide resistance management in malaria vectors. Vector control unit, global malaria programme. Geneva Switzerland: World Health Organization; 2012.
29. Leeper JR, Roush RT, Reynolds HT. Preventing or managing resistance in arthropods. In: Pesticide Resistance: Strategies and Tactics for Management. Washington, D.C: National Academy Press; 1986. p. 335-46.
30. Curtis CF. Theoretical models of the use of insecticide mixtures for the management of resistance, Bull Entomol Res 1985;75:259-66.
31. Curtis CF. Possible methods of inhibiting or reversing the evolution of insecticide resistance in mosquitos. Pestic Sci 1981;12:557-64.

บทที่ 4

เครื่องพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะนำโรค

เครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้ในทางสาธารณสุขเพื่อการควบคุมยุงพาหะนำโรค

การพ่นสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะนำโรคมี 2 ประเภท คือ การพ่นแบบฟุ้งกระจาย และการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง โดยการพ่นสารเคมีทั้งสองชนิด มีวัตถุประสงค์ในการควบคุมยุงพาหะแตกต่างกัน ดังนั้นเครื่องพ่นที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะจึงมีคุณลักษณะและการใช้งานที่แตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ในการควบคุมยุงพาหะนำโรค การพ่นแบบฟุ้งกระจาย เครื่องพ่นที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทยมีอยู่ 2 ชนิด คือ เครื่องพ่นหมอกควัน (Thermal fog generator) และเครื่องพ่นฝอยละเอียด (Ultra Low Volume (ULV) Cold fog generator) สำหรับการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง เครื่องพ่นที่ใช้ คือ เครื่องพ่นชนิดแรงดันอากาศหรือเครื่องพ่นชนิดอัดลม (Hand compression sprayer) โดยเครื่องพ่นแต่ละชนิดมีการออกแบบมาแตกต่างกัน ดังนั้นเทคนิคและวิธีในการใช้งานย่อมแตกต่างกัน ผู้ใช้งานหรือผู้ปฏิบัติงานควรมีความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้องเพื่อทำให้การควบคุมยุงพาหะมีประสิทธิภาพ ช่วยการลดการใช้สารเคมี ลดการสิ้นเปลืองงบประมาณ และเพื่อการตัดวงจรการแพร่ระบาดของโรคที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย

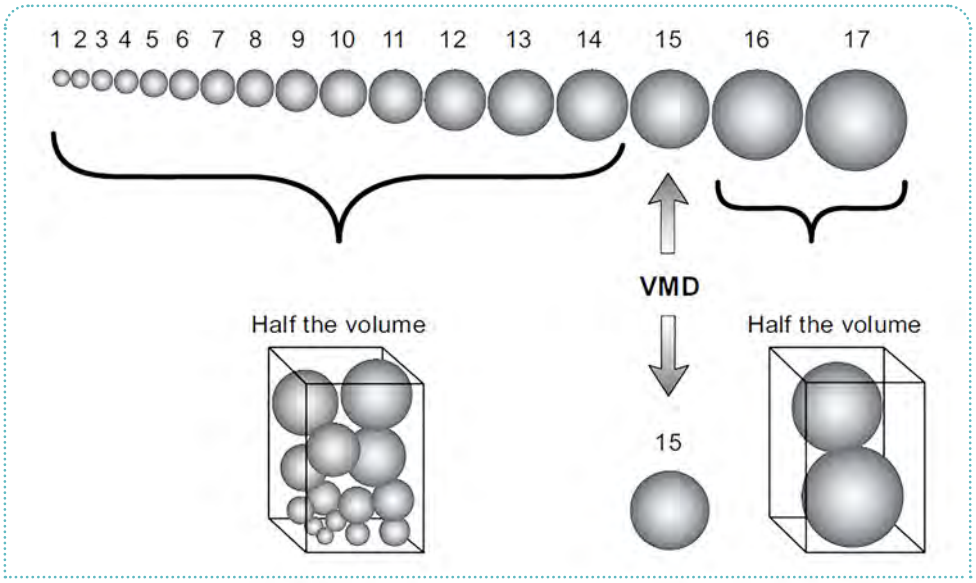
การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย หมายถึง วิธีการพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องพ่นที่มีระบบการทำงานผลักดันสารละลายให้แตกตัวออกสู่บรรยากาศในรูปของละออง ละอองที่เครื่องพ่นผลิตได้ส่วนใหญ่จะมีขนาดเล็ก เพื่อสร้างโอกาสในการลอยไปสัมผัสกับตัวแมลงที่บินอยู่ในอากาศ การพ่นสารเคมีชนิดนี้นิยมใช้พ่นกำจัดยุงลายและยุงรำคาญ เนื่องจากยุงกลุ่มนี้ไม่ชอบเกาะบนผนังบ้าน แต่ชอบเกาะตามสิ่งต่างๆ ที่ไม่สามารถพ่นสารเคมีได้โดยตรง เช่น เกาะตามเสื้อผ้าหรือใต้เครื่องเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ เป็นต้น ดังนั้นการพ่นชนิดนี้จึงเป็นการพ่นให้ถูกตัวยุงพาหะโดยตรง วัตถุประสงค์ของการพ่นฟุ้งกระจาย คือ เพื่อลดความหนาแน่นของยุงอย่างรวดเร็ว และเพื่อลดการสัมผัสระหว่างยุงพาหะกับคน โดยพ่นให้สารเคมีเป็นกลุ่มละอองที่มีขนาดเล็กไม่เกิน 50 µm (µm ไมครอน หรือ ไมโครเมตร มีขนาดเท่ากับเศษหนึ่งส่วนล้านของหนึ่งเมตร) ซึ่งต้องมีค่าขนาดเฉลี่ยละอองหรือค่า Volume Median Diameter (VMD) ไม่เกิน 30 µm (Fine aerosol space spray) ซึ่งละอองขนาดนี้สามารถล่องลอยอยู่ในอากาศได้นานเพื่อฆ่ายุงพาหะ เมื่อยุงบินมาสัมผัสละอองสารเคมีในอากาศจนได้รับสารออกฤทธิ์ในปริมาณที่เพียงพอก็จะทำให้ยุงตาย แต่หากยุงเกาะพักจะไม่ค่อยได้สัมผัสกับละอองสารเคมี เนื่องจากยุงมักเกาะพักในที่หลบซ่อนที่ละอองลอยเข้าไปไม่ถึง[1] ดังนั้นการพ่นแบบฟุ้งกระจายนอกบ้านจำเป็นต้องพ่นให้ตรงกับช่วงเวลาที่ยุงชนิดนั้นๆ ออกหากิน

การพ่นแบบฟุ้งกระจายต้องการละอองสารเคมีที่มีขนาดเล็กและเหมาะสม เพราะละอองที่มีขนาดใหญ่จะตกลงสู่พื้นในระยะเวลาอันสั้นก่อนที่จะสัมผัสกับตัวยุง และยุงมักจะไม่ค่อยลงมาเดินสัมผัสที่บริเวณพื้น ทำให้สิ้นเปลืองงบประมาณโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นเพื่อให้การพ่นสารเคมีเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ผู้พ่นจึงจำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้เหล่านี้ คือ

1. หลักการและเทคนิคการใช้เครื่องพ่น
2. ชนิดและสูตร (formulation) ของสารเคมีกำจัดแมลงที่เหมาะสมกับเครื่องพ่น
3. ความรู้ด้านชีวนิเวศของแมลงเป้าหมาย
4. ความรู้ด้านการประเมินและเฝ้าระวังแมลงเป้าหมาย และปัญหาโรคติดต่อที่นำโดยแมลงเป้าหมาย

การพ่นแบบฟุ้งกระจายในการกำจัดยุงพาหะนำโรค ขนาดละอองสารเคมีที่เหมาะสมควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 10-30 µm จึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะขนาดละอองสารเคมีนี้จะลอยคลุมพื้นที่ได้นาน และลอยไปได้ไกลตามกระแสลมธรรมชาติ ส่วนละอองสารเคมีที่มีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่านี้จะไม่มีผลต่อแมลงบินในพื้นที่ เพราะละอองสารเคมีที่มีขนาดเล็กกว่า 5 µm จะลอยหายไปหรือไม่สามารถสัมผัสกับตัวแมลงได้ เนื่องจากการเคลื่อนไหวของมวลอากาศที่เกิดขึ้นจากการบินของแมลง ส่วนละอองสารเคมีที่มีขนาดใหญ่กว่าจะตกลงสู่พื้นภายในเวลาสั้น เมื่อหมดแรงส่งจากเครื่องพ่นนั้นๆ จึงมีผลต่อแมลงบินน้อย[2]

พารามิเตอร์ที่บ่งบอกประสิทธิภาพของเครื่องพ่นสารเคมี คือ ค่า Volume Median Diameter (VMD) ซึ่งค่า VMD นี้เป็นค่ามัธยฐาน (median) ที่จัดแบ่งปริมาตรรวมของละอองสารเคมีออกเป็น 2 ส่วน เท่าๆ กัน คือ ปริมาตรรวมของละอองสารเคมีที่เป็นละอองขนาดเล็กกว่าละอองที่เป็นมัธยฐาน และปริมาตรรวมของละอองสารเคมีที่เป็นละอองขนาดใหญ่กว่าละอองที่เป็นมัธยฐาน จากภาพที่ 4.1 ละอองที่เป็นมัธยฐาน คือ ละอองที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง (diameter) เท่ากับ 15 µm ดังนั้นค่า VMD ของละอองชุดนี้ คือ 15 µm[2]



ภาพที่ 4.1 แสดงการแบ่งกลุ่มของขนาดละอองโดยปริมาตร[2]

เครื่องพ่นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพดี ละอองสารเคมีที่ผลิตได้ควรมีค่า VMD ไม่เกิน 30 µm ตามที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้สำหรับการพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจายในการกำจัดแมลงบิน ซึ่งเครื่องพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจายสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภท (ตามลักษณะการผลิตละอองสารเคมี) ได้แก่ Thermal fog generator และ Cold fog generator

1.1 Thermal fog generator หมายถึง เครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้พลังงานความร้อนจากการจุดระเบิดที่มีน้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง เมื่อสารเคมีที่อยู่ในรูปน้ำมันผสมกับตัวทำละลายซึ่งเป็นน้ำมันดีเซลมากระทบกับความร้อนที่ปลายหัวหยดสารเคมี สารเคมีจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ และเมื่อพ้นจากปลายท่อของเครื่องพ่นมากระทบกับอากาศเย็นภายนอกจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นหมอกขาว (โดยทั่วไปความร้อนที่หัวหยดสารเคมีจะมีความร้อนมากกว่า 500 องศาเซลเซียส) จึงเป็นเครื่องพ่นที่ใช้ความร้อนช่วยในการแตกตัว สารเคมีที่ใช้ในการพ่นประเภทนี้ จะมีความเข้มข้นต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการพ่นโดยใช้เครื่องพ่นแบบ Cold fog generator

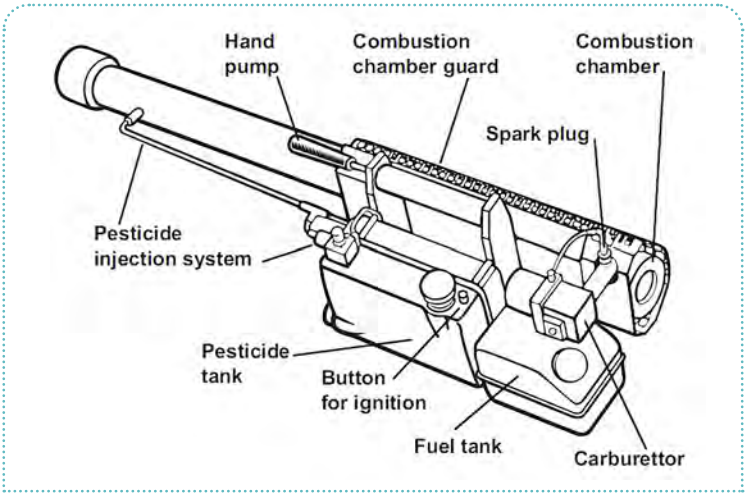
1.2 Cold fog generator หมายถึง เครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้พลังงานลมหรือแรงเหวี่ยงสลัดสารเคมีให้แตกตัวออกเป็นละอองเล็กๆ สารเคมีที่ใช้ในการพ่นประเภทนี้มีความเข้มข้นสูง ใช้พ่นปริมาณน้อย ตัวทำละลายที่ใช้อาจจะใช้น้ำมันดีเซลหรือน้ำขึ้นอยู่กับรูปแบบของสารเคมีที่ใช้พ่น

การพ่นทั้ง 2 แบบนี้มีเครื่องพ่นในการใช้พ่นควบคุมยุงพาหะหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งชุมชนที่จะเข้าไปดำเนินการ การควบคุมที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ คือ การพ่นแบบฟุ้งกระจายโดยเครื่องพ่นสารเคมีแบบชนิดติดตั้งรถยนต์ (Vehicle-mounted foggers) ซึ่งส่วนมากมักเลือกใช้เครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบติดตั้งรถยนต์ แต่มีข้อจำกัดและอุปสรรคในการดำเนินงานเนื่องจากแหล่งชุมชนบางแห่งรถยนต์ไม่สามารถเข้าถึงได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการเลือกใช้เครื่องพ่นขนาดเล็กและสามารถเข้าถึงชุมชนเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุม เครื่องพ่นสารเคมีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ได้แก่ เครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ (Hand-carried thermal fogger) และเครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบสะพายหลัง (Knapsack cold fogger) หรือที่นิยมเรียกกันว่าเครื่องพ่น ULV (Ultra-low volume)

เครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ (Hand-carried thermal fogger)

เครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel tank) ถังสารเคมี (Pesticide tank) ปั๊มลม (Hand pump) ตัวจุดระเบิด (Button for ignition) คาร์บูเรเตอร์ (Carburettor) หัวเทียน (Spark plug) ห้องเผาไหม้ (Combustion chamber) ตระแกรงป้องกันความร้อน (Combustion chamber guard) ระบบท่อทางเดินสารเคมีในการฉีดพ่น (Pesticide injection system) (ภาพที่ 4.2) โดยใช้ความร้อนช่วยในการแตกตัวของสารเคมีที่อยู่ในรูปของเหลวเป็นละอองขนาดเล็ก 0.1-60 µm ขนาดเฉลี่ยของละอองสารเคมี (VMD) ขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนและปริมาณสารเคมีที่หยดออกมา ถ้าความร้อนสูงและปริมาณสารเคมีที่หยดออกมาน้อย ขนาดละอองสารเคมีที่ผลิตได้จะเล็กกว่าละอองที่เกิดจากปริมาณสารเคมีที่หยดออกมามากกว่า (ในขนาดความร้อนเดียวกัน) ปัญหาสำคัญของเครื่องพ่นหมอกควัน คือ การสลายตัวของสารเคมีเนื่องจากความร้อน ซึ่งอาจเกิดจากคุณสมบัติของสารเคมีเอง หรืออาจเกิดจากเครื่องพ่นสารเคมีที่ให้ความร้อนสูงเกินไป โดยปกติเครื่องพ่นหมอกควันที่มีคุณภาพดีสามารถควบคุมอุณหภูมิ

ณ จุดหยดสารเคมี ซึ่งเป็นจุดที่สารเคมีสัมผัสกับความร้อนและแตกตัวให้บริเวณนี้มีอุณหภูมิระดับที่ไม่สูงมาก และอุณหภูมิค่อนข้างสม่ำเสมอ โดยทั่วไปอุณหภูมิที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง 550-600 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิอาจจะสูงกว่านี้ได้ แต่ไม่ควรสูงเกิน 1,000 องศาเซลเซียส การใช้เครื่องพ่นหมอกควันที่มีคุณภาพต่ำยังเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพการพ่นหมอกควันลดลง ตามปกติละอองสารเคมีควรมีขนาดเล็กกว่า 50 µm เพราะใช้ความร้อนทำให้สารเคมีแตกตัวกลายเป็นไอ แต่อย่างไรก็ดี พบว่าเครื่องพ่นสารเคมีที่ทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ ละอองสารเคมีจะแตกตัวไม่สมบูรณ์ จึงทำให้เกิดละอองที่มีขนาดใหญ่เกิน 50 µm ได้ จะสังเกตุได้จากบริเวณพื้นที่เปียกเป็นมันหลังจากพ่นเสร็จ หากเป็นเช่นนี้ถือว่าเครื่องพ่นบกพร่อง ซึ่งจะทำให้การพ่นยุงลดประสิทธิภาพลงได้ การใช้เครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ในการควบคุมยุงพาหะนำโรคควรเลือกใช้ขนาดของหัวพ่นที่ควบคุมอัตราการไหลของสารเคมีให้อยู่ในช่วง 15-30 ลิตร/ชั่วโมง เพื่อให้มีความเหมาะสม ต่อความเร็วในการพ่น และเพื่อให้พ่นสารเคมีได้ในอัตราการใช้ที่กำหนด เครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะนำโรคมีการผลิตออกมาหลากหลายรูปแบบ ตัวอย่างดังแสดงในภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.2 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่[2]

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่[1, 3]

หลักการทำงานเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ (ภาพที่ 4.4)

1. การทำงานของเครื่องพ่นเป็นระบบพัลส์เจ็ท (Pulse Jet) หมายถึง การจุดระเบิดที่เกิดขึ้นเป็นลูกโซ่เป็นทอดๆ อย่างอัตโนมัติ โดยการจุดระเบิดครั้งแรกจะทำให้เกิดสภาพเป็นสุญญากาศสามารถดูดไอน้ำมันเบนซิน และอากาศจากภายนอกให้เข้ามาแทนที่ และจุดระเบิดครั้งที่สอง และครั้งต่อๆ ไปเป็นลูกโซ่อัตโนมัติ

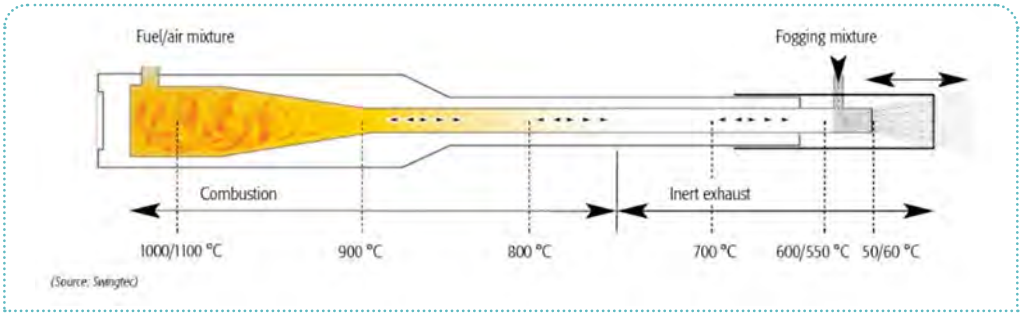
2. ทำงานโดยการจุดระเบิดในห้องเผาไหม้ (Combustion chamber)

3. มวลอากาศร้อนมากกว่า 1,000 องศาเซลเซียส จะถูกระบายมาตามท่อความร้อน (Thermal pipe)

4. ลมบางส่วนจะถูกแบ่งไปยังถังสารเคมีเพื่อสร้างแรงดันภายในถังสารเคมีสำหรับผลักดันสารเคมีไปตามระบบเดินสารเคมีเมื่อเปิดวาล์วพ่นสารเคมี

5. มวลอากาศร้อนจะทำให้ส่วนผสมของสารเคมีที่บริเวณหัวหยดสารเคมี (Fogging mixture) แตกตัวเป็นไอ

6. เมื่อไอสารเคมีออกจากปลายท่อมากระทบอากาศเย็นภายนอก จะกลายเป็นละอองหมอกควัน ตามปกติละอองของการพ่นหมอกควันจะมีขนาดเล็กกว่า 50 µm ขนาดละอองจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของสารเคมีด้วยซึ่งถูกควบคุมโดยหัวบังคับอัตราการไหลหรือปุ่มปรับระดับอัตราการไหล



ภาพที่ 4.4 หลักการทำงานของเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่[4]

หลักการใช้งานทั่วไปของเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่

1. ก่อนสตาร์ทเครื่องควรตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่อง ความครบถ้วนของอุปกรณ์

2. เติมน้ำมันเชื้อเพลิงตามที่ผู้ผลิตแนะนำลงในถังน้ำมันเชื้อเพลิง และเติมสารเคมีลงในถังใส่สารเคมีโดยใช้กรวยกรอง (ควรแยกกรวยกรอง) โดยให้มีช่องว่างอากาศ 1-2 เซนติเมตร จากขอบบนของถัง ปิดฝาถังให้สนิททั้งสองถัง เปิดวาล์วน้ำมัน

3. ตรวจดูระบบไฟ โดยกดสวิตช์ไฟแล้วฟังเสียง หรือถอดหัวเทียนมาทดสอบเช็คกับกราวด์ว่ามีไฟสปาร์คหรือไม่

4. ปิดวาล์วควบคุมการไหลของสารเคมี

5. กรณีเครื่องที่ต้องมีแรงดันในถังเชื้อเพลิง ทำการสูบอัดลม 3-5 ครั้ง (กรณีเครื่องที่มีสวิตช์ไฟหลายทางให้ปรับมาอยู่ในตำแหน่งใช้งาน)

6. เปิดวาล์วน้ำมันตามที่กำหนด

7. สูบอัดลมต่อไปเรื่อยๆ (อย่ากระแทก) พร้อมทั้งกดปุ่มควบคุมกระแสไฟ (ถ้ามี) เครื่องจะติดเมื่อไอน้ำมันเคลื่อนขึ้นมาผสมกับอากาศในอัตราส่วนที่พอดีในคาร์บูเรเตอร์

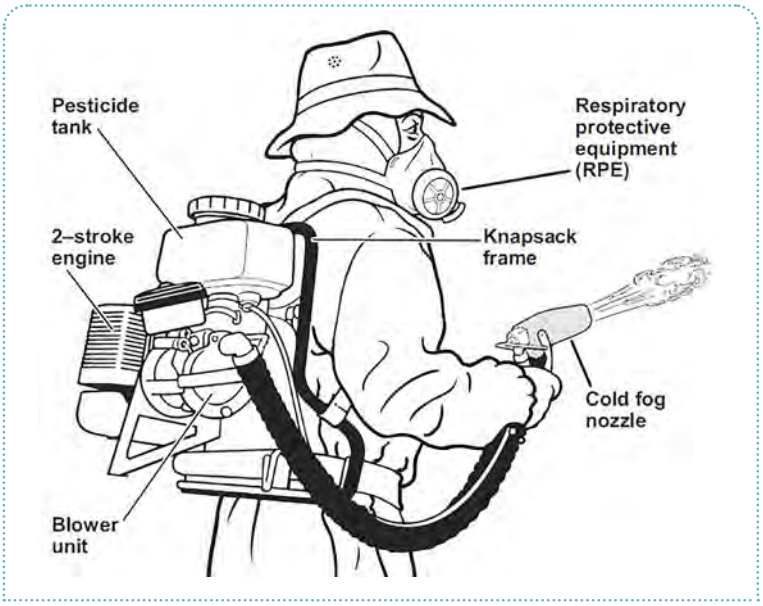
8. เมื่อเครื่องยนต์ทำงานให้อุ่นเครื่องประมาณ 1-2 นาที เพื่อให้เครื่องเดินเรียบ และเป็นการปรับอุณหภูมิในท่อพ่น และแรงดันในถังให้คงที่

9. การปล่อยสารเคมี ทำโดยยกคันปล่อยสารเคมีหรือเปิดวาล์วสารเคมีแล้วแต่ชนิดเครื่อง

10. การดับเครื่อง ควรปิดวาล์วปล่อยสารเคมี และปล่อยให้เครื่องทำงานจนหมอกควันออกหมด ปิดวาล์วน้ำมัน เพื่อให้เครื่องดับ หลังจากนั้นเปิดคลายฝาถังสารเคมี เพื่อปล่อยแรงดันภายในถัง

เครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง (Knapsack cold fogger)

เครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel tank) ถังสารเคมี (Pesticide tank) เครื่องยนต์ 2 หรือ 4 จังหวะ (2/4–stroke engine) เฟรมสะพายหลัง (Knapsack frame) แหล่งกำเนิดลม (Blower unit) หัวฉีดพ่นสารเคมี (Cold fog nozzle) (ภาพที่ 4.5) ทำงานโดยใช้แรงลมไหลผ่านออกมาตามท่ออากาศ เมื่อลมที่มีความเร็วสูงมากระทบสารเคมีที่หัวควบคุมอัตราการไหลของสารเคมีทำให้สารเคมีที่อยู่ในรูปของเหลวแตกตัวเป็นละออง ขนาดละอองที่เครื่องผลิตได้ควรมีขนาดใหญ่สุดไม่เกิน 60 µm ขนาดเฉลี่ยละอองที่ดีที่สุดควรเป็น 10-30 µm ซึ่งละอองขนาดเล็กนี้จะลอยฟุ้งในบรรยากาศได้นาน และใช้ประโยชน์ของละอองสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพในการควบคุมและกำจัดยุงพาหะนำโรค ตัวอย่างเครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบสะพายหลังที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะนำโรค ดังแสดงในภาพที่ 4.6

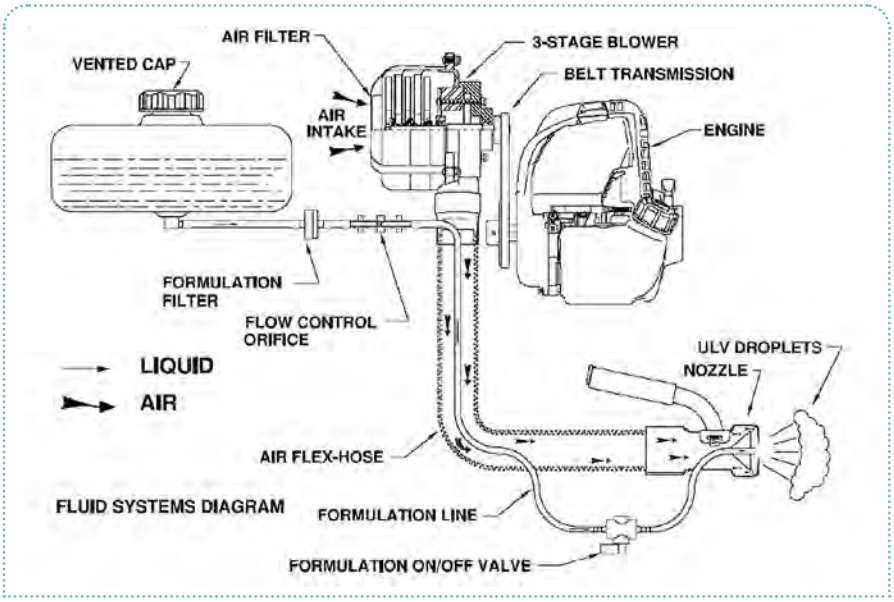


ภาพที่ 4.5 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง[2]

ภาพที่ 4.6 ตัวอย่างเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง[3]

หลักการทำงานของเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง (ภาพที่ 4.7)

1. ระบบผลิตละอองจะแตกต่างจากเครื่องพ่นหมอกควัน คือ เครื่องพ่นยูแอลวีขนาดเล็กสะพายหลังจะใช้พลังลมเป็นตัวตีให้สารเคมีแตกตัวเป็นละอองเล็กๆ โดยลมจะเป่าผ่านท่อลมมายังหัวฉีดพ่น
2. แหล่งพลังงานที่สร้างลมจะใช้เครื่องยนต์เบนซินเล็ก 2 จังหวะ หรือ 4 จังหวะ
3. พลังงานลมที่ถูกสร้างขึ้นจะถูกปล่อยออกมาตามท่ออากาศ (air flex- hose) และให้ลมมากระทบกับสารเคมีที่ไหลมาตามท่อเดินสารเคมี (formulation line) ผ่านหัวฉีดพ่น (nozzle) เกิดเป็นละออง
4. คุณภาพการผลิตละอองขึ้นอยู่กับกำลังเครื่องยนต์ ชนิดตัวสร้างลมเป็นระบบใบพัด (rotary blower) หรือโรตารี่คอมเพลสเซอร์ (rotary compressure) อัตราการไหลของสารเคมี (flow rate) ขนาดและการออกแบบของหัวฉีดพ่น (nozzle)



ภาพที่ 4.7 หลักการทำงานของเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง[5]

หลักการใช้งานทั่วไปของเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง

1. ก่อนสตาร์ทเครื่องควรตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่อง ความครบถ้วนของอุปกรณ์

2. เติมน้ำมันเบนซิน 91 (หรือแกสโซฮอลล์ 95) ที่ผสมน้ำมันเครื่องตามอัตราที่ผู้ผลิตแนะนำโดยใช้กรวยกรองในถังเชื้อเพลิง โดยให้มีช่องว่างอากาศ 1-2 เซนติเมตร จากขอบบนของถัง ปิดฝาถังให้สนิท

3. เติมสารเคมีที่ผสมตัวทำละลายแล้วลงในถังสารเคมี ไม่ควรผสมสารเคมีกับตัวทำละลายในถังสารเคมีของเครื่องพ่น เร่งเครื่องปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าคาร์บูเรเตอร์ ปิดโช้ค และดึงสายสตาร์ทเมื่อเครื่องติด หลังจากนั้นให้เปิดโช้ค

4. ถ้าเครื่องไม่ติดให้ตรวจดูระบบไฟโดยดึงคันสตาร์ท และถอดหัวเทียนมาทดสอบเช็คกับกราวด์ว่ามีไฟสปาร์คหรือไม่

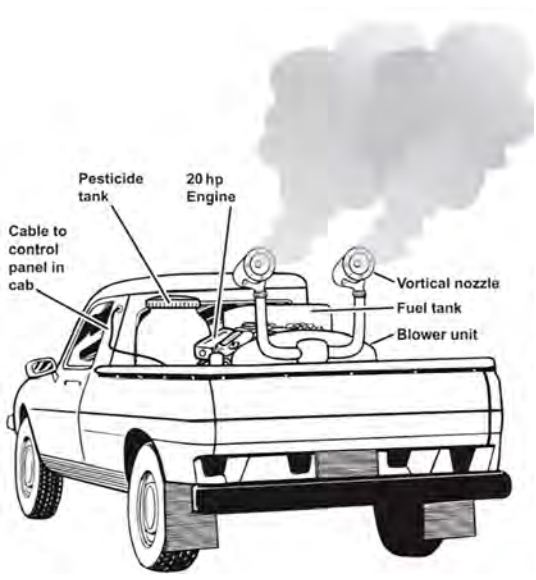
5. เมื่อเครื่องยนต์ทำงานให้ติดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 1-2 นาที สำหรับเครื่องพ่นแบบโรตารี่คอมเพลสเซอร์ (rotary compressor) เพื่อให้เครื่องเดินเรียบ และติดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที สำหรับเครื่องพ่นระบบใบพัด (rotary blower) เป็นการปรับแรงดันในถังสารเคมีให้คงที่

6. การปล่อยสารเคมี ทำโดยการบีบคันปล่อยสารเคมีหรือเปิดวาล์วสารเคมีแล้วแต่ชนิดเครื่อง

7. การดับเครื่อง ควรปิดวาล์วสารเคมีก่อน แล้วผ่อนคันเร่งให้เครื่องยนต์เดินในอัตราต่ำสุด จากนั้นปิดวาล์น้ำมันเชื้อเพลิงหรือปิดสวิตช์ ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่อง เพื่อให้เครื่องดับ

เครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งบนรถยนต์ (Vehicle-mounted cold fogger)

เครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งบนรถยนต์ เป็นเครื่องพ่นสารเคมีที่มีขนาดใหญ่ ส่วนประกอบหลักได้แก่ ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel tank) ถังสารเคมี (Pesticide tank) ปริมาตรไม่น้อยกว่า 50 ลิตร[1] เครื่องยนต์ 4 จังหวะ (4–stroke engine) โดยทั่วไปจะมีกำลังเครื่องยนต์ 5-20 แรงม้า[2] เพื่อควบคุมการพ่นระยะไกลหรือภายในรถยนต์ที่บรรทุกเครื่องพ่น แหล่งกำเนิดลม (Blower unit) หัวฉีดพ่นสารเคมีที่หมุนปรับทิศทางการพ่นได้ (Vertical nozzle) กล่องควบคุมระยะไกลที่มีสายเคเบิล (Cable to control panel in cab) ดังแสดงในภาพที่ 4.8 โดยใช้ความดันอากาศที่สูงให้อากาศไหลผ่านออกมาตามท่ออากาศ เมื่ออากาศที่มีความดันสูงมากระทบสารเคมีที่หัวควบคุมอัตราการไหลของสารเคมี ทำให้สารเคมีในรูปของเหลวแตกตัวเป็นละอองโดยเครื่องพ่นหนึ่งเครื่องอาจมีหัวฉีดพ่นหนึ่งหัวหรือมากกว่าก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตออกแบบมา เครื่องพ่นชนิดนี้ใช้ในการควบคุมในพื้นที่ขนาดใหญ่ ผู้ใช้งานและผู้ควบคุมต้องมีความรู้ในการใช้งานอย่างดี เพื่อให้การควบคุมกำจัดแมลงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างเครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบติดตั้งบนรถยนต์ที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะนำโรค ดังแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.8 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งบนรถยนต์[2]

ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งบนรถยนต์[1, 6]

หลักการทำงานของเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งบนรถยนต์ (ภาพที่ 4.10)

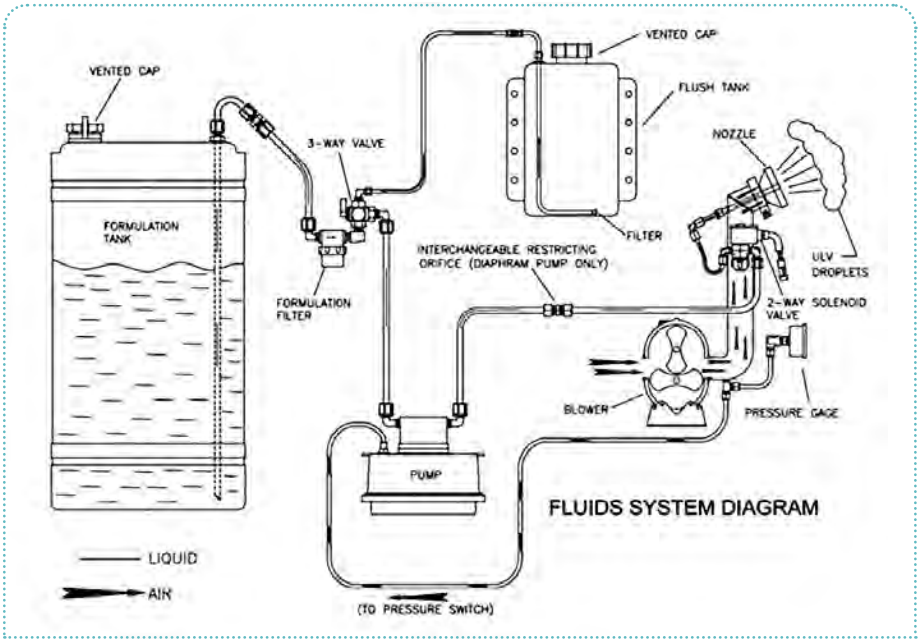
1. เครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบติดตั้งรถยนต์ แหล่งพลังงานที่สร้างลมจะใช้เครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ กำลังเครื่องยนต์ 5-20 แรงม้า ใช้พลังลม (Blower) เป็นตัวตีให้สารเคมีแตกตัวเป็นละอองเล็กๆ โดยลมจะเป่าผ่านท่อลมมายังหัวฉีดพ่น

2. พลังงานลมที่ถูกสร้างขึ้นจะมีแรงเคลื่อนอากาศแรงดันสูงถูกปล่อยออกมาตามท่ออากาศ และให้ลมมากระทบกับสารเคมีที่ไหลมาตามท่อเดินสารเคมีผ่านตัวกรองสารเคมี (Formulation filter) โดยใช้แรงดูดของตัวปั๊ม (Pump) ผ่านระบบท่อเดินสารเคมีไปยังหัวฉีดพ่น (Nozzle) ทำให้เกิดเป็นละออง

3. คุณภาพการผลิตละอองขึ้นอยู่กับกำลังเครื่องยนต์ แรงเคลื่อนของอากาศ อัตราการไหล (Flow rate) ขนาด และการออกแบบของหัวฉีดพ่น (Nozzle)

4. เครื่องพ่นชนิดนี้มีเกจวัดแรงดันอากาศ (Pressure gauge) ที่หัวพ่น และจะมีตัวเซนเซอร์คอยตัดการทำงานเมื่อแรงดันอากาศไม่เหมาะสมสำหรับการฉีดพ่น

5. เนื่องจากเป็นเครื่องพ่นที่มีขนาดใหญ่ระบบท่อเดินสารเคมีจะมีความซับซ้อน การทำความสะอาดจึงมีถังทำความสะอาด (Flush tank) เพื่อทำความสะอาดระบบท่อเดินสารเคมีทุกครั้งหลังฉีดพ่น



ภาพที่ 4.10 หลักการทำงานของเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งบนรถยนต์[7]

หลักการใช้งานทั่วไปของเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งบนรถยนต์

1. ก่อนสตาร์ทเครื่อง ควรตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่อง ความครบถ้วนของอุปกรณ์และกล่องควบคุมระยะไกล และสายเคเบิ้ลเสียบเข้ากับกล่องควบคุมที่ตัวเครื่อง

2. เติมน้ำมันที่ผู้ผลิตแนะนำลงในถังน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช้กรวยกรอง ให้มีช่องว่างอากาศ 1-2 เซนติเมตร จากขอบบนของถัง ปิดฝาถังให้สนิท

3. เติมสารเคมีที่ผสมตัวทำละลายแล้วลงในถังสารเคมี ไม่ควรผสมสารเคมีกับตัวทำละลายในถังสารเคมีของเครื่องพ่น เร่งปิดโช้คและทำการสตาร์ท เมื่อเครื่องติดแล้วให้เปิดโช้ค

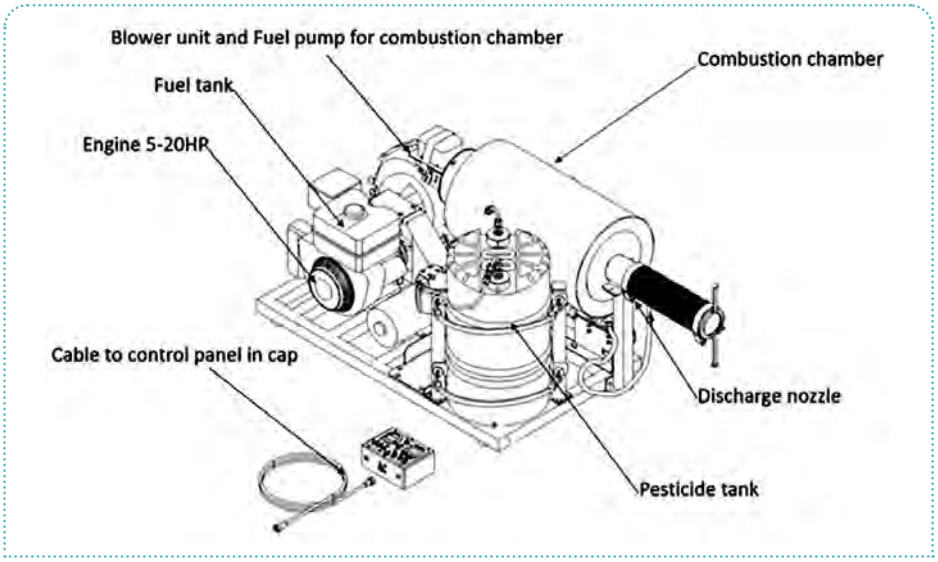
4. เมื่อเครื่องยนต์ทำงานให้ปรับอัตราการไหลตามที่ต้องการ ตามคู่มือของแต่ละเครื่องพ่นที่กำหนดไว้

5. การปล่อยสารเคมี ทำโดยการปล่อยสารเคมีที่กล่องควบคุมระยะไกล ในกรณีที่กล่องควบคุมระยะไกลใช้งานไม่ได้ให้ใช้กล่องควบคุมที่ติดมากับตัวเครื่อง

เครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ (Vehicle-mounted Thermal fogger)

เครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์เป็นเครื่องพ่นสารเคมีที่มีขนาดใหญ่มีระบบการทำงานอยู่ 2 ระบบ คือ Electronic fuel injection system และ Pulse-Jet system ซึ่งส่วนประกอบหลักของทั้งสองระบบจะเหมือนกัน แต่แตกต่างกันที่ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง

1. Electronic fuel injection system มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel tank), ถังสารเคมี (Pesticide tank) ปริมาตรไม่น้อยกว่า 50 ลิตร เครื่องยนต์ 4 จังหวะ (4-stroke engine) โดยทั่วไปจะมีกำลังเครื่องยนต์ 5-20 แรงม้า กล่องควบคุมระยะไกลที่มีสายเคเบิล (Cable to control panel in cab) เพื่อการควบคุมการพ่นระยะไกลหรือภายในรถยนต์ที่บรรทุกเครื่องพ่น ห้องเผาไหม้ (Combustion chamber) แหล่งกำเนิดลม และตัวปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการเผาไหม้ (Blower unit and Fuel pump for combustion) หัวฉีดพ่นสารเคมี (Discharge nozzle) ดังแสดงในภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์[8]

หลักการทำงานของเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ Electronic fuel injection system (ภาพที่ 4.12)

1. การทำงานของเครื่องพ่นแบบติดตั้งบนรถยนต์จะแตกต่างจากเครื่องพ่นหมอกควันขนาดเล็ก โดยระบบจะสร้างกระแสไฟฟ้าจากตัวแปลงกระแสไฟฟ้า (Electric transformer)

2. การจุดระเบิดในห้องเผาไหม้จะใช้ลมจากแหล่งกำเนิดลม (Blower unit) และจะมีปั๊มสำหรับการดูดน้ำมันเชื้อเพลิงเข้าไปผสมกับอากาศและกระแสไฟฟ้า เพื่อทำการจุดระเบิด

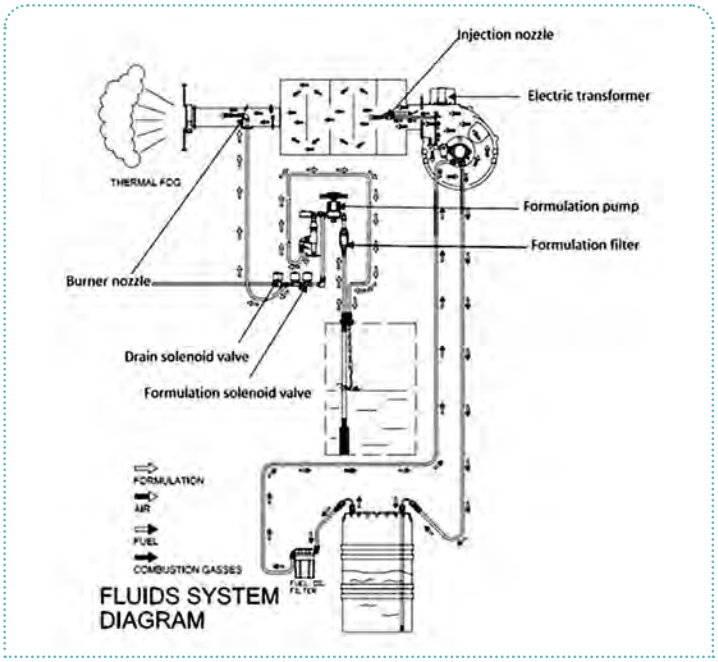
3. น้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกดูดผ่านตัวกรองน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel filter) โดยปั๊มน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel pump) ผ่านไปยังหัวฉีดพ่นเชื้อเพลิง (Injection nozzle) ภายในห้องเผาไหม้

4. สารเคมีจะถูกดูดผ่านตัวกรองสารเคมี (Formulation filter) โดยปั๊มดูดสารเคมี (Formulation pump) ผ่านระบบท่อเดินสารเคมีที่ควบคุมโดยวาล์วควบคุมสารเคมีระบบไฟฟ้า (Formulation solenoid valve) ไปยังหัวฉีดพ่น (Burner nozzle) ภายในท่อความร้อน

5. มวลอากาศร้อนมากกว่า 1,000 องศาเซลเซียส จะถูกระบายมาตามท่อความร้อน มวลอากาศร้อนจะทำให้ส่วนผสมของสารเคมีที่บริเวณหัวฉีดพ่นสารเคมีแตกตัวเป็นไอหมอกขาว

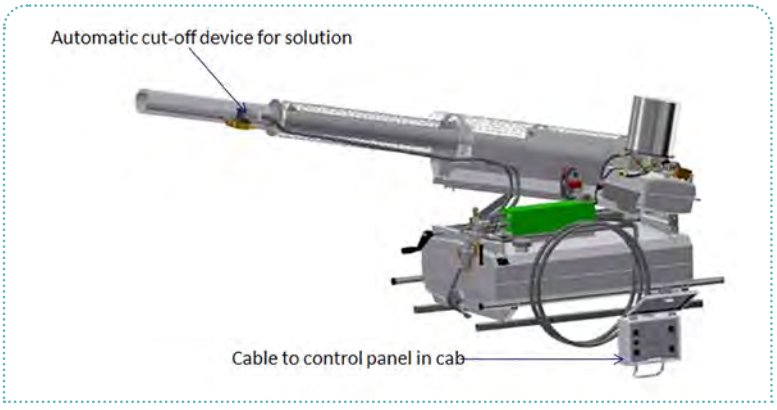
6. เมื่อไอสารเคมีออกจากปลายท่อมากระทบอากาศเย็นภายนอก จะกลายเป็นละอองหมอกควัน ตามปกติเม็ดละอองของการพ่นหมอกควันจะมีขนาดละอองจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของสารเคมีด้วย

7. เนื่องจากเป็นเครื่องพ่นที่มีขนาดใหญ่ ระบบท่อเดินสารเคมีจะมีความซับซ้อนการทำความสะอาดจึงมีระบบทำความสะอาดซึ่งควบคุมด้วยวาล์วระบายสารเคมีระบบไฟฟ้า (Drain solenoid valve) เพื่อทำความสะอาดระบบท่อเดินสารเคมีทุกครั้งหลังฉีดพ่น



ภาพที่ 4.12 หลักการทำงานของเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์[8]

2. Pulse Jet system ระบบการทำงานจะเหมือนกับเครื่องพ่นหมอกควันสะพายไหล่ ส่วนประกอบโดยทั่วไป ได้แก่ ถังน้ำมันเชื้อเพลิง (Fuel tank) ถังสารเคมี (Pesticide tank) ปริมาตรไม่น้อยกว่า 50 ลิตร ปั๊มลมมือ/ปั้มลมไฟฟ้า (Hand pump/Electronic Pump) ตัวจุดระเบิด (Button for ignition) คาร์บูเรเตอร์ (Carburettor) หัวเทียน (Spark plug) ห้องเผาไหม้ (Combustion chamber) ตระแกรงป้องกันความร้อน (Combustion chamber guard) อุปกรณ์สำคัญที่ต้องมีสำหรับเครื่องพ่นหมอกควันชนิดติดตั้งท้ายรถยนต์ คือ กล่องควบคุมระยะไกลที่มีสายเคเบิล (Cable to control panel in cab) เพื่อการควบคุมการพ่นระยะไกลหรือภายในรถยนต์ที่บรรทุกเครื่องพ่น และตัวตัดสารเคมีอัตโนมัติ (Automatic cut-off device for solution) เพื่อทำหน้าที่ในการตัดระบบเดินสารเคมีเมื่อเครื่องพ่นสารเคมีเกิดปัญหาหรือเครื่องดับลงกระทันหัน ป้องกันการก่อให้เกิดการลุกไหม้ของสารเคมีที่ปลายท่อพ่น ดังแสดงในภาพที่ 4.13



ภาพที่ 4.13 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ Pulse Jet system[1]

หลักการทำงานเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ Pulse Jet system

1. การทำงานของเครื่องพ่นเป็นระบบพัลส์เจ็ท (Pulse Jet) หมายถึง การจุดระเบิดที่เกิดขึ้นเป็นลูกโซ่เป็นทอดๆ อย่างอัตโนมัติ โดยการจุดระเบิดครั้งแรกจะทำให้เกิดสภาพเป็นสุญญากาศสามารถดูดไอน้ำมันเบนซินและอากาศจากภายนอกให้เข้ามาแทนที่ และจุดระเบิดครั้งที่สองและครั้งต่อๆ ไปเป็นลูกโซ่ โดยอัตโนมัติ
2. ทำงานโดยการจุดระเบิดในห้องเผาไหม้ (Combustion chamber)
3. มวลอากาศร้อนมากกว่า 1,000 องศาเซลเซียส จะถูกระบายมาตามท่อความร้อน (Thermal pipe)
4. ลมบางส่วนจะถูกแบ่งไปยังถังสารเคมี เพื่อสร้างแรงดันภายในถังสารเคมีสำหรับผลักดันสารเคมีไปตามระบบเดินสารเคมี เมื่อเปิดวาล์วพ่นสารเคมี ผ่านตัวตัดสารเคมีอัตโนมัติ (Automatic cut-off device for solution) ที่ติดอยู่ก่อนถึงหัวหยดสารเคมี (Fogging mixture)
5. มวลอากาศร้อนจะทำให้ส่วนผสมของสารเคมีที่บริเวณหัวหยดสารเคมีแตกตัวเป็นไอสารเคมี
6. เมื่อไอสารเคมีออกจากปลายท่อมากระทบอากาศเย็นภายนอก จะกลายเป็นละอองหมอกควัน ตามปกติขนาดละอองสารเคมีของการพ่นหมอกควันจะมีขนาดเล็กกว่า 20 µm ขนาดละอองจะเล็กหรือใหญ่ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของสารเคมีด้วยซึ่งถูกควบคุมโดยหัวบังคับอัตราการไหลหรือปุ่มปรับระดับอัตราการไหล

เครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ทั้ง 2 ระบบ ใช้ความร้อนที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้เป็นตัวผลักดันสารเคมี เมื่อสารเคมีสัมผัสความร้อนสูงจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ และเมื่อพ้นจากปลายท่อของเครื่องพ่นมากระทบอากาศเย็นภายนอกจะเกิดการควบแน่นกลายเป็นหมอกขาว เครื่องพ่นชนิดนี้ใช้ในการควบคุมแมลงนำโรคในพื้นที่ขนาดใหญ่ ผู้ใช้งานและผู้ควบคุมต้องมีความรู้ในการใช้งานเครื่องพ่นชนิดนี้อย่างดี เพื่อให้การควบคุมกำจัดแมลงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

หลักการใช้งานทั่วไปของเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์

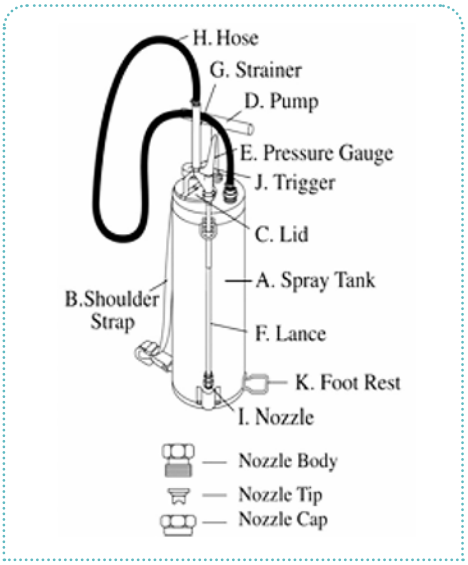
1. ก่อนสตาร์ทเครื่อง ควรตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่อง ความครบถ้วนของอุปกรณ์ กล่องควบคุมระยะไกล และสายเคเบิ้ลเสียบเข้ากับกล่องควบคุมที่ตัวเครื่อง
2. เติมน้ำมันที่ผู้ผลิตแนะนำลงในถังน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช้กรวยกรอง ให้มีช่องว่างอากาศ 1-2 เซ็นติเมตรจากขอบบนของถัง ปิดฝาถังให้สนิท
3. เติมสารเคมีที่ผสมตัวทำละลายแล้วลงในถังสารเคมี ไม่ควรผสมสารเคมีกับตัวทำละลายในถังสารเคมีของเครื่องพ่น เร่งปิดโช้ค และทำการสตาร์ทเครื่อง เมื่อเครื่องติดแล้วให้เปิดโช้ค
4. เมื่อเครื่องยนต์ทำงาน ให้ปรับอัตราการไหลตามที่ต้องการตามคู่มือของแต่ละเครื่องพ่นที่กำหนดไว้
5. การปล่อยสารเคมี ทำโดยการปล่อยสารเคมีที่กล่องควบคุมระยะไกลในกรณีที่กล่องควบคุมระยะไกลใช้งานไม่ได้ให้ใช้กล่องควบคุมที่ติดมากับตัวเครื่อง

การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง

การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง หมายถึง วิธีการพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องมือที่มีระบบการทำงานผลักดันสารเคมีโดยการใช้แรงอัดอากาศ และผ่านหัวฉีดพ่นให้แตกตัวออกมาในรูปของละออง ละอองที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่ การพ่นสารเคมีประเภทนี้ส่วนมากใช้ควบคุมยุงก้นปล่อง โดยการพ่นละอองสารเคมีไปติดยังพื้นผิว เพื่อหวังผลให้ยุงพาหะนำโรคที่เข้ามาภายในบ้านสัมผัสสารเคมีเมื่อมาเกาะพักบริเวณพื้นผิวที่พ่นสารเคมีทิ้งไว้ และอาจหวังผลรวมถึงยุงลายด้วย เพราะยุงลายมักหากินและพักอาศัยภายในบ้านเรือน วัตถุประสงค์ของการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง คือ การพ่นสารเคมีไปยังพื้นผิวโดยมีเป้าหมายที่แหล่งเกาะพักของแมลงพาหะ การพ่นชนิดนี้ส่วนมากจะพ่นภายในอาคารบ้านเรือน เรียกการพ่นแบบนี้ว่า Indoor residual spray (IRS) โดยการพ่นสารเคมีให้เคลือบไว้ที่บริเวณผนัง เพดาน และตามประตูหน้าต่าง ทั้งนี้วัสดุที่รองรับการฉีดพ่นจะมีผลกับระยะเวลาความคงฤทธิ์ของสารเคมี รวมทั้งสูตรของสารเคมีที่ใช้ในการฉีดพ่นละอองของสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงในการพ่นชนิดนี้ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำควรมีขนาดเฉลี่ยละออง (VMD) ระหว่าง 120-200 μm[1] ซึ่งละอองขนาดนี้จะไม่ลอยในอากาศ การพ่นแบบ IRS มีเครื่องมือที่ใช้หลากหลาย การเลือกใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพ การมีองค์ความรู้และเทคนิคในการฉีดพ่นประเภทนี้เป็นสิ่งที่มีความจำเป็นอย่างมาก เครื่องพ่นสารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำสำหรับใช้ในการพ่นแบบ IRS เพื่อควบคุมยุงพาหะ คือ เครื่องพ่นแรงดันโดยใช้ปั๊มมือหรือเครื่องพ่นชนิดอัดลม (Compression sprayers with hand-operated pump or Hand compression sprayer)

เครื่องพ่นชนิดอัดลม (Hand compression sprayer)

เครื่องพ่นชนิดอัดลม ส่วนประกอบหลัก ได้แก่ ถังสารเคมี (Spray tank) สายสะพาย (Shoulder strap) ฝาถัง (Lid) ปั๊มลม (Pump) เกจวัดแรงดัน (Pressure gauge) ก้านพ่น (Lance) ตระแกรงกรอง (Strainer) สายพ่น (Hose) ไกปล่อยสารเคมี (Trigger) ที่เหยียบสำหรับปั๊มลม (Foot rest) หัวฉีดพ่น (nozzle) (ภาพที่ 4.14) ซึ่งขนาดละอองที่เครื่องพ่นผลิตได้จะเป็นกลุ่มละอองที่มีขนาดใหญ่มากกว่า 100 µm ตัวอย่างเครื่องพ่นชนิดอัดลมที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะนำโรค ดังแสดงในภาพที่ 4.15

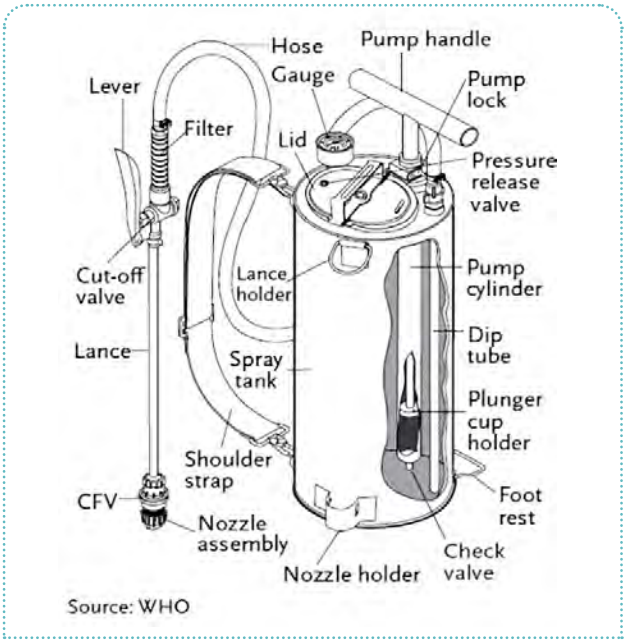


ภาพที่ 4.14 ส่วนประกอบหลักของเครื่องพ่นชนิดอัดลม[9]

ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างเครื่องพ่นชนิดอัดลม[10]

หลักการทำงานของเครื่องพ่นชนิดอัดลม (ภาพที่ 4.16)

1. เครื่องพ่นจะสร้างแรงดันอากาศภายในถังสารเคมี โดยใช้การปั๊มลมลงไปในถังผ่านท่อปั๊มลม (Pump cylinder) ที่ถูกอัดลมด้วยถ้วยลูกสูบ (Plunger cup holder) ผ่านไปที่วาล์วกันกลับ (Check valve) ที่มีหน้าที่กันสารเคมีไหลกลับเข้าไปยังท่อปั๊มลม
2. เมื่อเกิดแรงดันอากาศภายในถังสารเคมีที่เหมาะกับการฉีดพ่นสารเคมี แรงดันจะผลักดันสารเคมีผ่านท่อสารเคมี (Dip tube) ไปยังสายพ่น (Hose)
3. เมื่อทำการบีบไกฉีดพ่น สารเคมีจะผ่านวาล์วควบคุมสารเคมี (Control valve) ไปยังก้านพ่น โดยสารเคมีจะแตกตัวเป็นฝอยละอองเมื่อผ่านหัวฉีดพ่นสารเคมี
4. คุณภาพการผลิตละอองขึ้นอยู่กับกำลังแรงดันอากาศภายในถัง และรูปแบบของหัวฉีดพ่นสารเคมี



ภาพที่ 4.16 หลักการทำงานของเครื่องพ่นชนิดอัดลม[11]

หลักการใช้งานทั่วไปของเครื่องพ่นชนิดอัดลม[9]

1. ก่อนทำการฉีดพ่น ควรตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องพ่น ความครบถ้วนของอุปกรณ์
2. เติมสารเคมีที่ผสมตัวทำละลายแล้วลงในถังปริมาณ 3 ใน 4 ของถัง
3. ปิดฝาถังสารเคมีและสูบลมเข้าไปในถังสารเคมีในจังหวะที่สม่ำเสมอ ให้มีแรงดันอากาศภายในถังอยู่ที่ 4 บาร์ (1 บาร์ (bar) มีค่าเท่ากับ 14.5 ปอนด์/ตารางนิ้ว (psi)) สำหรับหัวฉีดพ่นธรรมดา และ 1.5-2 บาร์ สำหรับหัวฉีดพ่นที่มี CFV (Control flow valve) โดยดูจากเกจวัดความดันอากาศที่ติดอยู่บนตัวเครื่อง
4. ถ้าเกจวัดความดันอากาศขึ้นช้ากว่าปกติหรือสังเกตเห็นฟองอากาศบริเวณรอบๆ ขอบฝาปิดถังสารเคมีให้ตรวจเช็คซีนยางที่ฝาปิดถังสารเคมีว่าเสื่อมสภาพหรือไม่ ถ้าเสื่อมสภาพให้เปลี่ยน
5. เมื่อความดันอากาศภายในถังอยู่ที่ระดับที่เหมาะสม ทำการฉีดพ่นโดยการบีบไกฉีดพ่นสารเคมี

เนื่องจากการพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องพ่นชนิดนี้เป็นการพ่นโดยตรงไปที่พื้นผิว หัวฉีดพ่นและความดันอากาศในถังสารเคมีจึงเป็นส่วนสำคัญที่จะกำหนดปริมาณการพ่นที่ต้องการได้อย่างแม่นยำและคงลักษณะความกว้างตามแนวขวางของพุ่มละออง ซึ่งแรงดันที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการฉีดพ่น หัวฉีดพ่นธรรมดา ผู้ทำการฉีดพ่นต้องควบคุมแรงดันในถังให้อยู่ระหว่าง 1.7-4 บาร์ หรือ 25-58 ปอนด์/ตารางนิ้ว หัวฉีดพ่นที่ดีควรมีวาล์วควบคุมการไหลของสารเคมี (Control flow valve) หรือ CFV ซึ่งมีสีแดง หรือเรียกว่า Red CFV โดยสามารถติดตั้ง CFV ที่หัวฉีดพ่น (ภาพที่ 4.17) CFV จะทำการควบคุมการไหลของสารเคมีให้สม่ำเสมออยู่ที่ 1.5 บาร์ และสัมพันธ์กับแรงดันในถัง เมื่อแรงดันอากาศในถังสารเคมีลดต่ำกว่า 1.5 บาร์ สารเคมีจะไม่ไหลออกจากหัวฉีด โดยหัวฉีดพ่นที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้กับเครื่องพ่นชนิดนี้คือหัวพ่นแบบ 8002E ซึ่งเป็นหัวฉีดพ่นที่สามารถบังคับให้สารเคมีไหลออกมาเป็นลักษณะกรวยรูปพัด[11]

หัวพ่นแบบ 8002E | Control flow valve (CFV)

ภาพที่ 4.17 ลักษณะหัวพ่นแบบ 8002E และ Control flow valve (CFV)[12]

บรรณานุกรม

1. World Health Organization. Equipment for vector control specification guidelines, second edition. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2018.
2. World Health Organization. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control : a practitioner's guide. Geneva: World Health Organization; 2003.
3. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือการใช้เครื่องพ่นสำหรับผู้ปฏิบัติการเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง; 2560.
4. Swillen L. The Use of Fog Generators in Integrated Vector Control* Thermal Fog & Cold Fog (ULV) Generators [Internet]. 2013 [cited 2021 Jan 14]. Available from: https://docplayer.net/27739630-The-use-of-fog-generators-in-integrated-vector-control.html
5. Curtis Dyna-Fog. TwisterTM xl 3 [Internet]. 2015 [cited 2021 Jan 14]. Available from: www.dynafog.com/wp-content/uploads/2015/07/Twister-XL-3-SERIES-4-MANUAL-HONDA-TANAKA-8-19-15.pdf.
6. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือการใช้สารเคมี เครื่องพ่นเคมี และการบำรุงรักษาในงานควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง. นนทบุรี. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2547.
7. Operation and Maintence Manual for Dyna-fog Typhoon2 ULV Aerosol Applicator [Internet]. 2006 [cited 2021 Mar 22]. Available from: https://manualzz.com/doc/24254724/typhoon-2-momar-haystack.
8. Curtis Dyna-Fog. Model 1200 Series 7 Instruction Manual For: Installation, Operation, and Maintenance [Internet]. 2021 [cited 2021 Mar 22]. Available from: https://www.scribd.com/document/326395814/Manual-Termonebulizador-Modelo-1200
9. World Health Organization. Manual for indoor residual spraying: application of residual sprays for vector control. 3rd ed. World Health Organization; 2007.
10. United States Agency for International Development. IRS spray operator pocket guide. United States. United States Agency for International Development; 2018 [cited 2021 Sep 1]. Available from: https://pmivectorlink.org/wp-content/uploads/2019/06/0.-VectorLink-Spray-Operator-Pocket-Guide-Aug-2018-FOR-PRINT.pdf
11. World Health Organization. Indoor residual spraying: An operational manual for indoor residual spraying (IRS) for malaria transmission control and elimination. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2015.
12. ปิติ มงคลางกูร. เอกสารประกอบการบรรยายความรู้เรื่องเครื่องพ่นอัดลม หลักการพ่น เทคนิคการพ่น การใช้และการบำรุงรักษา. การประชุมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาวิทยากรผู้ควบคุมการพ่นเคมีควบคุมพาหะนำโรค ปีงบประมาณ 2563; 16-20 ธันวาคม 2562; โรงแรมริเวอร์ไรน์ เพลส โฮเต็ล แอนด์ เรสซิเดนซ์. นนทบุรี

บทที่ 5

การเตรียมความพร้อมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค

การเตรียมความพร้อมในการควบคุมยุงพาหะนำโรคเป็นขั้นตอนสำคัญก่อนที่จะดำเนินการปฏิบัติงานในพื้นที่ หากไม่เตรียมการให้มีความพร้อม อาจจะเกิดโอกาสเสี่ยงในการปฏิบัติงานผิดพลาด แต่ถ้าทีมมีการเตรียมความพร้อมที่ดี การควบคุมยุงพาหะจะมีประสิทธิผลและประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงาน ได้แก่ การเตรียมทีมปฏิบัติการ และการเตรียมความพร้อมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค รายละเอียดดังนี้

การเตรียมทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค

ทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรคมีความสำคัญในการควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง ทั้งการป้องกันโรคและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคให้ทันท่วงที การเตรียมความพร้อมมีขั้นตอนการดำเนินงาน ได้แก่ การจัดตั้งทีม การสรรหาสมาชิกทีม การฝึกอบรมทีมให้มีทักษะในการควบคุมยุงพาหะ การกำหนดขนาดของทีมและจำนวนทีมให้มีความเหมาะสมกับพื้นที่ที่จะดำเนินการควบคุมโรคในแต่ละด้าน ทั้งนี้ทีมดังกล่าวในเนื้อหาเล่มนี้จะหมายถึงทีมพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะเป็นสำคัญ มีรายละเอียดดังนี้

1. การจัดตั้งทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค

กระบวนการจัดตั้งทีมส่วนใหญ่ไม่มีกฎหมาย หรือกฎระเบียบมาบังคับอย่างชัดเจน แต่คำว่าทีมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค คือ ต้องมีสมาชิกอย่างน้อย 3 คนขึ้นไป ซึ่งการมีสมาชิกทีมที่เหมาะสมในการปฏิบัติภารกิจตามบทบาทหน้าที่และกิจกรรมของทีมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ดังนั้นทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค หรือทีมพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะควรมีองค์ประกอบและบทบาทหน้าที่[1] ดังนี้

1) หัวหน้าทีมหรือผู้ควบคุมทีม (Supervisory staff) จำนวน 1 คน คุณสมบัติควรเป็นผู้มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ผ่านการอบรมที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพ่นสารเคมีและบำรุงรักษาเครื่องพ่นสารเคมีของหน่วยงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดอบรมของกองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค หรือการจัดอบรมของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคในพื้นที่ หัวหน้าทีมหรือผู้ควบคุมทีม มีบทบาทหน้าที่ในการวางแผนเตรียมความพร้อมของชุมชน กำกับดูแลให้การพ่นสารเคมีเป็นไปตามหลักวิชาการ แก้ไขปัญหา และบริหารจัดการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานพ่นสารเคมีควบคุมโรคในพื้นที่ ให้คำแนะนำเจ้าบ้าน ตรวจหาแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำในบ้านและรอบๆ บริเวณบ้านที่จะพ่นสารเคมี พร้อมกำจัดลูกน้ำ เตรียมงบประมาณในการดำเนินการ หรือเป็นผู้เจรจาไกล่เกลี่ยกรณีมีปัญหาในการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะ

2) พนักงานพ่นสารเคมี (Well-trained Operator หรือ Spray man) คุณสมบัติควรเป็นผู้มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง ผ่านการอบรมที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพ่นสารเคมีและบำรุงรักษาเครื่องพ่นสารเคมีของหน่วยงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดอบรมของกองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

หรือการจัดอบรมของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคในพื้นที่ จำนวนของพนักงานพ่นสารเคมีใน 1 ทีม จะต้องไม่ต่ำกว่า 2 คน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ จำนวนอาคารที่จะทำการพ่นสารเคมี

กรณีพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้างที่ฝาผนัง สมรรถนะในการพ่นสารเคมีประมาณ 8-12 หลังคาเรือนต่อคนต่อวัน กรณีพ่นสารเคมีแบบหมอกควัน หรือพ่นฝอยละเอียด (ULV) สมรรถนะในการพ่นสารเคมีประมาณ 25-50 หลังคาเรือนต่อคนต่อวัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของบ้าน ระยะห่างระหว่างบ้าน และการทำความเข้าใจกับประชาชน สมรรถนะการพ่นสารเคมีดังกล่าวให้คิดรวมช่วงระยะเวลาที่พัก ผสมสารเคมี แก้ไขปัญหาการขัดข้องของเครื่องพ่นเล็กๆ น้อยๆ และเวลาที่ไม่สามารถทำการพ่นได้

2. จำนวนทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค

การกำหนดจำนวนทีมปฏิบัติการ ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ สถานการณ์ของโรค และความพร้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการคู่มือเล่มนี้ จึงขอเสนอจำนวนทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรคที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น[2] ควรมี ดังนี้

1) องค์การบริหารส่วนตำบล โดยทั่วไปจะรับผิดชอบพื้นที่ 1 ตำบล หรือบางส่วนของตำบล ความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ยังไม่สูงมาก สถานการณ์ของโรคมักแปรตามความหนาแน่นของประชากร จึงเสนอให้มีทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค ควรมีอย่างน้อย 2 ทีม

2) เทศบาลตำบล โดยทั่วไปจะรับผิดชอบพื้นที่ 1 ตำบล หรือบางส่วนของตำบลเช่นเดียวกับองค์การบริหารส่วนตำบล แต่มีความหนาแน่นของประชากรและชุมชนมากขึ้น รายได้มากขึ้น จึงได้รับการยกระดับเป็นเทศบาลตำบล หากมีการระบาดของโรคติดต่อนำโดยแมลงเกิดขึ้นในพื้นที่ การระบาดมักจะเกิดรวดเร็วกว่าองค์การบริหารส่วนตำบล จึงเสนอให้มีทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค ควรมีอย่างน้อย 3 ทีม

3) เทศบาลเมือง โดยทั่วไปจะรับผิดชอบพื้นที่มากกว่า 1 ตำบล ความหนาแน่นของประชากร ชุมชน และรายได้มีมากขึ้น จึงได้รับการยกระดับเป็นเทศบาลเมือง ลักษณะความเป็นอยู่จะเป็นสังคมเมือง มักมีปัญหาโรคติดต่อนำโดยแมลงและการร้องเรียนเรื่องแมลงเหตุรำคาญร่วมด้วย จึงเสนอให้มีทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค ควรมีอย่างน้อย 5 ทีม

4) เทศบาลนคร รับผิดชอบพื้นที่ขนาดใหญ่ มีบ้านเรือน สถานศึกษา หน่วยงานภาครัฐและเอกชน กิจการต่างๆ ที่กว้างขวางและซับซ้อน ความหนาแน่นของประชากร ชุมชน และรายได้มีมากขึ้น จึงได้รับการยกระดับเป็นเทศบาลนคร ซึ่งลักษณะของชุมชนมีความแตกต่างกันมาก ส่วนใหญ่มักมีปัญหาเกี่ยวกับความร่วมมือของประชาชน อีกทั้งมีปัญหาโรคติดต่อนำโดยแมลง และการร้องเรียนเรื่องแมลงเป็นเหตุรำคาญอย่างต่อเนื่อง จึงเสนอให้มีทีมปฏิบัติการควบคุมยุงพาหะนำโรค ควรมีอย่างน้อย 10 ทีม

การเตรียมความพร้อมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค

1. การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง[3]

การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง เป็นการพ่นสารเคมีให้มีฤทธิ์ตกค้างบนพื้นผิว อาคาร บ้านเรือน กระท่อม เพิง ที่พักอาศัย เฉพาะพื้นผิวที่ยุงพาหะในพื้นที่ชอบเกาะพัก การพ่นสารเคมีแบบนี้ส่วนมากใช้เพื่อป้องกันควบคุมโรคไข้มาลาเรียในพื้นที่แพร่เชื้อสูง โดยส่วนใหญ่จะทำการพ่นสารเคมีก่อนการแพร่เชื้อ 1 เดือน หรือพ่นสารเคมีกรณีพบผู้ป่วยในพื้นที่แพร่เชื้อต่ำ มีขั้นตอนการเตรียมการ ได้แก่ การเตรียมชุมชน และการเตรียมการก่อนการพ่นสารเคมี ดังนี้

1) การเตรียมชุมชน ก่อนดำเนินการพ่นสารเคมีทุกครั้ง ควรเตรียมชุมชนก่อนเพื่อให้การพ่นสารเคมีมีประสิทธิภาพและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น ขั้นตอนการเตรียมชุมชนเพื่อการพ่นสารเคมี มี 3 ช่วงดำเนินการ คือ ก่อนการพ่นสารเคมี ระหว่างการพ่นสารเคมี และหลังการพ่นสารเคมี[4-5] ดังนี้

- ก่อนการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง เป็นขั้นตอนของการวางแผนและปฏิบัติการก่อนที่จะดำเนินการพ่นสารเคมี เพื่อให้หัวหน้าทีมและผู้ปฏิบัติงานสามารถดำเนินการพ่นสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่เกิดข้อขัดแย้ง ข้อร้องเรียนที่เกิดจากการพ่นสารเคมีระหว่างชุมชนกับทีมพ่นสารเคมี ควรศึกษาลักษณะชุมชน ลักษณะบ้านเรือน ความเชื่อ วิถีชีวิตของประชาชนในชุมชน ถนน เส้นทางในชุมชน เป็นต้น เพื่อนำมาประกอบการวางแผนการพ่นให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และดำเนินการพ่นได้อย่างถูกต้อง โดยการจัดทำแผนที่สำหรับพ่นสารเคมี ประสานผู้เกี่ยวข้อง ผู้นำชุมชน เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์และแผนการพ่นสารเคมี และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนในพื้นที่ทราบล่วงหน้า โดยแจ้งผ่านหอกระจายข่าวหรือเครื่องขยายเสียงเคลื่อนที่ รวมทั้งให้ผู้นำชุมชนหรืออาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้านประชาสัมพันธ์ให้ประชาชน ในชุมชนทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ แผนการพ่น และสิ่งที่จะต้องปฏิบัติ เพื่ออำนวยความสะดวกและจัดเตรียมบ้านให้พร้อมต่อการพ่นสารเคมี ได้แก่ ปกปิดอาหารและภาชนะใส่อาหารให้มิดชิด เคลื่อนย้ายของใช้ เครื่องนอน มาไว้บริเวณกลางห้องให้ห่างจากฝาผนังบ้านและปกปิดให้มิดชิด เพื่อให้สามารถเข้าพ่นได้ง่าย เคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์หรือสิ่งของที่แขวนกับผนังภายในบ้านออก ถ้าไม่สามารถเคลื่อนย้ายออกได้ให้หาวัสดุมาปิดคลุม นำผู้ป่วย เด็ก และคนชรา รวมทั้งสัตว์เลี้ยงออกไปอยู่นอกบ้านเป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือมากกว่านั้นจนกว่าสารเคมีจะแห้ง รวมทั้งให้ประชาชนทราบถึงประโยชน์ของการพ่นสารเคมี และให้คำแนะนำการปฏิบัติตนเมื่อเจ้าหน้าที่พ่นสารเคมีเสร็จสิ้น
- ระหว่างดำเนินการพ่นสารเคมี เป็นอีกขั้นตอนที่ต้องให้ความสำคัญ เพราะเป็นช่วงที่มีผลกระทบกับประชาชนในพื้นที่ กิจกรรมที่ควรดำเนินการในวันที่พ่นสารเคมี คือ ให้สุขศึกษา ให้คำแนะนำในการปฏิบัติตนเมื่อเจ้าหน้าที่พ่นสารเคมีเสร็จสิ้น และก่อนพ่นควรให้ประชาชนทุกคนออกจากบริเวณที่จะพ่นสารเคมี ตรวจสอบอีกครั้งให้แน่ชัดว่าได้มีการนำผู้ป่วย เด็ก คนชรา และสัตว์เลี้ยง ออกไปอยู่นอกบ้านเรียบร้อยแล้ว และตรวจดูว่ามีการเคลื่อนย้ายของกินของใช้ให้ห่างจากฝาผนังบ้าน และปกปิดมิชิดหรือไม่
- หลังการพ่นสารเคมี ควรกล่าวขอบคุณประชาชน และควรประเมินผลระยะสั้น ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพของการพ่นสารเคมี การยอมรับของประชาชนและปัญหาที่เกิดจากการพ่นสารเคมี พร้อมแนวทางที่ควรนำมาปรับปรุง แก้ไขต่อไป

2) การเตรียมการก่อนการพ่นสารเคมี

- การเตรียมเครื่องพ่นสารเคมี สำหรับการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง ใช้เครื่องพ่นชนิดอัดลม (Hand compression sprayer) ซึ่งเครื่องพ่นชนิดนี้อาศัยแรงดันเป็นตัวบังคับให้การไหลของสารละลายผ่านหัวฉีดพ่น ก่อนการพ่นสารเคมีควรตรวจสอบจำนวนของเครื่องพ่นที่อยู่ในสภาพดีพร้อมใช้งาน ตรวจสอบอุปกรณ์ทุกส่วนของเครื่องพ่นให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องและทำงานได้ ซึ่งควรจะมีเครื่องพ่น 1 เครื่องต่อพนักงานพ่นสารเคมี 1 คน และควรมีเครื่องพ่นสำรองในทีมอย่างน้อย 1 เครื่อง การตรวจสอบเครื่องพ่นให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน สามารถดำเนินการได้[4] ดังนี้
  - เทน้ำสะอาดใส่ในถังพ่นให้มีปริมาตรประมาณ 3/4 ของถัง
  - ปิดล๊อคฝาเครื่องพ่นให้แน่น

- สูบลมเข้าไปในเครื่องพ่นให้มีแรงดัน 40-58 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ตรวจสอบรอยรั่วบริเวณรอยต่อต่างๆ ของเครื่องพ่น เช่น ตัวถัง ฝาถัง ท่อส่งสารละลายเคมี สายพ่น ก้านพ่น หัวฉีดพ่น และส่วนปิด-เปิดน้ำยา เป็นต้น โดยฟังเสียงลมที่รั่วออกมา หรือสังเกตจากเครื่องมือวัดแรงดัน (เกจวัดความดัน) ที่ติดกับถังพ่น ซึ่งจะแสดงให้เห็นแรงดันที่ลดลง หรือมีแรงดันเพิ่มขึ้นขณะปั๊มหรือไม่ หากมีการรั่วซึมเกิดขึ้นให้ทำการแก้ไข ซ่อมแซมก่อนการพ่นสารเคมี
- ตรวจสอบหัวฉีดว่าไม่มีการอุดตัน สามารถฉีดละอองออกจากหัวฉีดได้สม่ำเสมอ (แถบของละอองสารเคมีที่ออกมาจะมีลักษณะเป็นกรวยรูปพัด) และหัวฉีดไม่หยดเมื่อกด/ปล่อยไกฉีดพ่น หากพบหัวฉีดมีการอุดตันให้ถอดล้างทำความสะอาดหัวฉีดพ่น และหากพบการหยดของสารเคมีให้ทำการแก้ไขซ่อมแซมบริเวณหัวฉีด

• การเตรียมสารเคมี สำหรับพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง สารเคมีที่สามารถนำมาใช้เพื่อการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง จะอยู่ในรูปแบบ (formulation) WP, WDG, SC[3] เป็นต้น สามารถศึกษาได้จากบทที่ 2 สารเคมีกำจัดแมลงในการควบคุมยุงพาหะนำโรค ซึ่งเป็นรูปแบบของสารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ในการพ่นสารเคมีแบบมีฤทธิ์ตกค้าง สำหรับสารเคมีที่มีการศึกษาและใช้ควบคุมยุงพาหะในประเทศไทย ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สารเคมีและอัตราการผสมสารเคมีในการพ่นให้มีฤทธิ์ตกค้าง เพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรียในประเทศไทย[6]

สารเคมี	อัตราการใช้ (มิลลิกรัม/ตารางเมตร)	ปริมาณสารเคมีที่ใช้	ปริมาณน้ำที่ผสมให้ได้ (ลิตร)
Deltamethrin 5% WP	20	80 กรัม	8
Bifenthrin 10% WP	25	50 กรัม	8
Alpha-cypermethrin 10% SC	30	60 มิลลิลิตร	8

• การผสมสารเคมี ดำเนินการผสมสารเคมีในถังสำหรับผสมสารเคมี โดยเทน้ำสะอาดใส่ถังผสมสารเคมีเพียงเล็กน้อย ตวงสารเคมีให้ได้ตามความเข้มข้นที่กำหนด หรือผสมตามคำแนะนำของฉลากผลิตภัณฑ์ (สารเคมีหลายชนิดจะผลิตขนาดบรรจุซองเท่ากับปริมาณที่ต้องผสมน้ำให้ได้ 8 ลิตร) ใช้ไม้สะอาดกวนให้เข้ากันแล้วเติมน้ำจนครบ 8 ลิตร กวนอีกครั้งให้สารเคมีผสมรวมกับน้ำทั้งหมด เมื่อสารเคมีผสมเข้ากับน้ำดีแล้ว ให้เทสารเคมีใส่ถังพ่นสารเคมี โดยผ่านตะแกรงกรองหรือกรวยกรองทุกครั้ง เพื่อป้องกันเศษผงต่างๆ ไปอุดตันหัวฉีดพ่น

• การเตรียมงบประมาณ ในการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง ส่วนใหญ่ใช้วิธีการจ้างเหมาบริการพ่นสารเคมี ซึ่งหน่วยงานอาจจัดทำงบประมาณในแต่ละปี โดยประมาณการจากจำนวนบ้านในพื้นที่เสี่ยง ซึ่งโดยทั่วไป มีดังนี้

(1) กรณีทีมพ่นเป็นพนักงานหรือเจ้าหน้าที่ของรัฐ

- ค่าเบี้ยเลี้ยง อัตรา 1 คนๆ ละ 240 บาท ต่อ 1 วัน หากเป็นค่าตอบแทนจะมีอัตรา 1 คนๆ ละ ประมาณ 300-500 บาท ต่อ 1 วัน กรณีมีค่าที่พักเหมาจ่ายไม่เกินคืนละ 800 บาท หรือตามใบเสร็จของที่พักจริง

- ค่าน้ำมันยานพาหนะใช้อัตราการคำนวณของทางราชการ รถยนต์ กิโลเมตรละ 4 บาท รถจักรยานยนต์ทั้งชนิดพ่วงหรือสามล้อ กิโลเมตรละ 2 บาท ทั้งนี้ต้องประมาณการจากระยะทางในพื้นที่ขณะทำการพ่นและเดินทางไปถึงชุมชน

(2) กรณีทีมพ่นเป็นผู้รับจ้างจากเอกชน หากใช้วิธีการจ้างเหมาบริการพ่นสารเคมี

สำหรับการจ้างเหมาให้บุคคลภายนอกมาดำเนินการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรค หากมีกฎหมายกำหนดตามพรบ.วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ต้องปฏิบัติตามกฎหมาย และการจ้างบุคคลผู้รับจ้างควรมีใบรับรองจากทางหน่วยงานราชการว่าได้ผ่านการอบรมที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพ่นเคมีและบำรุงรักษาเครื่องพ่นเคมีของหน่วยงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดอบรมของกองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค หรือการจัดอบรมของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคในพื้นที่ เพื่อให้ผู้ว่าจ้างได้มั่นใจว่า เทคนิคการปฏิบัติงานจะถูกต้องตามมาตรฐาน อัตราการคำนวณ สมรรถนะการพ่น 10 หลัง ต่อ 1 คน ต่อ 1 วันๆ ละ 300 บาท หรือหลังคาเรือนละ 30 บาท แต่ทั้งนี้การคำนวณการจ้างเหมาพ่นสารเคมีขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศของแต่ละพื้นที่ ระยะทางในชุมชน ซึ่งต้องคำนวณตามความเป็นจริงและเหมาะสม โดยไม่ผิดระเบียบการเบิกจ่ายของกระทรวงการคลัง

2. การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย โดยใช้เครื่องพ่นชนิดหมอกควัน และเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV)

การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย มีวัตถุประสงค์เพื่อลดความหนาแน่นของยุงอย่างรวดเร็ว เป็นการพ่นให้ละอองสารเคมีลอยในอากาศไปสัมผัสกับตัวยุงโดยตรง โดยละอองสารเคมีจะมีขนาดเล็กกว่าการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง การพ่นสารเคมีแบบนี้ส่วนใหญ่ใช้ในการพ่นป้องกันควบคุมยุงลาย การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจายแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การพ่นหมอกควัน และการพ่นฝอยละเอียด (ULV) โดยมีขั้นตอนการเตรียมการ ได้แก่ การเตรียมชุมชน และการเตรียมการก่อนการพ่นสารเคมี ดังนี้

1) การเตรียมชุมชน การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย จะมีขั้นตอนการเตรียมชุมชนที่คล้ายคลึงกับการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมชุมชน 3 ช่วงดำเนินการ คือ ก่อนการพ่นสารเคมี ระหว่างพ่นสารเคมี และหลังการพ่นสารเคมี[7] ดังนี้

- ก่อนการพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย เป็นขั้นตอนของการวางแผนและปฏิบัติการก่อนที่จะดำเนินการพ่นสารเคมี เพื่อให้หัวหน้าทีมและผู้ปฏิบัติงานสามารถทำการพ่นสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่เกิดข้อขัดแย้ง ข้อร้องเรียนที่เกิดจากการพ่นสารเคมีระหว่างชุมชนกับทีมพ่นสารเคมี โดยจะต้องทราบสถานการณ์การระบาดของโรคในชุมชน ชนิดของยุงพาหะ และควรศึกษาข้อมูลในด้านต่างๆ ของชุมชน ได้แก่ ลักษณะชุมชน ลักษณะบ้านเรือน ความหนาแน่นของประชากร ความเชื่อ วิถีชีวิตของคนในชุมชน ขอบเขต ถนน เส้นทางในชุมชน

เป็นต้น เพื่อนำมาประกอบการวางแผนการพ่นให้ตรงกับพื้นที่เป้าหมาย และเลือกใช้วิธีการพ่น อุปกรณ์พ่นให้มีความเหมาะสม เพื่อพ่นได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพมากที่สุด ทั้งนี้ควรจัดทำแผนที่สำหรับพ่นสารเคมี เพื่อใช้ในการวางแผนเส้นทางการฉีดพ่นสารเคมี ประสานผู้เกี่ยวข้อง ผู้นำชุมชน เพื่อแจ้งวัตถุประสงค์และแผนการพ่นสารเคมี และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบล่วงหน้าเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ แผนการพ่น และสิ่งที่จะต้องปฏิบัติ ผ่านหอกระจายข่าวหรือเครื่องขยายเสียงเคลื่อนที่ ผู้นำชุมชน หรืออาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน เพื่อให้ประชาชนอำนวยความสะดวกและจัดเตรียมบ้านให้พร้อมต่อการพ่นสารเคมี ได้แก่ ปิดอุปกรณ์ทำความร้อนและประกอบอาหาร ถอดปลั๊กไฟ ปกปิดอาหารและภาชนะใส่อาหารให้มิดชิด ปิดฝาตู้ปลา เป็นต้น นำผู้ป่วย เด็ก และคนชรารวมทั้งสัตว์เลี้ยงออกไปอยู่นอกบ้านให้พ้นทิศทางของละอองสารเคมีเป็นเวลา 30 นาทีหลังจากฉีดพ่นปิดหน้าต่าง (กรณีการพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันสะพายไหล่ และฝอยละเอียดสะพายหลัง) และเปิดประตู-หน้าต่าง (กรณีการพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันแบบติดรถยนต์ และฝอยละเอียดแบบติดรถยนต์) รวมทั้งให้ประชาชนทราบถึงประโยชน์ของการพ่นสารเคมี และให้คำแนะนำการปฏิบัติตนเมื่อเจ้าหน้าที่พ่นสารเคมีเสร็จสิ้น

- ระหว่างดำเนินการพ่นสารเคมี เป็นช่วงที่มีผลกระทบกับประชาชนในพื้นที่มีกิจกรรมที่ควรดำเนินการในวันที่พ่นสารเคมี คือ ให้สุขศึกษา ให้คำแนะนำในการปฏิบัติตนขณะเจ้าหน้าที่กำลังพ่นสารเคมี และเมื่อพ่นสารเคมีเสร็จสิ้น ได้แก่ ประโยชน์ของการพ่นสารเคมี ข้อควรระวัง การปิดอบบ้านทิ้งไว้ 30 นาทีหลังจากฉีดพ่น การทำความสะอาดคราบน้ำมันและสารเคมี เป็นต้น และก่อนพ่นควรให้ประชาชนทุกคนออกจากบริเวณที่จะพ่นสารเคมี และอยู่ให้พ้นจากทิศทางของละอองสารเคมี ตรวจสอบอีกครั้งให้แน่ชัดว่าได้มีการนำผู้ป่วย เด็ก คนชรา และสัตว์เลี้ยง ออกไปอยู่นอกบ้านที่จะพ่นเรียบร้อยแล้ว ตรวจดูหน้าต่างว่าปิดเตรียมไว้สำหรับการพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันสะพายไหล่/ฝอยละเอียดสะพายหลัง หรือเปิดประตูหน้าต่างเตรียมไว้สำหรับการพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันแบบติดรถยนต์/ฝอยละเอียดแบบติดรถยนต์หรือไม่
- หลังการพ่นสารเคมี ควรกล่าวขอบคุณประชาชน และควรประเมินผลระยะสั้น ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพของการพ่นสารเคมี การยอมรับและปัญหาที่เกิดจากการพ่นสารเคมี พร้อมแนวทางที่ควรนำมาปรับปรุง แก้ไขต่อไป

2) การเตรียมการก่อนการพ่นสารเคมีสำหรับการพ่นชนิดหมอกควันแบบสะพายไหล่

- การเตรียมเครื่องพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันแบบสะพายไหล่ โดยส่วนใหญ่เครื่องพ่นชนิดนี้จะมีอยู่หลายเครื่องหมายการค้า แต่การเตรียมความพร้อมจะมีลักษณะใกล้เคียงกัน โดยทีมพ่นสารเคมี 1 ทีม ควรมีเครื่องพ่นสารเคมีอย่างน้อย 2 เครื่อง เพื่อใช้เป็นเครื่องสำรองกรณีเกิดเหตุขัดข้อง การเตรียมความพร้อมต้องทำการตรวจสอบ และแก้ไขปัญหาเบื้องต้น โดยต้องทำการทดสอบเครื่องพ่นอย่างน้อย 1 วันก่อนพ่น ดังนี้

  - ตรวจสอบการรั่วซึมของถังน้ำมันเชื้อเพลิง
  - ตรวจสอบการรั่วซึมของถังสารเคมี
  - ตรวจสอบระบบไฟ โดยถอดหัวเทียนออกจากเครื่อง แล้วเสียบปลั๊กหัวเทียนวางให้ด้านโลหะหัวเทียนแตะกับส่วนโลหะของเครื่องพ่น สูบลมกระบอกสูบ ซึ่งจะส่งแรงดันให้คอยล์ไฟแรงสูงจ่ายไฟ

ผ่านหัวเทียน ถ้ามีกระแสไฟวิ่งผ่านหัวเทียน ให้ใส่หัวเทียนกลับเข้าตำแหน่งเดิม แต่ถ้าหัวเทียนไม่มีกระแสไฟวิ่งผ่าน หรือกระแสไฟไม่แรงพอให้ขัดเขี้ยวหัวเทียนหรือเปลี่ยนหัวเทียนและแบตเตอรี่ใหม่

- ตรวจสอบหัวควบคุมการไหลของสารเคมีที่ติดไว้ว่ามีขนาดตามความต้องการใช้งานหรือไม่ หากไม่ตรงตามความต้องการควรถอดเปลี่ยนให้ถูกต้อง
- สตาร์ทเครื่อง เพื่อตรวจสอบว่าสามารถทำงานได้ตามปกติหรือไม่

ข้อสังเกต น้ำมันเชื้อเพลิงและสารเคมีเก่าที่เหลือค้างในเครื่องพ่นอาจทำให้เครื่องพ่นเกิดปัญหาได้ เช่น เครื่องสตาร์ทติดยาก ระบบสารเคมีอุดตัน ระบบเชื้อเพลิงอุดตัน ซึ่งในการเติมสารเคมี และน้ำมันเชื้อเพลิงควรใช้ตะแกรง หรือกรวยกรองฝุ่นทุกครั้ง

- การเตรียมสารเคมี สำหรับพ่นสารเคมีชนิดหมอกควัน สารเคมีส่วนใหญ่ที่ใช้จะเป็นรูปแบบสารผสมชนิดน้ำมันข้น EC เช่น เดลต้าเมทริน 0.5% EC สูตรผสม (Deltamethrin 0.5% EC), ซีต้าไซเปอร์เมทริน 2.25% EC สูตรผสม (Zeta-cypermethrin 2.25% EC) หรือสารเคมีในกลุ่มไพรีทรอยด์ที่ผสมสารเสริมฤทธิ์ เช่น Piperonyl butoxide เป็นต้น ตัวอย่างการคำนวณการเตรียมสารเคมี ดังนี้

กรณีหน่วยงานพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันโดยใช้สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC สูตรผสม

จากการประมาณพื้นที่บ้านที่ต้องทำการพ่น พบว่ามีพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 400 ตารางเมตร/หลังคาเรือน สามารถคำนวณปริมาณการใช้สารเคมี ดังนี้

- สารเคมี 1 ลิตร ใช้พ่นในพื้นที่ขนาดเท่าไหร่

- สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC หมายถึง มีสารเคมีเดลต้าเมทรินอยู่ 0.5 กรัม/100 กรัม (100 มิลลิลิตร หรือ ซีซี)

สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร (1,000 มิลลิลิตร) จะมีสารเดลต้าเมทรินอยู่

$$\text{เท่ากับ} \quad \frac{0.5 \text{ กรัม} \times 1{,}000 \text{ มิลลิลิตร}}{100 \text{ กรัม หรือ มิลลิลิตร}} = 5 \text{ กรัม}$$

ดังนั้น สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะมีสารเดลต้าเมทรินซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์อยู่ 5 กรัม/1,000 กรัม (1,000 มิลลิลิตร) หรือ 5 กรัม/ลิตร (เทียบจากปริมาตรน้ำ 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 กรัม โดยประมาณ)

- อัตราการพ่นหมอกควันโดยใช้สารเคมีเดลต้าเมทริน เท่ากับ 1.0 กรัม/เฮกต้าร์ (1 เฮกต้าร์ = 10,000 ตารางเมตร) (อัตราที่องค์การอนามัยโลกแนะนำสำหรับการพ่นหมอกควันและฝอยละเอียด)

สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร มีสารออกฤทธิ์ 5 กรัม จะพ่นได้ในขนาดพื้นที่

$$\text{เท่ากับ} \quad \frac{5 \text{ กรัม} \times 10{,}000 \text{ ตารางเมตร}}{1.0 \text{ กรัม}} = 50{,}000 \text{ ตารางเมตร}$$

ดังนั้น สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะพ่นได้ในพื้นที่ขนาด 50,000 ตารางเมตร หรือ 5 เฮกต้าร์

- **ปริมาณการใช้สารเคมีต่อบ้าน 1 หลัง**

• การผสมสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC สำหรับการพ่นหมอกควัน มีอัตราส่วนผสม 1 : 49 (อัตราส่วนผสมตามฉลากกำหนด) หมายถึง สารเคมี 1 ส่วน ผสมกับน้ำมันดีเซล 49 ส่วน จะได้สารเคมีผสมแล้ว 50 ส่วน

ถ้าใช้สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะต้องผสมกับน้ำมันดีเซล 49 ลิตร จะได้สารเคมีผสมแล้ว 50 ลิตร (50,000 มิลลิลิตร หรือ ซีซี)

• พ่นบ้าน 1 หลัง ซึ่งมีพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 400 ตารางเมตร จะใช้สารเคมีผสมแล้ว

$$\text{เท่ากับ} \quad \frac{50{,}000 \text{ มิลลิลิตร} \times 400 \text{ ตารางเมตร}}{50{,}000 \text{ ตารางเมตร}} = 400 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้น บ้าน 1 หลัง จะใช้สารเคมีเดลต้าเมทรินผสมแล้วพ่นประมาณ 400 มิลลิลิตร หรือ ซีซี

- **จำนวนบ้านที่พ่นต่อสารเคมี 1 ลิตร**

• บ้าน 1 หลัง มีพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 400 ตารางเมตร จะใช้สารเคมีที่ผสมแล้ว 400 มิลลิลิตร

สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร เมื่อผสมแล้วจะได้สารเคมีผสม 50,000 มิลลิลิตร จะพ่นได้ในพื้นที่ขนาด 50,000 ตารางเมตร

สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะพ่นบ้านได้จำนวน

$$\text{เท่ากับ} \quad \frac{50{,}000 \text{ มิลลิลิตร} \times 1 \text{ หลัง}}{400 \text{ มิลลิลิตร}} = 125 \text{ หลังคาเรือน}$$

ดังนั้น สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะพ่นบ้านได้จำนวน 125 หลังคาเรือน

หมายเหตุ : การคำนวณสารเคมีที่ใช้ต่อหลังคาเรือน หรือสารเคมีต่อลิตรคลอบคลุมพื้นที่ อาจมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของบ้าน ความถี่ในการพ่น อาจทำให้ปริมาณการใช้สารเคมีแตกต่างไปจากการคำนวณข้างต้น

• การผสมสารเคมี สำหรับเตรียมไว้ใช้ในการพ่นหมอกควัน ด้วยปัจจุบันมีสารเคมีที่ใช้กำจัดยุงพาหะทางสาธารณสุขจำหน่ายในตลาดเป็นจำนวนมาก จึงควรผสมสารเคมีกับสารผสมตามที่ฉลากผลิตภัณฑ์กำหนดตามวิธีการพ่นเท่านั้น โดยพิจารณาอัตราส่วนผสมว่ามีอัตราส่วนเท่าใด ทั้งนี้ต้องทำการผสมกับน้ำมันดีเซล เช่น 49 ต่อ 1 คือ สารเคมี 49 ส่วน น้ำมันดีเซล 1 ส่วน ส่วนการผสมไว้ใช้งานแนะนำให้ผสมใช้ให้หมดภายใน 1 วัน แต่หากมีแผนการพ่นในวันถัดไปอาจผสมเหลือใช้ในวันถัดไปเท่านั้น ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพสารเคมี จึงไม่ควรผสมสารเคมีทิ้งไว้หลายวัน

• การเตรียมอุปกรณ์ซ่อมบำรุง[8] อุปกรณ์สำหรับซ่อมบำรุงเครื่องพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันเบื้องต้นที่ควรมีประจำทีมพ่นสารเคมี (ภาพที่ 5.1) ได้แก่

1) ไขควงทั้งชนิดปากแบนและปากแฉก ที่พอเหมาะกับการขันสกรูในเครื่องพ่น โดยให้ทีมพ่นพิจารณาขนาดไขควงตามน๊อตของเครื่อง

2) ถ่านไฟฉาย ขนาด 1.5 โวลต์ กรณีเครื่องพ่นแบบเปลี่ยนถ่าน

3) ผ้าเช็ดอุปกรณ์ เพื่อการเช็ดคราบน้ำมันและคราบสกปรก กรณีแก้ไขปัญหาเครื่องเบื้องต้น

4) กระดาษทราย ใช้สำหรับขัดหัวเทียนเพื่อทำความสะอาดเขม่า

5) ชุดถอดหัวเทียน และหัวเทียนเบอร์เดียวกับเครื่องพ่นสารเคมี

6) ประแจเบอร์ 10, 17, 19 และ 21

7) น้ำมันเครื่อง 2 จังหวะหรือทูที สำหรับใช้ในการหล่อลื่นอะไหล่ หรือผสมน้ำมันเบนซินกรณีเครื่องยนต์ 2 จังหวะ

8) คีมชนิดคีบและตัด

9) กรวยกรองน้ำมัน

10) กรวยกรองสารเคมี

ภาพที่ 5.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการเติมสารเคมี และซ่อมบำรุงรักษาเครื่องพ่นเบื้องต้น[9]

• การเตรียมงบประมาณ การวางแผนการใช้งบประมาณเป็นสิ่งสำคัญ หน่วยงานอาจจัดทำงบประมาณในแต่ละปี โดยประมาณการจากจำนวนผู้ป่วยในแต่ละปี จำนวนพื้นที่เสี่ยง จำนวนบ้าน โดยทั่วไป[10] มีดังนี้

(1) กรณีเป็นพนักงาน หรือเจ้าหน้าที่ของรัฐหรือลูกจ้างของหน่วยงาน

- ค่าเบี้ยเลี้ยง อัตรา 1 คนๆ ละ 240 บาท ต่อ 1 วัน หากเป็นค่าตอบแทนจะมีอัตรา 1 คนๆ ละ ประมาณ 300-500 บาท ต่อ 1 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ หากเป็นพื้นที่เขตท่องเที่ยว พื้นที่เศรษฐกิจ ผู้จัดทำงบประมาณสามารถตั้งงบประมาณได้ตามค่าจ้างขั้นต่ำของพื้นที่ขึ้นไป แต่ต้องไม่เกินอัตราที่กฎหมายกำหนด

- ค่าน้ำมันผสมสารเคมี ขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี กรณีเป็นสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC มีอัตราส่วนผสม สารเคมี 1 ส่วน ต่อน้ำมันดีเซล 49 ส่วน ต้องเตรียมน้ำมันดีเซล 49 ลิตร (เช่น ราคาน้ำมันดีเซล ณ เดือนมิถุนายน 2565 ประมาณ 35 บาท) 49 x 35 เท่ากับ 1,715 บาท เตรียมประมาณ 1,750 บาท

- ค่าน้ำมันเบนซินใส่เครื่องพ่น กรณีพ่นหมอกควันหากใช้สารเคมี 1 ลิตร จะใช้น้ำมันเบนซินประมาณ 20 ลิตร (เช่น ราคาน้ำมันเบนซิน 95 ณ เดือนมิถุนายน 2565 ประมาณ 50 บาท) 20 x 50 เท่ากับ 1,000 บาท เตรียมประมาณ 1,000 บาท เพื่อไว้สำหรับการอุ่นเครื่องและทำความสะอาดแผ่นแมมเบรน กรณีเครื่องขัดข้อง กรณีการพ่นฝอยละเอียด (ULV) หากใช้สารเคมี 1 ลิตร จะใช้น้ำมันเบนซินประมาณ 5 ลิตร

- ค่าน้ำมันยานพาหนะ จะใช้อัตราการคำนวณของทางราชการ กรณีรถยนต์ กิโลเมตรละ 4 บาท รถจักรยานยนต์ทั้งชนิดพ่วงหรือสามล้อ กิโลเมตรละ 2 บาท ทั้งนี้ต้องประมาณการจากระยะทางในพื้นที่ขณะทำการพ่น และระยะทางในการเดินทางไปถึงชุมชน

หมายเหตุ : การคำนวณค่าใช้จ่ายข้างต้นในบางพื้นที่อาจสูงกว่านี้ อาจเนื่องจากสภาพของยานพาหนะ สภาพพื้นที่ และปัจจัยอื่นที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของบ้าน ความถี่ในการพ่น อาจทำให้ปริมาณการใช้สารเคมีแตกต่างไปจากการคำนวณข้างต้น

(2) กรณีทีมพ่นเป็นผู้รับจ้างจากเอกชน หากใช้วิธีการจ้างเหมาบริการพ่นสารเคมี

สำหรับการจ้างเหมาให้บุคคลภายนอกมาดำเนินการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรค หากมีกฎหมายกำหนดตามพรบ.วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ต้องปฏิบัติตามกฎหมาย และการจ้างบุคคล ผู้รับจ้างควรมีใบรับรองจากทางหน่วยงานราชการว่าได้ผ่านการอบรมที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการพ่นสารเคมีและบำรุงรักษาเครื่องพ่นเคมีของหน่วยงานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น การจัดอบรมของกองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค หรือการจัดอบรมของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคในพื้นที่ ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายในการพ่นหมอกควัน สำหรับพ่นบ้านจำนวน 125 หลังคาเรือนต่อการพ่น 1 รอบพ่น กรณีใช้สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC ที่มีอัตราส่วนผสมตามฉลาก 1 ต่อ 49 ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าใช้จ่ายในการพ่นสารเคมีชนิดหมอกควัน

รายการ	จำนวน	ราคา (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)	ค่าใช้จ่าย/หลัง (บาท)
สารเคมี	1 ลิตร	1,500*	1,500	12.00
น้ำมันดีเซล	49 ลิตร	35.00**	1,715	13.72
น้ำมันเบนซิน 95	20 ลิตร	50.00**	1,000	8.00
ค่าจ้างพ่น	3 คน (หัวหน้า+พนักงานพ่น) พ่น 2 วัน	300	1,800	14.40
ค่าน้ำมันดีเซลยานพาหนะของทีมพ่น***	30 ลิตร	35.00	1,050	8.40
รวม 125 หลังคาเรือน				56.52 ประมาณ 60 บาท/1หลัง

* ขึ้นอยู่กับราคาซื้อขายในท้องตลาด
** ขึ้นอยู่กับราคาซื้อขาย ณ ปัจจุบัน
*** ขึ้นอยู่กับระยะทางในพื้นที่จริง

หมายเหตุ : ตารางนี้ใช้สำหรับการคำนวณเพื่อจ้างเหมาพ่นสารเคมีเท่านั้น ทั้งนี้การคำนวณแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี ราคาน้ำมัน ระยะทางในชุมชน อัตราค่าแรงขั้นต่ำในประเทศและพื้นที่ ซึ่งต้องคำนวณใหม่ตามความเป็นจริงและเหมาะสม โดยไม่ผิดระเบียบการเบิกจ่ายของกระทรวงการคลัง ในกรณีจำนวนทีมพ่น จำนวนวันพ่น สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสภาพพื้นและสถานการณ์ของโรคในพื้นที่

3) การเตรียมการก่อนการพ่นสารเคมีสำหรับการพ่นชนิดฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง

- การเตรียมเครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง การเตรียมความพร้อมในการใช้เครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียดแบบสะพายหลัง โดยส่วนใหญ่เครื่องพ่นประเภทนี้จะมีอยู่หลายเครื่องหมายการค้าและหลายชนิด ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องยนต์ทั้งชนิด 2 จังหวะ และ 4 จังหวะ ใช้ระบบหัวเทียนในการสตาร์ตเครื่อง ระบบอัดอากาศใช้โรตารี่ หรือใบพัดก็ได้ การเตรียมความพร้อมจะคล้ายคลึงกัน ซึ่งทีมพ่นสารเคมี 1 ทีม ควรมีเครื่องพ่นสารเคมีอย่างน้อย 2 เครื่อง เพื่อใช้เป็นเครื่องสำรองในกรณีเกิดเหตุขัดข้อง การเตรียมความพร้อมต้องทำการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาเบื้องต้น โดยต้องทำการทดสอบเครื่องพ่นอย่างน้อย 1 วันก่อนพ่น ดังนี้

  - ตรวจสอบระบบไฟ โดยการทดลองสตาร์ทเครื่อง ทำการถอดสายเชื่อมต่อหัวเทียนแล้วแตะกับชิ้นส่วนโลหะของเครื่องพ่นทำการสตาร์ท สังเกตกระแสไฟหากไม่มีประกายไฟ ให้ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำมันเบนซิน และขัดด้วยกระดาษทราย ขยับขั้วหัวเทียนให้มีระยะห่าง 0.5-1 มิลลิเมตร

- ตรวจสอบสภาพภายนอกของตัวถังน้ำมันเชื้อเพลิงและถังสารเคมีว่าไม่มีการรั่วซึม สายสะพายต้องมีสภาพปกติไม่ชำรุด สามารถรองรับน้ำหนักขณะสะพายหลังได้

- ตรวจสอบถังน้ำมันเชื้อเพลิง ต้องเปลี่ยนน้ำมันเบนซินใหม่ หากเป็นเครื่องยนต์ 2 จังหวะ ต้องผสมน้ำมันทูที อัตราส่วน 1 : 20 หรือ 1 : 25 แต่ถ้าเป็นเครื่องยนต์ 4 จังหวะไม่ต้องผสมน้ำมันทูที

- ตรวจสอบถังสารเคมีว่าไม่อุดตัน หากพบมีสารเคมีเก่าเหลือค้างอยู่นานกว่า 1 วัน ต้องถ่ายออก ทำลายด้วยวิธีการที่ถูกต้อง ทำการล้างถังสารเคมีให้สะอาดด้วยสารซักล้าง

- ทดลองสตาร์ทและอุ่นเครื่องประมาณ 5 นาที แล้วทดลองพ่นเพื่อดูการอุดตันของหัวฉีดพ่น หากละอองสารเคมีออกมาปกติแสดงว่าสภาพเครื่องปกติ มีความพร้อมสามารถใช้ในการปฏิบัติงานในวันถัดไปได้ แต่ควรมีการตรวจสอบอัตราการไหลที่แท้จริงอย่างน้อยทุก 3 เดือน เพื่อปรับความเร็วในการพ่นให้เหมาะสม หรือทำการแก้ไขให้มีความเหมาะสมต่อไป

• การเตรียมสารเคมี สำหรับพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียดแบบสะพายหลัง สารเคมีที่ใช้สำหรับพ่นชนิดฝอยละเอียด มีหลายรูปแบบ ได้แก่ สารผสมชนิดน้ำมันข้น EC, สารผสมชนิดน้ำมันในน้ำ EW, UL (รายละเอียดรูปแบบสารเคมีดังแสดงในบทที่ 2 สารเคมีกำจัดแมลงในการควบคุมยุงพาหะนำโรค) การใช้ตัวทำละลาย ได้แก่ น้ำมันดีเซลหรือน้ำ ขึ้นอยู่กับรูปแบบของสารเคมี (formulation) และการขึ้นทะเบียนกับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ตัวอย่างการเตรียมสารเคมีเพื่อการพ่นฝอยละเอียด ดังนี้

กรณีหน่วยงานพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียดโดยใช้สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC สูตรผสม

จากการประมาณพื้นที่บ้านที่ต้องทำการพ่น พบว่ามีพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 400 ตารางเมตร/หลังคาเรือน สามารถคำนวณปริมาณการใช้สารเคมี ดังนี้

- **ปริมาณการใช้สารเคมีต่อบ้าน 1 หลัง**

• สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะพ่นได้ในพื้นที่ขนาด 50,000 ตารางเมตร หรือ 5 เฮกต้าร์ (จากตัวอย่างการคำนวนการพ่นสารเคมีชนิดหมอกควัน)

• การผสมสารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC สำหรับการพ่นฝอยละเอียด มีอัตราส่วนผสม 1 : 9 (อัตราส่วนผสมตามฉลากกำหนด) หมายถึง สารเคมี 1 ส่วน ผสมกับน้ำมันดีเซล 9 ส่วน จะได้สารเคมีผสมแล้ว 10 ส่วน

ถ้าใช้สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะต้องผสมกับน้ำมันดีเซล 9 ลิตร จะได้สารเคมีผสมแล้ว 10 ลิตร (10,000 มิลลิลิตร หรือ ซีซี)

• พ่นบ้าน 1 หลัง ซึ่งมีพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 400 ตารางเมตร จะใช้สารเคมีผสมแล้ว

$$\text{เท่ากับ} \quad \frac{10{,}000 \text{ มิลลิลิตร} \times 400 \text{ ตารางเมตร}}{50{,}000 \text{ ตารางเมตร}} = 80 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้น บ้าน 1 หลัง จะใช้สารเคมีเดลต้าเมทรินที่ผสมแล้วพ่นประมาณ 80 มิลลิลิตร หรือ ซีซี

- **จำนวนบ้านที่พ่นต่อสารเคมี 1 ลิตร**
  - บ้าน 1 หลัง มีพื้นที่เฉลี่ยประมาณ 400 ตารางเมตร จะใช้สารเคมีที่ผสมแล้ว 80 มิลลิลิตร

สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร เมื่อผสมแล้วจะได้สารเคมีผสม 10,000 มิลลิลิตร จะพ่นได้ในพื้นที่ขนาด 50,000 ตารางเมตร

สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะพ่นบ้านได้จำนวน

$$\text{เท่ากับ} \quad \frac{10{,}000 \text{ มิลลิลิตร} \times 1 \text{ หลัง}}{80 \text{ มิลลิลิตร}} = 125 \text{ หลังคาเรือน}$$

ดังนั้น สารเคมีเดลต้าเมทริน 0.5% EC 1 ลิตร จะพ่นบ้านได้จำนวน 125 หลังคาเรือน

- การผสมสารเคมี สำหรับเตรียมไว้ใช้ในการพ่นฝอยละเอียดแบบสะพายหลัง ด้วยปัจจุบันมีสารเคมีที่ใช้กำจัดยุงพาหะทางสาธารณสุขจำหน่ายในตลาดเป็นจำนวนมาก จึงควรผสมสารเคมีกับสารผสมตามที่ฉลากผลิตภัณฑ์กำหนดตามวิธีการพ่นเท่านั้น โดยพิจารณาอัตราส่วนผสมว่ามีอัตราส่วนเท่าใด ทั้งนี้ต้องทำการผสมกับน้ำมันดีเซล เช่น 1 ต่อ 9 คือ สารเคมี 1 ส่วน น้ำมันดีเซล 9 ส่วน หรือ สารเคมี 1 ลิตร ผสมน้ำมันดีเซล 9 ลิตร จะได้ปริมาตรรวม 10 ลิตร ส่วนการผสมไว้ใช้งานแนะนำให้ผสมใช้ให้หมดภายใน 1 วัน แต่หากมีแผนการพ่นในวันถัดไปอาจผสมเหลือใช้ในวันถัดไปเท่านั้น ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพสารเคมี จึงไม่ควรผสมสารเคมีทิ้งไว้หลายวัน
- การเตรียมอุปกรณ์ซ่อมบำรุง เครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียดแบบสะพายหลัง จะใช้อุปกรณ์สำหรับซ่อมเครื่องพ่นสารเคมีเบื้องต้นเหมือนกับเครื่องพ่นชนิดหมอกควัน ทั้งนี้อุปกรณ์บางชนิดต้องขึ้นอยู่กับเครื่องพ่นแต่ละบริษัทที่ผลิตออกมา โดยส่วนใหญ่ผู้ขายจะมีชุดอุปกรณ์มาพร้อมกับเครื่อง

4) การเตรียมการก่อนการพ่นสารเคมีสำหรับการพ่นชนิดฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งรถยนต์

- การเตรียมเครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียด (ULV) แบบติดตั้งรถยนต์ เครื่องพ่นประเภทนี้จะมีอยู่หลายเครื่องหมายการค้าและหลายชนิด ส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องยนต์ชนิด 4 จังหวะ มีขนาดใหญ่ ต้องทำการบรรทุกโดยรถกระบะ ทีมพ่นสารเคมีต้องทำการทดสอบเครื่องพ่นอย่างน้อย 1 วันก่อนพ่น ดังนี้

- ตรวจสอบระบบไฟ และแบตเตอรี่ว่าสามารถใช้งานได้ หากแบตเตอรี่อ่อนกำลังต้องทำการชาร์ตให้เต็ม
- ตรวจน้ำมันเครื่องยนต์ให้อยู่ในระดับที่กำหนด (ถ่ายน้ำมันเครื่องครั้งแรก 25 ชั่วโมงการทำงาน)
- ตรวจและเติมน้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทน 85 หรือค่าอื่นที่ผู้ผลิตกำหนด โดยใช้กรวยกรองเท่านั้น
- ตรวจสอบถังสารเคมีว่าไม่อุดตัน หากพบมีสารเคมีเก่าเหลือค้างอยู่นานกว่า 1 วัน ต้องถ่ายออก ทำลายด้วยวิธีการที่ถูกต้อง ทำการล้างถังสารเคมีให้สะอาดด้วยสารซักล้าง
- ทดลองสตาร์ทและอุ่นเครื่องประมาณ 5-10 นาที แล้วทดลองพ่นเพื่อดูการอุดตันของระบบท่อพ่น หากละอองสารเคมีออกมาปกติถือว่าสภาพเครื่องปกติ มีความพร้อมสามารถออกปฏิบัติงาน

ในวันถัดไปได้ แต่ควรมีการตรวจสอบอัตราการไหลที่แท้จริงอย่างน้อยทุก 3 เดือน เพื่อปรับความเร็วในการพ่นให้เหมาะสม หรือทำการแก้ไขให้มีความเหมาะสมต่อไป

- กรณีมีรีโมทย์ควบคุมการทำงาน จะต้องทดสอบสตาร์ทเครื่อง ปล่อยน้ำยา และล้างทำความสะอาดหัวพ่น หากรีโมทย์มีปัญหาต้องรีบส่งซ่อมบำรุง

- ตรวจสอบหัวฉีดพ่นทุกหัวว่ามีสารเคมีไหล หรือพ่นออกมาปกติหรือไม่ หากมีการอุดตันต้องทำการล้าง (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องพ่นแต่ละบริษัท ซึ่งมีหัวพ่นตั้งแต่ 1-4 หัว)

• การเตรียมสารเคมี สำหรับพ่นสารเคมีฝอยละเอียดแบบติดตั้งรถยนต์ สารเคมีสำหรับใช้ในการพ่นฝอยละเอียดแบบติดตั้งรถยนต์ มีวิธีการเตรียมแบบเดียวกับการพ่นฝอยละเอียดแบบสะพายหลัง แต่ต้องเตรียมในปริมาตรให้เหมาะสมกับพื้นที่ที่ต้องการพ่น โดยทั่วไปการพ่นประเภทนี้จะใช้ในการควบคุมยุงพาหะในพื้นที่ขนาดใหญ่

• การผสมสารเคมี[11] การผสมสารเคมีสำหรับเตรียมไว้ใช้ในการพ่นฝอยละเอียดแบบติดตั้งรถยนต์จะเหมือนกับการผสมสารเคมีในการพ่นฝอยละเอียดแบบสะพายหลัง คือ ผสมสารเคมีตามที่ฉลากผลิตภัณฑ์กำหนดตามวิธีการพ่น โดยพิจารณาอัตราส่วนผสมว่ามีอัตราส่วนเท่าใด ทั้งนี้ต้องทำการผสมกับน้ำมันดีเซล เช่น 1 ต่อ 9 คือ สารเคมี 1 ส่วน น้ำมันดีเซล 9 ส่วน หรือสารเคมี 1 ลิตร ผสมน้ำมันดีเซล 9 ลิตร จะได้ปริมาตรรวม 10 ลิตร การผสมสารเคมีเพื่อใช้ในการพ่นประเภทนี้ แม้เป็นการผสมสารเคมีครั้งละปริมาณมากแต่ยังคงแนะนำให้ผสมสารเคมีในถังผสมก่อนเทสารเคมีที่ผสมแล้วใส่ถังสารเคมีของเครื่องพ่น เพื่อให้แน่ใจว่าสารเคมีผสมเข้ากันอย่างทั่วถึง ส่วนการผสมไว้ใช้งานแนะนำให้ทำการผสมที่ใช้หมดภายใน 1 วัน แต่หากมีแผนการพ่นในวันถัดไปอาจผสมเหลือใช้ในวันถัดไปเท่านั้น ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพสารเคมีจึงไม่ควรผสมสารเคมีทิ้งไว้หลายวัน

• การเตรียมอุปกรณ์ซ่อมบำรุง เครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียดแบบติดตั้งรถยนต์ส่วนใหญ่หากเครื่องพ่นมีปัญหาจะไม่ทำการแก้ไข แต่จะแนะนำให้ติดต่อช่างซ่อมหรือติดต่อศูนย์ซ่อมของบริษัทผู้ผลิตหรือผู้แทนจำหน่าย เท่านั้น

การเตรียมชุดและอุปกรณ์สำหรับป้องกันสารเคมีให้กับพนักงานพ่นสารเคมี

ชุดและอุปกรณ์ป้องกันสารเคมีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ ช่วยป้องกันพนักงานพ่นสารเคมีไม่ให้สัมผัสกับสารเคมีและสารผสมซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดพิษ หรืออาการข้างเคียงได้ ทีมพ่นสารเคมีสามารถตัดชุดสำเร็จรูป หรือประยุกต์ใช้ชุดที่มีอยู่ได้โดยไม่ต้องสิ้นเปลืองงบประมาณ รวมทั้งอุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ เช่น หมวก แว่นตาป้องกันสารเคมี หน้ากากสำหรับป้องกันสารเคมี รองเท้าผ้าใบ ถุงมือเพื่อป้องกันการสัมผัสกับสารเคมีในขณะทำการเติมสารเคมีลงไปในเครื่องพ่น และขณะพ่นสารเคมี[9] (ภาพที่ 5.2 และ 5.3)

ชุดป้องกันในการพ่นสารเคมี

ภาพที่ 5.2 ชุดป้องกันในการพ่นสารเคมีชนิดตัดสำเร็จรูปพร้อมอุปกรณ์ป้องกัน[9]

ชุดป้องกันในการพ่นสารเคมีที่ประยุกต์ได้

ภาพที่ 5.3 ชุดป้องกันในการพ่นสารเคมีและอุปกรณ์ป้องกันที่สามารถประยุกต์ใช้ได้[9]

บรรณานุกรม

1. พงศกร สดากร. เอกสารประกอบการบรรยายการจัดการการพ่นสารเคมีและการเตรียมความพร้อมของชุมชนในการพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะ. การประชุมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาวิทยากรผู้ควบคุมการพ่นเคมีควบคุมพาหะนำโรค ปีงบประมาณ 2563; 16-20 ธันวาคม 2562; โรงแรมริเวอร์ไรน์ เพลส โฮเต็ล แอนด์ เรสซิเดนซ์. นนทบุรี.
2. วิกิพีเดีย. ราชการส่วนท้องถิ่น (ประเทศไทย) [อินเตอร์เน็ต]; 2564 [เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 ส.ค. 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://th.wikipedia.org/wiki/ราชการส่วนท้องถิ่น_(ประเทศไทย).
3. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือการใช้สารเคมี เครื่องพ่นเคมี และการบำรุงรักษาในงานควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง. นนทบุรี. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2547.
4. World Health Organization. Manual for indoor residual spraying: application of residual sprays for vector control. 3rd ed. World Health Organization; 2007.
5. World Health Organization. Indoor residual spraying: An operational manual for indoor residual spraying (IRS) for malaria transmission control and elimination. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2015.
6. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. แนวทางการปฏิบัติงานกำจัดโรคไข้มาลาเรียสำหรับบุคลากรทางแพทย์และสาธารณสุขประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2562
7. World Health Organization. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control : a practitioner's guide. Geneva: World Health Organization; 2003.
8. สุธีระ ขนอม. เอกสารประกอบการบรรยายการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องพ่นหมอกควันในงานควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง. อบรมการเฝ้าระวัง ป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราช; 15 ธันวาคม 2560; สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช.
9. วิรยุทธิ์ แก้วยศกุล. เอกสารการบรรยายเทคนิคการพ่นเคมีและบำรุงรักษาเครื่องพ่นเคมี. อบรมการเฝ้าระวังโรคป้องกันควบคุมโรคติดเชื้อ (โรคไข้เลือดออก) จังหวัดนครศรีธรรมราช; 26 ธันวาคม 2561; องค์การบริหารส่วนจังหวัดนครศรีธรรมราช. นครศรีธรรมราช.
10. วิรยุทธิ์ แก้วยศกุล. หัวหน้างานควบคุมโรค ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 11.2 จังหวัดนครศรีธรรมราช. สัมภาษณ์เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2564.
11. บุญเสริม อ่วมอ่อง. 2562. เอกสารประกอบการบรรยายความรู้เรื่องเครื่องพ่นสารเคมีกำจัดแมลง. การประชุมเชิงปฏิบัติการการพัฒนาวิทยากรผู้ควบคุมการพ่นเคมีควบคุมพาหะนำโรค ปีงบประมาณ 2563; 16-20 ธันวาคม 2562; โรงแรมริเวอร์ไรน์ เพลส โฮเต็ล แอนด์ เรสซิเดนซ์. นนทบุรี.

บทที่ 6

เทคนิคการพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมยุงพาหะนำโรค

การพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะนำโรคที่ใช้ในงานสาธารณสุขมี 2 ประเภท[1-2] ได้แก่ การพ่นแบบฟุ้งกระจาย และการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง ซึ่งการพ่นแบบฟุ้งกระจายประกอบด้วยการพ่นชนิดหมอกควัน และชนิดฝอยละเอียด (ULV) การเลือกใช้การพ่นประเภทไหนนั้นขึ้นอยู่กับชีวนิสัยของยุงพาหะชนิดนั้นๆ

1. การพ่นแบบฟุ้งกระจาย องค์การอนามัยโลกกำหนดให้ขนาดละอองสารเคมีที่พ่นออกมาส่วนใหญ่มีขนาดเล็กไม่เกิน 50 μm[2-3] โดยละอองสารเคมีที่พ่นออกมาเป็นฝอยละเอียดเล็กๆ สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานมากพอ เพื่อให้แมลงเป้าหมายมาสัมผัส เมื่อแมลงสัมผัสกับละอองสารเคมี สารออกฤทธิ์จะซึมและแพร่กระจายในตัวแมลงทำให้แมลงตายในที่สุด

2. การพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง ละอองสารเคมีที่พ่นออกมา ส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่กว่า 100 μm จึงไม่สามารถลอยฟุ้งอยู่ในบรรยากาศได้นานพอจะกำจัดแมลงบิน มักใช้ในการพ่นสารเคมีที่มีความเข้มข้นปานกลาง โดยให้ละอองสารเคมีฟุ้งตกคลุมพื้นผิวของบริเวณที่พ่น เพื่อกำจัดแมลงคลานและแมลงที่มาเกาะพัก การพ่นแบบนี้จะหวังผลระยะยาวสารเคมีที่ใช้ควรเป็นแบบถูกตัวตาย แต่มีฤทธิ์ตกค้างนาน

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจายเพื่อควบคุมยุงลาย

1. ช่วงเวลาในการพ่นสารเคมี ควรเป็นช่วงเวลาที่ยุงพาหะออกหากิน ในการพ่นสารเคมีควบคุมยุงลาย ช่วงเวลาที่เหมาะสมต่อการพ่นสารเคมี คือ ช่วงเช้าและช่วงบ่ายแก่ๆ ถึงเย็น เพราะเป็นช่วงเวลาที่ยุงลายออกหากินมากสุด ทำให้ยุงลายมีโอกาสสัมผัสกับละอองสารเคมีที่ลอยอยู่ในอากาศได้มากขึ้น ทั้งนี้การพ่นสารเคมีภายนอกอาคารควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น แต่หากเป็นการพ่นสารเคมีภายในอาคาร ช่วงเวลาในการพ่นจะไม่มีความสำคัญมากนัก สามารถดำเนินการพ่นได้ตลอดทั้งวัน[3, 4]

2. ความถี่ในการพ่นสารเคมี การพ่นสารเคมีเพื่อควบคุมการระบาดของโรคติดต่อนำโดยยุงลาย ควรดำเนินการพ่นทันทีหลังจากมีผู้ป่วยเกิดขึ้นในพื้นที่ และควรพ่นซ้ำอย่างน้อย 1 ครั้ง หลังจากการพ่นครั้งแรก 7 วัน แต่ถ้าจะดำเนินการพ่น 3 ครั้ง ให้พ่นภายใน 7 วัน คือ พ่นวันที่ 1 วันที่ 3 และวันที่ 7 ซึ่งการพ่นสารเคมีซ้ำ เพื่อฆ่ายุงที่เกิดใหม่ (ระยะเวลาการเจริญจากลูกน้ำจนเป็นยุงประมาณ 7-10 วัน) หรือยุงตัวอื่นที่จะมาดูดเลือดผู้ป่วยที่อาจมีเชื้อไวรัสไข้เลือดออกหลงเหลืออยู่ในกระแสเลือด ฆ่ายุงเกิดใหม่ที่ได้รับการถ่ายทอดเชื้อผ่านทางไข่ยุง (transovarian transmission) และเพื่อฆ่ายุงที่ได้รับเชื้อไปแล้วแต่อาจหนีรอด

จากการพ่นในครั้งแรก[2, 4-5] ทั้งนี้การพ่นเพื่อควบคุมการระบาดของโรคติดต่อนำโดยยุงลาย ควรดำเนินการตามแนวทางมาตรการควบคุมโรคติดต่อนำโดยยุงลาย กรมควบคุมโรค เป็นสิ่งสำคัญ (ภาคผนวกที่ 1)

3. สภาพภูมิอากาศ การพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะให้มีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงปัจจัยด้านสภาพภูมิอากาศของพื้นที่ในขณะที่จะดำเนินการพ่น ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ความชื้น ดังนี้

ความเร็วลม และทิศทางลม มีผลต่อการกระจายของละอองสารเคมีและการสัมผัสของละอองสารเคมีกับตัวยุงพาหะ ถ้าดำเนินการพ่นสารเคมีภายในตัวอาคาร ความเร็วลม และทิศทางลมจะไม่ส่งผลกระทบต่อการพ่นมากนัก แต่ถ้าดำเนินการพ่นภายนอกตัวอาคารความเร็วลม และทิศทางลมจะส่งผลต่อละอองสารเคมีที่พ่นออกมา ความเร็วลมที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 3-13 กิโลเมตร/ชั่วโมง ซึ่งจะช่วยให้ละอองสารเคมีในอากาศเคลื่อนที่ช้าและสม่ำเสมอ ทำให้ละอองสารเคมีมีโอกาสสัมผัสกับตัวยุงมากขึ้น ความเร็วลมที่แรงกว่านี้จะทำให้ละอองสารเคมีถูกกระแสลมพัดกระจายหายไปอย่างรวดเร็ว[4] และควรทำการพ่นสารเคมีจากใต้ลมขึ้นสู่เหนือลม (ทิศทวนลม) เพื่อให้ละอองสารเคมีกระจายครอบคลุมพื้นที่ได้มากสุดและลดการสัมผัสละอองสารเคมีของผู้พ่นสารเคมี[3]

อุณหภูมิ ส่งผลกระทบต่อละอองสารเคมี ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ในช่วงเวลากลางวัน ความร้อนจากแสงอาทิตย์ทำให้พื้นผิวดินมีอุณหภูมิสูงขึ้น ละอองสารเคมีที่พ่นออกมาจะถูกความร้อนจากพื้นผิวดินพาลอยสูงขึ้นไปในอากาศเนื่องมาจากการพาความร้อนแทนที่ละอองจะลอยในแนวนอน หรือแนวขนานกับพื้นดิน ทำให้การพ่นสารเคมีมีประสิทธิภาพลดลง แต่การพ่นในสภาพที่มีอากาศเย็นไม่ร้อน เช่น ช่วงเช้า และช่วงเย็น ซึ่งอุณหภูมิผิวดินลดลง ละอองสารเคมีที่พ่นออกมาจะลอยต่ำทำให้ละอองมีโอกาสสัมผัสกับตัวยุงมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นช่วงเวลาที่ยุงลายออกหากิน ทำให้การพ่นสารเคมีควบคุมยุงมีประสิทธิภาพมากขึ้น[3-4]

นอกจากนี้ในกรณีที่ฝนตก การพ่นสารเคมีภายในตัวอาคารจะไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการพ่นมากนัก แต่ถ้าดำเนินการพ่นสารเคมีภายนอกตัวอาคาร ละอองสารเคมีจะถูกฝนชะล้างลงสู่พื้นดินและเครื่องพ่นอาจได้รับความเสียหายจากฝนที่ตกลงมา จึงไม่ควรทำการพ่นขณะฝนตก แต่ในกรณีฝนตกปรอยๆ (ละอองฝน) สามารถดำเนินการพ่นได้ แต่ควรระมัดระวังไม่ให้เครื่องพ่นได้รับความเสียหาย[4]

4. เครื่องพ่นสารเคมี การเลือกใช้ชนิดเครื่องพ่นสารเคมีที่เหมาะสมจะทำให้การควบคุมยุงพาหะมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยจะต้องพิจารณาสิ่งต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่ ลักษณะของชุมชน ขนาดของพื้นที่ที่จะพ่น สภาพภูมิศาสตร์ของพื้นที่ ความเร่งด่วนในการพ่น ความถี่ของการพ่น สภาพภูมิอากาศ ชนิดยุงพาหะ เป็นต้น นอกจากนี้คุณสมบัติของเครื่องพ่นสารเคมีเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก เครื่องพ่นสารเคมีที่ดีจะต้องผลิตละอองสารเคมีได้ตามขนาดที่เหมาะสม ถ้าละอองมีขนาดเล็กเกินไปลมจะพัดละอองผ่านตัวยุง (ลู่ลม) ทำให้ไม่สามารถสัมผัสกับตัวยุงได้ ถ้าละอองใหญ่เกินไปจะตกลงพื้นอย่างรวดเร็ว ขนาดละอองสารเคมีที่เหมาะสมในการพ่นกำจัดยุงพาหะควรมีเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 10-30 μm[3] ในกรณีการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นหมอกควันขนาดละอองสารเคมีจะขึ้นอยู่กับความร้อน (อุณหภูมิปลายท่อ) และปริมาณสารเคมีที่หยดออกมา (อัตราการไหลของสารเคมี) ที่ระดับอุณหภูมิเดียวกัน ปริมาณสารเคมีที่หยดออกมาน้อย ขนาดละอองสารเคมีที่ผลิตได้จะเล็กกว่าละอองที่เกิดจากปริมาณสารเคมีที่หยดออกมามากกว่า[2] ดังนั้นเครื่องพ่นที่มีมาตรฐานควรมีหัวควบคุมอัตราการไหลของสารเคมีให้คงที่ เพื่อควบคุมอัตราการไหลให้เป็นไปตามอัตราการใช้สารเคมีต่อพื้นที่

5. สารเคมี ควรใช้สารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมยุงพาหะนำโรค (ยุงไม่ต้านทานต่อสารเคมี) หากมีการต้านทานสารเคมี การใช้สารเคมีที่ผสมสารเสริมฤทธิ์เป็นอีกแนวทางที่ควรเลือกใช้ นอกจากนี้ควรเลือกใช้สารเคมีที่มีรูปแบบเหมาะสมกับชนิดของเครื่องพ่นสารเคมี และควรใช้สารเคมีตามอัตราการใช้และคำแนะนำที่กำหนด

6. การติดตามประเมินผลการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะ เป็นการดำเนินการเพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานเป็นระยะๆ และแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้น ซึ่งการดำเนินงานแต่ละครั้งอาจจะเกิดปัญหาอุปสรรคที่แตกต่างกัน

เทคนิคการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่

การพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ จะได้ผลดีควรพ่นในบ้านหรือพ่นในพื้นที่ปิดอบ แต่การพ่นภายนอกบ้านหรือในพื้นที่เปิดโล่งอาจจะไม่มีประสิทธิภาพในการกำจัดยุงมากนัก เนื่องจากมีปัจจัยสภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศเข้ามาเกี่ยวข้อง ไม่ว่าจะเป็นความร้อนที่เกิดจากเครื่องพ่นและความร้อนที่ระเหยจากพื้นดิน ซึ่งจะยกละอองให้ลอยสูงขึ้น ทำให้ละอองสารเคมีลอยหายไปในอากาศ รวมทั้งยังมีกระแสลมที่ควบคุมทิศทางไม่ได้ การพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่มีขั้นตอน และเทคนิคการพ่น ดังนี้[2, 3-4]

1. ก่อนการพ่นสารเคมีต้องมีการเตรียมชุมชนให้มีความพร้อมที่จะรับการพ่นสารเคมี และเตรียมเครื่องพ่น สารเคมี อุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมที่จะใช้ในการพ่นสารเคมี

2. ต้องทราบชนิดของยุงพาหะที่จะทำการควบคุม เพื่อจะได้ดำเนินการพ่นในช่วงเวลาเหมาะสมที่ยุงพาหะออกหากิน

3. บ้านที่จะทำการพ่นควรปิดประตูหน้าต่างให้มิดชิด เหลือเพียงประตูเข้า-ออก ทางเดียว

4. สำรวจทิศทางลม โดยทำการพ่นจากบ้านที่อยู่ใต้ลมไปสู่บ้านที่อยู่เหนือลม (ภาพที่ 6.1)

5. ทำการสตาร์ทเครื่องพ่นนอกบ้าน เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ เมื่อเครื่องติดและทำงานปกติ จึงสะพายเครื่องพ่นเข้าไปภายในตัวบ้าน

6. การพ่นให้พ่นจากชั้นในสุดของบ้านก่อน เดินพ่นถอยหลังออกมาจนครบทุกห้อง แล้วเดินถอยหลังช้าๆ จนถึงประตูทางออก

7. ในกรณีบ้านหลายชั้นให้พ่นจากชั้นบนลงมาชั้นล่าง โดยพ่นจากห้องด้านในสุดแล้วถอยหลังออกมาจนครบทุกห้อง เพื่อผู้พ่นสามารถมองเห็นพื้นที่ปฏิบัติงานและหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารเคมี

8. ขณะพ่นให้ปลายท่อเครื่องพ่นห่างจากฝาผนังประมาณ 2-3 เมตร เอียงปลายท่อพ่นลงพื้นแต่อย่าให้ใกล้พื้นจนเกินไป

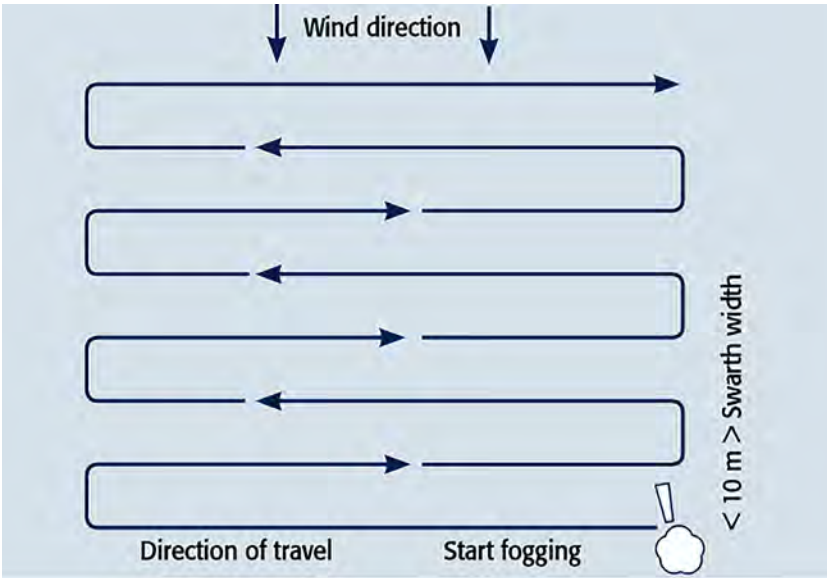
9. เปิดวาล์วปล่อยสารเคมี เมื่อหมอกควันออกมาให้ส่ายปลายท่อพ่นซ้าย-ขวา ให้เหมาะสมกับขนาดของห้อง เดินถอยหลังช้าๆ จนถึงประตูทางออก ทำการพ่นให้ครอบคลุมพื้นที่ตามระยะเวลาที่กำหนด เพื่อให้ได้ปริมาณสารเคมีตามกำหนด หลังจากนั้นปิดวาล์วปล่อยสารเคมี

10. หลังจากพ่นสารเคมีภายในบ้านเสร็จสิ้น ให้ทำการปิดอบสารเคมีในบ้านนาน 30 นาที

11. ลักษณะของหมอกควันที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมยุง หลังจากพ่นจะต้องไม่ทำให้พื้นหรือเฟอร์นิเจอร์เปียกด้วยคราบน้ำมัน หากพื้นหรือเฟอร์นิเจอร์เปียก แสดงว่าละอองสารเคมีที่ออกมามีขนาดใหญ่ควรปรับลดอัตราการไหลของสารเคมี

12. ในกรณีการพ่นนอกบ้านหรือที่โล่งแจ้ง ให้พ่นบริเวณที่เป็นแหล่งเกาะพักของยุง เช่น พุ่มไม้ ใต้ร่มเงาของต้นไม้ เป็นต้น โดยพ่นจากบริเวณใต้ลมไปยังบริเวณเหนือลม แต่ขณะพ่นผู้พ่นต้องยืนอยู่เหนือลม เพื่อให้หมอกควันลอยไปในทิศใต้ลม เป็นการหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมี

(ตัวอย่างการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่ ดังภาพที่ 6.2)



ภาพที่ 6.1 แสดงการพ่นสารเคมีจากทิศใต้ลมไปเหนือลม[4]

สาธิตการพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องพ่นหมอกควันสะพายไหล่

ที่มา : สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น

การพ่นสารเคมีภายนอกบ้าน

การพ่นสารเคมีภายในบ้าน

ที่มา : ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 5.1 จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 6.2 ตัวอย่างการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นหมอกควันแบบสะพายไหล่

หมายเหตุ : กรณีเครื่องดับขณะทำการพ่นสารเคมีอยู่จะเกิดเปลวไฟลุกไหม้ที่ปลายท่อพ่น

การแก้ไข : ปิดวาล์วปล่อยสารเคมี และคลายฝาถังสารเคมี เพื่อไล่ความดันในถังสารเคมีออก รีบนำเครื่องพ่นหมอกควันออกมาในที่โล่ง โดยวางเครื่องพ่นให้ปลายท่อพ่นต่ำลง ปิดฝาถังสารเคมีแล้วสตาร์ทเครื่องใหม่ เมื่อเครื่องติดความร้อนในท่อจะเผาไหม้สารเคมีที่หยดเกินออกมาจนไฟลุกกลายเป็นหมอกควันออกไป เมื่อเปลวไฟดับและเครื่องทำงานปกติแล้วจึงดำเนินการพ่นต่อ แต่ถ้าเครื่องพ่นยังสตาร์ทไม่ติดให้ทำการสูบลมต่อไปเรื่อยๆ เพื่อไล่เปลวไฟออกไปปลายท่อจนไฟเผาไหม้สารเคมีที่ค้างอยู่ปลายท่อหมดไฟก็จะดับ ตรวจหาสาเหตุของเครื่องดับ และทำการแก้ไขเพื่อใช้ในการปฏิบัติงาน ครั้งต่อไป

การพัก : เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องพ่น หากพ่นสารเคมีหมดถังควรพักให้เครื่องเย็นลงประมาณ 30 นาที แล้วจึงดำเนินการพ่นต่อ

การพ่นหมอกควันท่อระบายน้ำ

การพ่นสารเคมีควบคุมยุงลายพาหะนำโรคควรพ่นในบ้าน และบริเวณที่เป็นแหล่งเกาะพักของยุงลาย ไม่แนะนำให้พ่นในท่อระบายน้ำ การพ่นหมอกควันในท่อระบายน้ำปกติเป็นการพ่นเพื่อกำจัดยุงรำคาญ เนื่องจากท่อระบายน้ำส่วนใหญ่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์และที่เกาะพักของยุงรำคาญ ซึ่งสามารถดำเนินการพ่นสารเคมีได้ เพื่อลดความหนาแน่นของยุงรำคาญ โดยมีการปฏิบัติและข้อควรระวัง ดังนี้

1. การพ่นท่อระบายน้ำควรเอียงเครื่องพ่นให้ทำมุมกับพื้นเล็กน้อย ยื่นปลายท่อพ่นใกล้ท่อระบายน้ำ ปล่อยสารเคมีให้ควันลอยเข้าไปในท่อระบายน้ำจนทั่วถึง แล้วจึงปิดวาล์วสารเคมี

2. ควรระมัดระวังอย่าปักปลายท่อพ่นลงในรูระบายน้ำมากเกินไป เนื่องจากอาจเกิดการระเบิดได้ เพราะในท่อระบายน้ำอาจมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์หรือก๊าซไข่เน่า ก๊าซมีเทน สะสมอยู่ หากมีเปลวไฟออกมาจากปลายท่อพ่นจะทำให้ก๊าซลุกไหม้ได้ เมื่อก๊าซลุกไหม้จะมีการขยายตัวแต่ด้วยช่องทางที่จะขยายตัวมีพื้นที่จำกัด จึงเกิดการระเบิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมากต่อผู้พ่น ประชาชน และทรัพย์สินบริเวณใกล้เคียง

ข้อดี-ข้อเสียของการพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องพ่นหมอกควัน[2, 3-4]

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ใช้เวลาในการพ่นสั้น เนื่องจากอัตราการไหลของสารเคมีสูง (ลิตร/ชั่วโมง) 2. หมอกควันหนาเห็นได้ง่าย ส่งผลทางจิตวิทยาที่ดีแก่ประชาชน 3. ตรวจสอบความครอบคลุมในการพ่นได้ง่าย สังเกตจากการกระจายของละอองหมอกควัน 4. ใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นต่ำ ทำให้มีความปลอดภัยแก่ผู้พ่น 5. ประชาชนสามารถหลบหลีกจากหมอกควันได้	1. ใช้สารตัวทำละลาย (น้ำมันดีเซล) ในปริมาณมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการพ่นสูง 2. กลุ่มหมอกควันหนาแน่นมาก ส่งผลต่อการมองเห็นอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุการจราจรได้ 3. เครื่องพ่นมีระดับเสียงดังรบกวนสูง ผู้พ่นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันเสียง 4. อาจเสี่ยงต่อการเกิดไฟลุกไหม้ได้ง่าย เนื่องจากเครื่องพ่นใช้อุณหภูมิสูงในการผลิตละออง และตัวทำละลายสามารถติดไฟได้ง่าย ดังนั้นต้องใช้ผู้มีความรู้ความชำนาญในการปฏิบัติงาน 5. มีกลิ่นเหม็น และอาจทำให้พื้นผิวบ้านสกปรก เนื่องจากใช้น้ำมันดีเซลเป็นตัวทำละลายในปริมาณมาก ซึ่งอาจจะทำให้เจ้าของบ้านไม่อนุญาตให้เข้าไปพ่นภายในบ้าน 6. ระบบเครื่องยนต์ต้องการการบำรุงรักษาที่ดี หากไม่มีการบำรุงรักษา อาจพบระบบเครื่องยนต์มีปัญหาบ่อยครั้ง ต้องอาศัยผู้มีความชำนาญหรือมีประสบการณ์ในการซ่อมแซม

เทคนิคการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง

การพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบสะพายหลัง สามารถดำเนินการพ่นได้ทั้งภายในและภายนอกบ้าน ละอองสารเคมีที่ผลิตได้จากเครื่องพ่นชนิดนี้จะไม่ผ่านความร้อนแต่เกิดจากแรงลมที่ส่งมายังท่ออากาศ ละอองที่เกิดขึ้นเรียกว่ากลุ่มละอองเย็น (Cold fog) ซึ่งสะดวกกว่าการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นแบบหมอกควัน มีขั้นตอนและเทคนิคการพ่นคล้ายคลึงกับการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นแบบหมอกควันสะพายไหล่ ดังนี้

1. ก่อนการพ่นสารเคมีต้องมีการเตรียมชุมชนให้มีความพร้อมที่จะรับการพ่นสารเคมี และเตรียมเครื่องพ่น สารเคมี อุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมที่จะใช้ในการพ่นสารเคมี
2. ต้องทราบชนิดของยุงพาหะที่จะทำการควบคุม เพื่อจะได้ดำเนินการพ่นในช่วงเวลาเหมาะสมที่ยุงพาหะออกหากิน
3. บ้านที่จะพ่นควรปิดประตูหน้าต่างให้มิดชิดทั้งหมด เหลือเพียงประตูเข้า-ออก ทางเดียว
4. สำรวจทิศทางลม โดยทำการพ่นจากบ้านที่อยู่ใต้ลมไปสู่บ้านที่อยู่เหนือลม (ภาพที่ 6.1)
5. การพ่นให้พ่นจากชั้นในสุดของบ้านก่อน เดินพ่นถอยหลังออกมาจนครบทุกห้อง แล้วเดินถอยหลังช้าๆ จนถึงประตูทางออก

6. ในกรณีบ้านหลายชั้นให้พ่นจากชั้นบนลงมาชั้นล่าง โดยพ่นจากห้องด้านในสุดแล้วถอยหลังออกมาจนครบทุกห้อง เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับสารเคมีของผู้พ่น

7. การพ่นให้ถือหัวพ่นประมาณระดับอก เงยหัวพ่นขึ้นเล็กน้อย ปล่อยสารเคมี แล้วพ่นเข้าในบ้านเหวี่ยงหัวพ่นจากซ้ายไปขวา หรือขวาไปซ้ายตามถนัด ทำการพ่นให้ละอองสารเคมีครอบคลุมพื้นที่ตามระยะเวลาที่กำหนด (อัตราการพ่นฝอยละเอียด (ULV) โดยทั่วไป สารเคมีที่ผสมแล้วประมาณ 1 มิลลิลิตรต่อพื้นที่ 5-10 ตารางเมตร)

8. หลังจากพ่นสารเคมี ควรทำการปิดอบสารเคมีภายในบ้านนาน 30 นาที

9. ถ้าบ้านไม่มีฝาผนังมิดชิด ให้ยืนชิดตัวบ้านด้านใดด้านหนึ่ง แล้วพ่นสารเคมีเหวี่ยงจากซ้ายไปขวาหรือขวาไปซ้ายตามถนัดอย่างช้าๆ เช่นกัน

10. ในกรณีการพ่นภายนอกบ้านหรือที่โล่งแจ้ง ให้พ่นบริเวณที่เป็นแหล่งเกาะพักของยุง เช่น พุ่มไม้ ใต้ถุน ซอกมุมอับ เป็นต้น โดยพ่นจากบริเวณใต้ลมไปยังบริเวณเหนือลม แต่ขณะพ่นผู้พ่นต้องยืนอยู่เหนือลม เพื่อให้ละอองสารเคมีลอยไปในทิศใต้ลม เป็นการหลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมี

(ตัวอย่างการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง ดังภาพที่ 6.3)

ที่มา : ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 10.2 จังหวัดมุกดาหาร

ภาพที่ 6.3 ตัวอย่างการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) แบบสะพายหลัง

ข้อดี-ข้อเสียของการพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV)[2, 3-4]

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ลดความสิ้นเปลืองของสารตัวทำละลาย (น้ำมันดีเซล) เนื่องจากอัตราการผสมสารเคมีเข้มข้นกว่าการพ่นหมอกควัน และสารเคมีบางรูปแบบที่นำมาใช้ในการพ่นฝอยละเอียดสามารถใช้น้ำเป็นตัวทำละลายได้ 2. ละอองสารเคมีไม่มีผลกระทบต่อระบบการจราจร เพราะละอองที่พ่นออกมามองเห็นได้ยาก 3. การผลิตละอองสารเคมีไม่ต้องใช้ความร้อนในการแตกตัวของสารเคมี จึงไม่เสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ 4. เสียงเครื่องยนต์ มีความดังน้อยกว่าเครื่องพ่นหมอกควัน 5. ระบบเครื่องยนต์ใช้สะดวกไม่ค่อยเกิดปัญหา	1. ตรวจสอบความครอบคลุมในการพ่นได้ยาก เนื่องจากกลุ่มละอองไม่หนาแน่นมากเหมือนการพ่นหมอกควัน ทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นการกระจายของละอองสารเคมีได้ 2. ประชาชนไม่สามารถหลบหลีกการสัมผัสสารเคมีได้ง่าย ทำให้มีโอกาสสัมผัสสารเคมีสูง เนื่องจากมองไม่เห็นละอองสารเคมี 3. ผู้พ่นต้องมีความชำนาญ และความระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากสารเคมีที่ใช้มีความเข้มข้นสูง 4. มีผลกระทบทางจิตวิทยาแก่ประชาชนน้อย เนื่องจากมองไม่เห็นละอองสารเคมี ทำให้คิดว่าเจ้าหน้าที่ไม่ได้ปฏิบัติงาน

เทคนิคการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) และเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์

การพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) และหมอกควัน แบบติดตั้งบนรถยนต์ ใช้สำหรับพ่นสารเคมีนอกบ้านและเมื่อต้องการพ่นให้ครอบคลุมพื้นที่กว้างในระยะเวลาอันรวดเร็ว ก่อนดำเนินการพ่นควรศึกษาลักษณะบ้านเรือน ลักษณะพื้นที่ ขอบเขตที่จะพ่น ถนน เส้นทางการเดินรถ ทิศทางลม เพื่อวางแผนการพ่นสารเคมีได้อย่างถูกต้อง หากสภาพพื้นที่ในบางบริเวณรถยนต์ไม่สามารถเข้าถึงได้ บ้านเรียงตัวซ้อนกันหรือมีสิ่งกีดขวางที่เป็นอุปสรรคต่อการกระจายของละอองสารเคมี เช่น แนวกำแพงสูง ต้นไม้ใหญ่ เป็นต้น ควรใช้เครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบสะพายหลังหรือเครื่องพ่นหมอกควันสะพายไหล่ร่วมด้วย เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่เป้าหมาย การพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียดและหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์มีขั้นตอนและเทคนิคการพ่น ดังนี้[2, 3-4]

1. ก่อนการพ่นสารเคมีต้องมีการเตรียมชุมชนให้มีความพร้อมที่จะรับการพ่นสารเคมี โดยให้ประชาชนเปิดประตู หน้าต่างทุกบานทั้งชั้นบนชั้นล่างรอการฉีดพ่น เพื่อให้ละอองสารเคมีสามารถลอยเข้าในบ้านได้

2. การพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด/เครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ ควรมีผู้ปฏิบัติงาน 2 คน ได้แก่ ผู้ควบคุมเครื่องพ่น 1 คน และผู้ทำหน้าที่ขับรถยนต์ 1 คน

3. ขณะพ่นควรควบคุมความเร็วของรถยนต์ให้คงที่ โดยใช้ความเร็วที่ 6-8 กิโลเมตร/ชั่วโมง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความเร็วกระแสลมด้วย กล่าวคือหากกระแสลมเร็วควรวิ่งรถช้า ความเร็วลมไม่ควรเกิน 15 กิโลเมตร/ชั่วโมง และไม่ควรพ่นเมื่อฝนตก เพราะละอองสารเคมีจะถูกน้ำฝนชะล้างลงสู่พื้นดิน และเครื่องพ่นจะได้รับความเสียหาย หรือไม่ควรพ่นในช่วงที่มีอากาศร้อนมากของวัน เช่น ช่วงเวลากลางวัน

4. ทิศทางการพ่นสารเคมีควรเริ่มต้นจากจุดที่อยู่ใต้ลมไปเหนือลม หากเป็นไปได้ทิศทางในการวิ่งรถควรวิ่งตามแนวขวางทิศทางลม ในพื้นที่ที่ถนนอยู่ในแนวขนานกับทิศทางลม การปล่อยละอองสารเคมีจะกระทำเมื่อรถวิ่งไปสู่ทิศเหนือลมเท่านั้น เพราะละอองสารเคมีจะลอยไปตามกระแสลมสัมผัสกับยุงในพื้นที่เป้าหมาย ถ้ารถไม่ได้วิ่งไปสู่ทิศเหนือลมไม่ควรปล่อยละอองสารเคมี (ภาพที่ 6.4)

5. กรณีใช้เครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบติดตั้งบนรถยนต์ ให้ปรับหัวพ่นทำมุม 45 องศา กับท้ายรถพ่น และยกหัวพ่นทำมุม 45 องศา กับพื้นถนน เพื่อให้ละอองกระจายครอบคลุมพื้นที่ได้อย่างทั่วถึง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเร็วลม ทิศทางลม ลักษณะอาคารบ้านเรือน และสิ่งกีดขวาง เช่น แนวกำแพงสูง ต้นไม้ใหญ่ เป็นต้น หากมีสิ่งกีดขวางให้ปรับหัวพ่นสูงขึ้นหรือน้อยลงตามความเหมาะสม เพื่อให้ละอองสารเคมีลอยฟุ้งกระจายครอบคลุมพื้นที่เป้าหมายมากที่สุด

6. กรณีใช้เครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ ให้หันหัวพ่นชี้ไปทางท้ายของรถ แล้วปรับหัวพ่นไปในทิศทางพื้นที่เป้าหมาย (ประเทศไทยขับรถในช่องทางซ้ายของถนน ควรหันหัวพ่นไปทางด้านซ้ายของท้ายรถ) โดยให้หัวพ่นวางขนานกับพื้นถนน

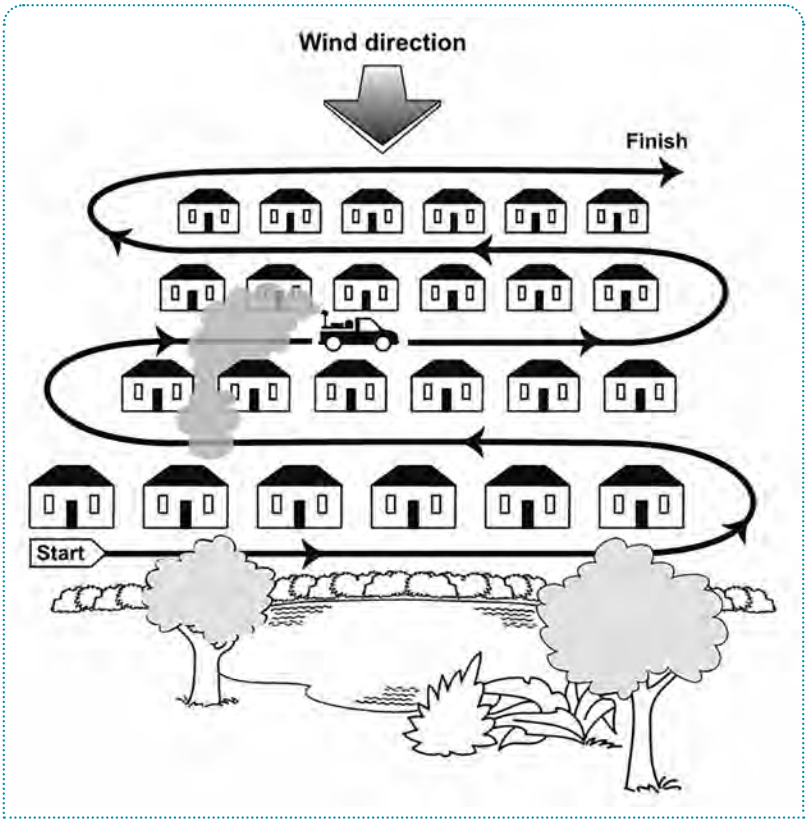
7. ในบริเวณที่ถนนกว้าง ตัวอาคารบ้านเรือนอยู่ห่างจากริมถนน ควรขับรถเข้าชิดขอบถนน (ชิดซ้าย)

8. ในบริเวณที่ถนนแคบรถวิ่งได้ทางเดียวและตัวอาคารบ้านเรือนอยู่ใกล้ริมถนนมาก ให้ปรับหัวพ่นหันชี้ไปทางด้านท้ายของรถ ซึ่งละอองสารเคมีจะกระจายไปซ้าย-ขวาตามกระแสลม

9. ในกรณีถนนเป็นทางตัน ให้ขับรถเข้าไปสุดทาง แล้วกลับรถหันท้ายรถไปทางตัน ขับรถออกจากทางตัน พร้อมทั้งปล่อยละอองสารเคมี เพื่อหลีกเลี่ยงการขับรถเข้าไปในกลุ่มละอองสารเคมี

10. ควรหลีกเลี่ยงการพ่นสารเคมีเข้าไปในสถานที่ที่มีประชาชนอยู่รวมกัน เช่น ร้านอาหาร ตลาด เป็นต้น และหลีกเลี่ยงการพ่นสารเคมีเข้าไปในพื้นที่เลี้ยงสัตว์ เพราะสารเคมีบางชนิดมีความเป็นพิษต่อสัตว์สูง เช่น พื้นที่เลี้ยงจิ้งหรีด หนอนไหม กุ้ง ปลา เป็นต้น

(ตัวอย่างการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV) และเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์ ดังภาพที่ 6.5)



ภาพที่ 6.4 เส้นทางการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียด (ULV)/เครื่องพ่นหมอกควัน แบบติดตั้งบนรถยนต์กับทิศทางลมในพื้นที่ชุมชน[3]

การพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียดแบบติดตั้งบนรถยนต์

ที่มา : สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 8 จังหวัดอุดรธานี, กองโรคติดต่อนำโดยแมลง

การพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นหมอกควันแบบติดตั้งบนรถยนต์
ที่มา : ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 5.1 จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 6.5 ตัวอย่างการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นฝอยละเอียดและเครื่องพ่นหมอกควัน แบบติดตั้งบนรถยนต์

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง

การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง เป็นมาตรการหลักที่นำมาใช้ในการควบคุมกำจัดยุงพาหะนำโรคไข้มาลาเรีย โดยเป็นการพ่นสารเคมีบนพื้นผิวผนังอาคารบ้านเรือน สิ่งของ หรือบริเวณที่คาดว่ายุงพาหะจะมาเกาะพัก เพื่อหวังผลในการควบคุมยุงพาหะระยะยาว สารเคมีที่ใช้จะต้องมีฤทธิ์คงทนในการกำจัดยุงพาหะได้นาน ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการควบคุมยุงพาหะโดยใช้การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง สรุปได้ดังนี้

1. สารเคมี ควรใช้สารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมยุงพาหะนำโรค (ยุงไม่ต้านทานต่อสารเคมี) มีฤทธิ์ตกค้างยาวนานบนพื้นผิวที่พ่น ควรเลือกใช้สารเคมีที่มีรูปแบบเหมาะสมกับการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้างและประเภทของพื้นผิวที่ฉีดพ่น เช่น รูปแบบ WP และ WG จะมีประสิทธิภาพมากเมื่อฉีดพ่นบนพื้นผิวที่มีรูพรุนมาก รูปแบบ SC จะมีประสิทธิภาพมากเมื่อฉีดพ่นบนพื้นผิวซีเมนต์ ไม้สำเร็จรูป หรือพื้นผิวที่มีการทาสี เป็นต้น และควรใช้สารเคมีตามอัตราการใช้และคำแนะนำที่กำหนด[6]

2. ประเภทของพื้นผิว พื้นผิวแต่ละประเภทจะมีผลต่อประสิทธิภาพและความคงทนของสารเคมีที่ฉีดพ่นแตกต่างกันไป แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของสารเคมีที่ใช้ด้วย สารเคมีส่วนใหญ่จะมีความคงทนบนพื้นผิวประเภทไม้ ใบจาก ฟาง นานกว่าบนพื้นผิวประเภทที่ทำจากโคลนหรือดิน ซึ่งพื้นผิวประเภทโคลน คอนกรีต และอิฐ จะดูดซับสารเคมีและโคลนบางชนิดอาจจะทำให้ประสิทธิภาพสารเคมีลดลง ประสิทธิภาพความคงทนของสารเคมีบนพื้นผิวที่มีการดูดซับจะน้อยกว่าบนพื้นผิวที่ไม่ดูดซับสารเคมี[6]

3. ประสิทธิภาพของเครื่องพ่นสารเคมี มีผลต่อประสิทธิภาพการควบคุมยุงพาหะ การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้างจะใช้เครื่องพ่นชนิดอัดลม ซึ่งอาศัยแรงดันภายในถังสารเคมีเป็นตัวบังคับการไหลของสารเคมีจากถังผ่านหัวฉีดพ่น ดังนั้นปริมาณสารเคมีที่ไหลออกมา คุณภาพของละอองสารเคมี แถบความกว้างของละอองสารเคมี และความสม่ำเสมอของละอองสารเคมี ขึ้นอยู่กับแรงดันอากาศภายในถังและหัวฉีดพ่น

โดยแรงดันที่เหมาะสมและหัวฉีดพ่นไม่อุดตันจะทำให้พ่นสารเคมีได้ในปริมาณที่กำหนดและมีความสม่ำเสมอ จึงควรตรวจสภาพความพร้อมของเครื่องพ่นก่อนใช้งานทุกครั้ง

4. เทคนิคการพ่นสารเคมี ในการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะแบบฤทธิ์ตกค้าง การตกค้างของสารเคมีบนพื้นผิวในขนาดความเข้มข้นที่จะมีฤทธิ์ตกค้างที่สามารถฆ่ายุงพาหะได้นานหลายเดือนเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้การพ่นควบคุมยุงพาหะมีประสิทธิภาพ ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้สารเคมีให้ได้ตามอัตราที่แนะนำในการฉีดพ่นบนพื้นผิวและความสม่ำเสมอของละอองสารเคมี ดังนั้นคุณภาพการพ่นสารเคมี จึงส่งผลต่อประสิทธิภาพการตกค้างของสารเคมีบนพื้นผิว ซึ่งผู้พ่นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ โดยผู้พ่นสารเคมีจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการพ่นสารเคมีและมีเทคนิควิธีการพ่นสารเคมีที่ถูกต้อง เพื่อให้การพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะมีประสิทธิภาพมากที่สุด

5. การติดตามประเมินผลการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะ เป็นการประเมินถึงความครอบคลุม คุณภาพการพ่นสารเคมีและผลกระทบที่เกิดขึ้น โดยประเมินในด้านกีฏวิทยา ระบาดวิทยา และสภาพทางสังคม เพื่อแก้ไขปัญหาอุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้น และปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งการดำเนินงานแต่ละครั้งอาจจะเกิดปัญหาอุปสรรคที่แตกต่างกัน

เทคนิคการพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้าง

การพ่นแบบฤทธิ์ตกค้างในงานสาธารณสุขโดยปกติจะใช้เครื่องพ่นชนิดอัดลม พ่นบนพื้นผิวผนังอาคารบ้านเรือน หรือบริเวณที่คาดว่ายุงพาหะจะมาเกาะพัก ละอองสารเคมีที่ได้จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่ และจะติดอยู่บนพื้นผิวมากกว่าที่จะซึมเข้าสู่ข้างใน โดยพ่นตามปริมาณการออกฤทธิ์ของสารเคมีชนิดนั้นๆ การพ่นให้ได้ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีตามที่กำหนดและสม่ำเสมอ จะทำให้การกำจัดยุงพาหะมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้นผู้พ่นจำเป็นจะต้องผ่านการฝึกอบรมให้เกิดทักษะและความชำนาญก่อนจะลงปฏิบัติงานในพื้นที่จริง ซึ่งมีขั้นตอนและเทคนิคการพ่นที่ใช้กับเครื่องพ่นชนิดอัดลม ดังนี้

1. ก่อนการพ่นสารเคมีต้องมีการเตรียมชุมชนให้มีความพร้อมที่จะรับการพ่นสารเคมี ให้ประชาชนเตรียมบ้านให้พร้อมที่จะรับการพ่น และตรวจสอบสภาพเครื่องพ่น เตรียมสารเคมี อุปกรณ์ต่างๆ ให้พร้อมที่จะใช้ในการพ่นสารเคมี

2. การพ่นสารเคมีแบบฤทธิ์ตกค้างในการควบคุมยุงพาหะ ควรพ่นสารเคมีให้ครอบคลุมทุกหลังคาเรือนในพื้นที่เป้าหมาย รวมถึงสิ่งปลูกสร้างอื่นๆ ที่อยู่นอกตัวบ้าน เช่น ห้องน้ำ เพิงพัก กระท่อม เป็นต้น และควรพ่นให้ครอบคลุมทุกพื้นผิวสัมผัสที่สามารถฉีดพ่นได้และคาดว่ายุงจะมาเกาะพัก ได้แก่ ประตู หน้าต่าง ผนังห้อง เพดาน ชายคา ขื่อ แป เสาบ้าน ใต้เตียง โต๊ะ เก้าอี้ หลังตู้ เป็นต้น แต่ในบริเวณที่แสงแดดส่องถึงจะไม่พ่นสารเคมี เนื่องจากสารเคมีจะสลายตัวได้เร็ว

3. หลังจากเติมสารเคมีที่ผสมตามอัตราที่กำหนดแล้วลงในถังสารเคมี ทำการสูบลมเข้าเครื่องพ่นให้ได้แรงดันประมาณ 40-58 ปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งสังเกตได้จากเกจวัดความดันอากาศที่ติดอยู่บนตัวถัง โดยทำการสูบลมประมาณ 58 ครั้ง (จังหวะควรสม่ำเสมอ จังหวะการสูบลม 1 ครั้ง ประมาณ 1 ปอนด์/ตารางนิ้ว)[7] และหลังจากเริ่มพ่นไปแล้ว 3 นาที ให้สูบลมอีก 25 ครั้ง หลังจากนั้นสูบลมเข้าถังเพิ่มอีก 25 ครั้ง ทุกๆ 2 นาที จนกว่าจะพ่นสารเคมีหมดถัง[8]

4. ก่อนทำการพ่นต้องเขย่าถังสารเคมีก่อน และเขย่าถังพ่นเป็นระยะๆ ในระหว่างทำการพ่น เพื่อไม่ให้สารเคมีตกตะกอน[6-7]

5. ทำการพ่นโดยใช้ความเร็วสม่ำเสมอในการพ่นให้ครอบคลุมพื้นที่ 19 ตารางเมตร/นาที[8] หากพ่นเร็วเกินไปปริมาณสารเคมีที่พ่นออกมาน้อยเกินไป จะทำให้มีสารออกฤทธิ์ต่ำกว่าความเข้มข้นที่ต้องการ ซึ่งมีฤทธิ์ไม่เพียงพอที่จะทำให้ยุงตายได้และส่งผลกระทบอย่างมากต่อประสิทธิภาพของการพ่นสารเคมี นอกจากนี้ยังอาจส่งผลให้ยุงพาหะดื้อต่อสารเคมีหากใช้ความเข้มข้นไม่เพียงพอซ้ำๆ ในทางกลับกันหากความเร็วในการพ่นช้าเกินไปจะทำให้มีการใช้สารเคมีเกินขนาด ส่งผลให้มีการสูญเสียและมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมที่ไม่จำเป็น การควบคุมความเร็วในการพ่นสามารถใช้เทคนิคการนับเลขหลักพันในใจ คือ หนึ่งพันหนึ่ง, หนึ่งพันสอง, หนึ่งพันสาม เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้ความเร็วในการพ่นคงที่[7-8] (ภาพที่ 6.6)

6. การฉีดพ่นควรสะพายเครื่องพ่น โดยให้เครื่องพ่นอยู่บริเวณใต้รักแร้ในตำแหน่งที่สามารถมองเห็นเกจวัดความดัน หันหน้าเข้าหาพื้นผิวที่จะทำการพ่น ถือไกปล่อยสารเคมีด้วยมือข้างเดียว ยืดแขนไปให้สุด ให้ปลายหัวฉีดอยู่ห่างจากพื้นผิวพ่น 18 นิ้ว (45 เซนติเมตร) เพื่อให้ได้แถบละอองสารเคมีที่พ่นออกมา (ลักษณะเป็นกรวยรูปพัด ทำมุม 80 องศา) กว้าง 30 นิ้ว (75 เซนติเมตร) แต่ละแถบของละอองสารเคมีที่พ่นออกไปต้องซ้อนทับกันประมาณ 2 นิ้ว (5 เซนติเมตร) โดยทำการฉีดพ่นจากพื้นผิวด้านบนเลื่อนลงมาด้านล่างจนครบ 1 แถบ หลังจากนั้นขยับก้าวไปด้านข้างแล้วพ่นจากด้านล่างขึ้นไปด้านบนจนสุดแขน ทำเช่นนี้สลับกันไปจนกว่าจะฉีดพ่นพื้นผิวนั้นๆ เสร็จ ในขณะเลื่อนระดับการฉีดพ่นระยะห่างของหัวฉีดพ่นกับพื้นผิวต้องคงที่ โดยใช้เทคนิคการงอข้อศอกตามจังหวะการพ่น[7-8] (ภาพที่ 6.6)

7. หลังจากพ่นเสร็จแล้ว ให้ผู้อาศัยรอจนกว่าสารเคมีบนพื้นผิวแห้งจึงสามารถกลับเข้าบ้านและทำความสะอาดพื้นที่เปรอะเปื้อน แต่ไม่ควรเช็ดทำความสะอาดบริเวณพื้นผิวที่ฉีดพ่น

8. การพ่นสารเคมีควรดำเนินการเป็นลำดับ คือ ทำการพ่นบนบ้าน หรือในบ้านก่อน แล้วจึงพ่นใต้ถุนบ้าน และพ่นสิ่งที่แยกออกมาจากตัวบ้าน ตามลำดับ

9. การพ่นในบ้านให้เริ่มพ่นจากห้องที่อยู่ด้านในสุดออกไปด้านนอก โดยเริ่มจากมุมใดมุมหนึ่งของผนังห้องแล้วเวียนไปทางซ้ายหรือขวาด้านใดด้านหนึ่ง ก่อนพ่นผนังห้องควรปิดประตูหน้าต่างก่อน เมื่อเสร็จจากการพ่นผนังห้องให้ทำการพ่นหลังคา ชายคา หรือเพดาน เสา ใต้เตียง โต๊ะ เก้าอี้ หลังตู้ ฯลฯ เมื่อเสร็จแล้วจึงพ่นในห้องครัวหรือห้องน้ำ กรณีการพ่นวัตถุให้เริ่มพ่นจากปลายด้านใดด้านหนึ่งไปยังปลายอีกด้านของวัตถุนั้น

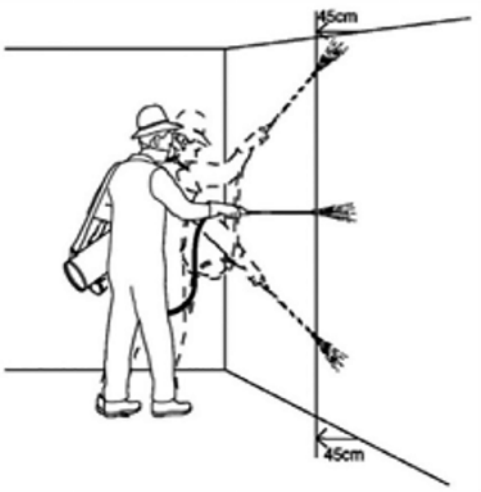
10. สิ่งสำคัญของการพ่นคือเมื่อพ่นไประยะหนึ่ง ระดับสารเคมีในถังสารเคมีลดลง ทำให้แรงดันในถังสารเคมีลดลง ผู้พ่นต้องสูบลมเพื่อเพิ่มแรงดันในถังเป็นระยะๆ เพื่อรักษาแรงดันให้อยู่ระหว่าง 25-58 ปอนด์/ตารางนิ้ว[6]

- หากแรงดันในถังสารเคมีสูงเกินไป จะทำให้อัตราการไหลของสารเคมีมากเกินไป ส่งผลให้สารเคมีที่ฉีดบนพื้นผิวไหลจากพื้นผิว และอาจจะเพิ่มการกระเด็นของละอองสารเคมีได้
- หากแรงดันในถังสารเคมีต่ำเกินไป รูปแบบของละอองสารเคมีที่ออมาจากหัวฉีดพ่นจะทำมุมน้อยเกินไป ผู้พ่นอาจจะต้องพยายามทดแทนโดยการลดระยะห่างระหว่างหัวฉีดพ่นกับผนัง เพื่อให้ความกว้างของแถบละอองสารเคมีและละอองสารเคมีบนพื้นผิวเป็นไปตามที่กำหนด

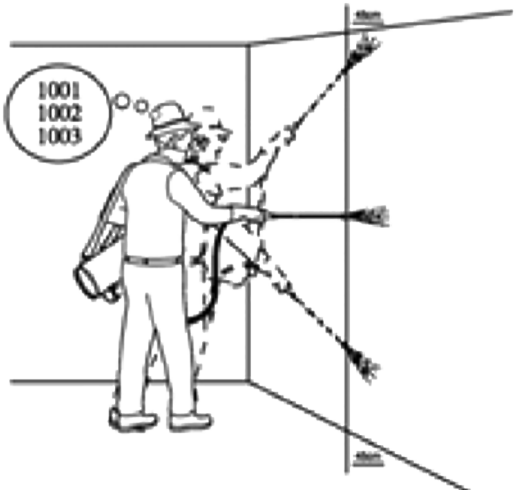
- ระหว่างหยุดพักการพ่นเป็นเวลานาน เช่น การเคลื่อนย้ายการพ่นระหว่างบ้านต่อบ้านที่อยู่ห่างไกลกัน และช่วงหยุดพักรับประทานอาหาร ควรปล่อยแรงดันอากาศภายในถังสารเคมีออกเสมอ

(ตัวอย่างการพ่นสารเคมีด้วยเครื่องพ่นชนิดอัดลม ดังภาพที่ 6.7)

ระยะห่างของแถบละอองสารเคมี



ระยะห่างของหัวฉีดพ่นกับพื้นผิว



การควบคุมความเร็วในการพ่น โดยใช้เทคนิคการนับเลขหลักพัน

ภาพที่ 6.6 การพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องพ่นชนิดอัดลม[7]

ที่มา : ศูนย์ควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลงที่ 5.1 จังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 6.7 ตัวอย่างการพ่นสารเคมีโดยใช้เครื่องพ่นชนิดอัดลม

บรรณานุกรม

1. สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก กรมควบคุมโรคติดต่อ. โรคไข้เลือดออก ฉบับประเกียรณก.กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2544.
2. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. การใช้เครื่องพ่นสำหรับผู้ปฏิบัติการเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค; 2559.
3. World Health Organization. Space spray application of insecticides for vector and public health pest control : A practitioner's guide [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2003 [cited 2021 Jan 5]. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/68057
4. Swillen L. The Use of Fog Generators in Integrated Vector Control* Thermal Fog & Cold Fog (ULV) Generators [Internet]. 2013 [cited 2021 Jan 14]. Available from: https://docplayer.net/27739630-The-use-of-fog-generators-in-integrated-vector-control.html
5. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง. มาตรการเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคติดต่อนำโดยยุงลาย [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 14 สิงหาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://drive.google.com/drive/folders/1399fmFJja7clwK0Pocj9oxt3XAl61TPY
6. World Health Organization. Indoor residual spraying: an operational manual for indoor residual spraying (IRS) for malaria transmission control and elimination. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2015.
7. World Health Organization. Manual for indoor residual spraying: application of residual sprays for vector control [Internet]. 3rd ed. World Health Organization; 2007 [cited 2021 Jan 5]. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/69664.
8. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือการใช้สารเคมี เครื่องพ่นเคมี และการบำรุงรักษาในงานควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง. นนทบุรี. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2547.

บทที่ 7

การติดตามและประเมินผลการพ่นสารเคมีกำจัดยุง

การพ่นสารเคมีกำจัดยุง เป็นมาตรการอย่างหนึ่งที่จำเป็นต้องดำเนินการโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่มีผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยยุงเกิดขึ้นและมีการแพร่เชื้อในพื้นที่ การพ่นสารเคมีหากไม่มีการติดตามประเมินผลจะทำให้ไม่สามารถเข้าใจและทราบผลของการพ่นสารเคมีว่ามีส่วนใดที่ต้องปรับปรุงทำให้การแก้ปัญหาหยุดยั้งการแพร่เชื้อไม่ประสบความสำเร็จ

การติดตามประเมินผล เป็นขั้นตอนที่มีบทบาทสำคัญต่อการดำเนินโครงการ เพราะเป็นการติดตามกำกับการดำเนินงานของโครงการ เพื่อปรับปรุงและเพื่อตรวจสอบผลสำเร็จของโครงการว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์หรือไม่[1]

เกษมศานต์ โชติชาครพันธุ์ อธิบายว่า ประเด็นก่อนการประเมินต้องพิจารณาว่า **การปฏิบัติ** ต้องการทราบอะไร จะประเมินอะไร จะประเมินอย่างไร เช่น การปฏิบัติสามารถปฏิบัติได้อย่างที่คาดหวังหรือกำหนดหรือไม่ ซึ่งจะต้องใช้การประเมินกระบวนการปฏิบัติ (process evaluation) และการติดตามกำกับ (monitoring) **ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น** ได้ผลตามที่คาดหวังหรือไม่ จะต้องใช้การประเมินผลลัพธ์ (outcome evaluation) และ**ประสิทธิภาพ** คุ้มค่า/คุ้มทุนหรือไม่ การประเมินความคุ้มค่า/คุ้มทุน (cost-effectiveness/cost-benefit)[2]

สำหรับการติดตามประเมินผลการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรค จะได้แบ่งขั้นตอนการติดตามประเมินผล ออกเป็นขั้นตอนดังนี้

1. การติดตามกระบวนการ (Process monitoring)
2. การประเมินผลผลิต (Output)
3. การประเมินผลลัพธ์ (Outcome)
4. การประเมินผลกระทบต่อโรค (Impact)

1. การติดตามกระบวนการ (Process Monitoring)

การติดตาม (Monitoring) หมายถึง กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ ปัจจัยนำเข้า (input) การดำเนินงาน (process) เพื่อเป็นข้อมูลย้อนกลับ (feedback system) สำหรับการกำกับ ทบทวน และแก้ปัญหาขณะดำเนินการในการพ่นสารเคมีกำจัดยุงพาหะนำโรค สิ่งที่จำเป็นต้องติดตาม ได้แก่

1.1 ปัจจัยนำเข้า (input)

ปัจจัยนำเข้าในการพ่นสารเคมีที่สำคัญ ได้แก่ สารเคมี เครื่องพ่น ผู้พ่นสารเคมี ในการติดตามกระบวนการจำเป็นต้องดำเนินการเพื่อแก้ไขจุดบกพร่อง ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างดำเนินการ

1) สารเคมี

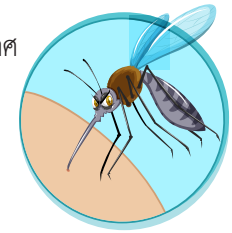
สารเคมีจะเป็นปัจจัยนำเข้าหลักในการดำเนินงานควบคุมยุงพาหะนำโรค ข้อควรพิจารณาที่ควรประเมิน ได้แก่

- ชนิดสารเคมี ต้องเป็นสารเคมีที่ได้รับการการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เพื่อให้นำมาใช้เพื่อการควบคุมยุงพาหะชนิดนั้นๆ เช่น พ่นหมอกควัน พ่นยูแอลวี หรือพ่นให้มีฤทธิ์ตกค้างที่พื้นผิว นอกจากนั้นการเลือกสารเคมีจำเป็นต้องพิจารณาการยอมรับของชุมชน รวมทั้งผลข้างเคียงต่อการพ่นเคมี เช่น ควัน กลิ่น การระคายเคืองตา ผิวหนังที่อาจเกิดขึ้นได้ หากไม่พิจารณาการยอมรับของชุมชนจะมีผลต่อความครอบคลุมของการพ่นสารเคมี เนื่องจากจะถูกปฏิเสธการพ่นเคมี เป็นต้น
- คุณลักษณะสารเคมี นอกจากชนิดสารเคมีที่นำมาใช้ต้องเหมาะสมแล้ว คุณลักษณะของสารเคมีจำเป็นต้องพิจารณา เช่น ปริมาณสารออกฤทธิ์ ความคงตัวของสารละลาย ซึ่งคุณลักษณะสารเคมีแต่ละรูปแบบ เช่น ชนิดน้ำมันละลายน้ำ (EC) ชนิดน้ำมันในน้ำ (EW) ชนิดผงละลายน้ำ (WP) เป็นต้น จะมีการกำหนดคุณลักษณะที่มีแตกต่างกัน หากกำหนดคุณลักษณะสารเคมีไม่เหมาะสมจะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการกำจัดยุงได้
- อายุสารเคมี ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ไม่ได้กำหนดให้ต้องระบุวันหมดอายุของสารเคมีกำจัดแมลง[3] แม้ว่าสารกำจัดแมลงบางชนิดสามารถคงสภาพได้มากกว่า 10 ปี แต่เพื่อความมั่นใจในคุณภาพสารเคมีควรใช้สารเคมีที่มีอายุไม่เกิน 5 ปี ถ้ามีสารกำจัดแมลงคงคลังมากสิ่งที่ต้องพิจารณาลำดับแรก คือ ลักษณะทางกายภาพต้องไม่เปลี่ยน เช่น สีไม่เปลี่ยนแปลง ไม่แยกชั้น ไม่ตกตะกอน หากมีข้อสงสัยควรส่งตรวจวิเคราะห์โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิชาการเกษตร ทั้งนี้การวิเคราะห์ตัวอย่างจะมีอัตราค่าธรรมเนียมการวิเคราะห์ที่ต้องชำระ

2) เครื่องพ่น

เครื่องพ่นที่ใช้งานต้องเหมาะสมกับยุงที่กำจัด และเหมาะสมกับสารเคมีแต่ละชนิด สิ่งที่ควรประเมินได้แก่

- ชนิดเครื่องพ่น การพ่นที่พื้นผิวจะต้องใช้เครื่องพ่นชนิดอัดลม ไม่สามารถใช้เครื่องพ่นหมอกควันหรือยูแอลวีได้ ผู้จำหน่ายบางรายนำสารเคมีที่ใช้พ่นพื้นผิวมาแนะนำให้ใช้กับเครื่องพ่นยูแอวีหรือเครื่องพ่นหมอกควันโดยใช้อัตราพ่นที่พื้นผิว ซึ่งแนะนำให้ใช้ 25-50 มิลลิลิตรต่อตารางเมตร จึงไม่สามารถพ่นได้ตามอัตราดังกล่าว
- อัตราการไหลสารเคมี ควรมีการตรวจสอบอัตราการไหล เพื่อปรับความเร็วในการพ่นสารเคมีได้อย่างเหมาะสม เครื่องพ่นสารเคมีหากมีอัตราการไหลน้อยต้องพ่นให้ช้า และหากอัตราการไหลมากต้องเพิ่มความเร็วในการพ่น



• ขนาดละออง ควรต้องมีการตรวจสอบ การพ่นแบบฟุ้งกระจายในอากาศ เครื่องพ่นสารเคมี ที่มีขนาดละอองไม่เหมาะสม จะส่งผลต่อการลอยตัวในอากาศ

• อุณหภูมิปลายท่อ หากสูงเกินไปจะทำให้ความหนาแน่นของละออง สารเคมีลดลง อุณหภูมิ ณ จุดหยดสารเคมีที่เหมาะสมไม่ควรเกิน 1,000 องศาเซลเซียส

3) ผู้พ่นสารเคมี

• ความรู้ด้านสารเคมี เครื่องพ่น และการพ่น ผู้พ่นสารเคมีควรมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารเคมีและเครื่องพ่นที่ใช้ เพื่อสามารถใช้งานได้ถูกต้องและพ่นได้อย่างมีคุณภาพ

• ความพร้อมในการปฏิบัติงาน ไม่มีอาการเจ็บป่วย พักผ่อนไม่เพียงพอ อ่อนเพลีย ซึ่งอาจมีผลต่อประสิทธิภาพการพ่นเคมีและการเป็นอันตรายต่อตัวผู้พ่นเอง

1.2 การดำเนินงาน (process)

1) การวางแผนการพ่นสารเคมี

ก่อนการพ่นสารเคมีควรมีการวางแผนการพ่นก่อน เพื่อทราบสภาพพื้นที่ สภาพชุมชน สังคม ความยากง่ายต่อการทำงาน รวมถึงการจัดเตรียมเครื่องพ่น น้ำมันเครื่องพ่นและผสมสารเคมี

2) การเตรียมชุมชน

การเตรียมชุมชนที่ดีจะส่งผลถึงการยอมรับการพ่นสารเคมี ความคลอบคลุมในการพ่นสารเคมี และการป้องกันอันตรายต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมีผลต่อความสำเร็จในการควบคุมโรค

3) การพ่น

• เวลาพ่นสารเคมี ต้องมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์และชนิดของยุงพาหะที่จะควบคุม เช่น การพ่นสารเคมีแบบฟุ้งกระจาย เพื่อควบคุมยุงรำคาญต้องพ่นในช่วงเวลาค่ำ แต่การพ่นควบคุมยุงลาย ควรพ่นในเวลากลางวัน ขณะที่เวลาพ่นแบบมีฤทธิ์ตกค้างพ่นเมื่อใดก็ได้ เป็นต้น

• อัตราการใช้ ต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับชนิดสารเคมี วิธีการพ่นและชนิดยุงที่จะทำการควบคุม โดยทั่วไปให้เป็นไปตามฉลากข้างขวด หรือใช้อัตราตามความรู้ทางวิชาการของผู้เชี่ยวชาญ เนื่องจากสารเคมีชนิดและความเข้มข้นเดียวกัน ผู้ผลิตจะใช้อัตราผสมแตกต่างกันทำให้อัตราพ่นแตกต่างกัน แต่ทั้งนี้เมื่อมาคำนวณปริมาณสารออกฤทธิ์ต่อพื้นที่จะแตกต่างกันไม่มาก

• การผสมสารเคมี ต้องเลือกตัวทำละลายและอัตราการผสมที่เหมาะสม โดยทั่วไปการผสมสารเคมีต้องผสมในภาชนะอื่นนอกถังพ่นแล้วจึงเทใส่ถังพ่น ยกเว้นสารเคมีบางรูปแบบที่สามารถผสมในถังพ่นได้

• การพ่นสารเคมี ต้องมีความเหมาะสมทั้งพื้นที่เป้าหมาย วิธีการพ่น ทิศทาง เวลา

• ปริมาณการใช้สารเคมี เมื่อคำนวณปริมาณการใช้สารเคมีต่อพื้นที่ต้องอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมี โดยคำนวณจากพื้นที่ที่ใช้พ่นทั้งหมดว่าสมดุลกับอัตราการใช้หรือไม่

• ความครบถ้วน และความครอบคลุม หมายถึง ความครบถ้วนและครอบคลุมที่มีผลต่อการควบคุมโรค เช่น ควบคุมโรคไข้เลือดออกต้องครบถ้วนทุกหลังคาเรือน และคลอบคลุมในรัศมี ไม่น้อยกว่า 100 เมตร เป็นต้น

• ความถี่ในการพ่น ต้องพ่นให้มีความถี่เพียงพอต่อการควบคุมยุง เช่น การพ่นสารเคมีมีฤทธิ์ตกค้างในงานควบคุมโรคไข้มาลาเรีย โดยทั่วไปต้องพ่นปีละ 2 ครั้ง การพ่นหมอกควันหรือยูแอลวีเพื่อควบคุมโรคนำโดยยุงลายต้องพ่น 4 ครั้ง ห่างกันไม่เกินครั้งละ 1 สัปดาห์

2. การประเมินผลผลิต (Output)

ผลผลิตที่ได้จากการพ่นสารเคมีควบคุมยุงพาหะนำโรค คือ ยุงที่ได้รับการพ่นจะตายมากน้อยเพียงใด ดังนั้นการวัดการตายของยุงจึงควรทำ Bio-assay test เพื่อทราบอัตราการตายของยุง วิธีการทดสอบ Bio-assay test สามารถศึกษาได้จากคู่มือการทดสอบสารเคมี จัดทำโดยกองโรคติดต่อนำโดยแมลง[4] การประเมินควรใช้ยุงสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการและสายพันธุ์พื้นที่ดังกล่าว

การประเมินผลผลิตในการพ่นสารเคมีกำจัดยุงหากใช้ยุงสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ และสายพันธุ์พื้นที่ดังกล่าว สามารถแปรผลได้ดังนี้

1) ยุงสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ และสายพันธุ์พื้นที่อัตราการตายเป็นไปตามมาตรฐาน แสดงว่าการพ่นสารเคมีครั้งนี้ได้ผลดี

2) ยุงสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการอัตราการตายเป็นไปตามมาตรฐาน แต่ยุงพื้นที่อัตราการตายต่ำกว่ามาตรฐาน แสดงว่าการพ่นสารเคมีอาจมีปัญหายุงต้านทานต่อสารเคมี จำเป็นต้องใช้สารเคมีอัตราที่สูงขึ้นแต่ยังอยู่ภายใต้การแนะนำขององค์การอนามัยโลกหรือเปลี่ยนชนิดสารเคมี

3) ยุงสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการ และยุงพื้นที่อัตราการตายต่ำกว่ามาตรฐาน การพ่นสารเคมีครั้งนี้อาจมีปัญหาปัจจัยนำเข้า ได้แก่ สารเคมี เครื่องพ่น คนพ่นหรือวิธีการดำเนินการ โดยยุงอาจต้านทานต่อสารเคมีหรือไม่ก็ได้ ควรตรวจสอบปัจจัยนำเข้าและกระบวนการดำเนินการ

4) ยุงสายพันธุ์ห้องปฏิบัติการอัตราการตายต่ำกว่ามาตรฐาน แต่ยุงพื้นที่อัตราการตายเป็นไปตามมาตรฐาน การประเมินผลครั้งนี้อาจมีปัญหาด้านการดำเนินการทดสอบ ควรตรวจสอบกระบวนการประเมินผลผลิต

3. การประเมินผลลัพธ์ (Outcome)

ผลลัพธ์ คือ ผลประโยชน์ที่ได้จากผลผลิต ซึ่งต้องเว้นระยะเวลาไว้ช่วงหนึ่ง เช่น การพ่นสารเคมีผลผลิต คือ ยุงตาย หลังจากนั้นความหนาแน่นของยุงจะลดลง หรือความหนาแน่นของลูกน้ำยุงจะลดลง ส่งผลสู่การบรรลุเป้าประสงค์ของการพ่นสารเคมี การประเมินผลลัพธ์ในด้านการลดจำนวนลูกน้ำ หรือยุงตัวเต็มวัย สามารถพิจารณาได้จากดัชนีทางกีฏวิทยา ตัวชี้วัดที่นำมาใช้ประเมินผลลัพธ์[5] ได้แก่

1) ดัชนีสำหรับยุงตัวเต็มวัย เช่น

- Biting Rate (BR) จำนวนยุงตัวเมียที่จับได้ต่อคนต่อหน่วยเวลา
- Landing Rate (LR) จำนวนยุงตัวผู้และตัวเมียที่เข้าเกาะต่อคนต่อหน่วยเวลา
- Resting Rate (RR) จำนวนยุง (ทั้งสองเพศ) ที่จับได้ต่อบ้าน
- Parous Rate (PR) ร้อยละของยุงตัวเมียที่เคยวางไข่แล้วจากยุงที่จับได้

2) ดัชนีสำหรับลูกน้ำยุง เช่น

- Breteau Index (BI) จำนวนภาชนะที่พบลูกน้ำยุงลายในบ้าน 100 หลังคาเรือน
- Container Index (CI) ร้อยละของภาชนะที่พบลูกน้ำยุงลาย
- House Index (HI) ร้อยละของบ้านที่พบลูกน้ำยุงลาย
- Pupal Index (PI) จำนวนตัวโม่งยุงลายในบ้าน 100 หลังคาเรือน

การประเมินผลลัพธ์ในการพ่นสารเคมีกำจัดยุง อาจต้องใช้ดัชนีหลายตัวมาประกอบกัน เช่น อัตรายุงที่จับได้อาจต้องใช้ควบคู่กับร้อยละของยุงที่เคยวางไข่ นอกจากนั้นดัชนีสำหรับลูกน้ำยุงอาจจะไม่เหมาะกับการนำมาใช้ประเมินการพ่นสารเคมีกำจัดยุง เนื่องจากหากยังมีแหล่งเพาะพันธุ์มากและการกำจัดลูกน้ำยังไม่ดีพอทำให้แต่ละดัชนีไม่สอดคล้องกัน

4. การประเมินผลกระทบ (Impact)

การประเมินผลการพ่นสารเคมีนั้น หากการประเมินพบว่ากระบวนการดำเนินงานนั้นมีความถูกต้องเหมาะสมทั้งปัจจัยนำเข้า การดำเนินงาน ย่อมส่งผลถึงผลผลิตที่ได้ คือ สารเคมีที่พ่นจะทำให้ยุงตายได้ตามมาตรฐาน และเมื่อมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่องจะมีผลทำให้ความหนาแน่นของยุงลดลงโดยสามารถพิจารณาจากค่าดัชนีทางกีฏวิทยาต่างๆ

จากผลลัพธ์ที่ได้คาดหวังว่าจะเกิดผลกระทบตามมา คือ สถานการณ์ของโรคที่นำโดยยุงลดลง เนื่องจากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคมิได้ขึ้นอยู่กับยุงเพียงอย่างเดียว แต่มีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ คน เชื้อสาเหตุของโรค รวมทั้งสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดตัวแปรได้อีกมากมายด้วยกัน

ดังนั้นจึงไม่สามารถระบุได้อย่างชัดเจนว่า เมื่อลดความหนาแน่นของยุงหรือความหนาแน่นของลูกน้ำได้แล้วสถานการณ์ของโรคจะดีขึ้น แต่หากสามารถกำจัดยุงและลูกน้ำให้เหลือน้อยที่สุด โอกาสเกิดผลกระทบโดยลดการแพร่เชื้อในพื้นที่จะลดลงมาด้วย

บรรณานุกรม

1. ศูนย์ทดสอบและประเมินเพื่อพัฒนาการศึกษาและวิชาชีพ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หลักการติดตามและประเมินโครงการ [อินเทอร์เน็ต]. ม.ป.ป. [เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: http://thachang-nyk.go.th/UserFiles/File/041158/E006TT.pdf
2. เกษมศานต์ โชติชาครพันธุ์. การติดตามและประเมินผล [อินเทอร์เน็ต]. ม.ป.ป. [เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: http://bps.moph.go.th/new_bps/sites/default/files/Tracking%20and%20evaluation.pdf.
3. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. คู่มือการทดสอบสารเคมี. นนทบุรี: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2557.
4. สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 [อินเทอร์เน็ต]. ม.ป.ป. [เข้าถึงเมื่อ 15 มกราคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: http://web.krisdika.go.th/data/law/law2/%C703/%C703-20-9999-update.pdf.
5. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. แนวทางการจัดการพาหะนำโรคแบบผสมผสานสำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น. นนทบุรี: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2555.

บทที่ 8

การป้องกันตนเองจากสารเคมีกำจัดแมลงสำหรับผู้ปฏิบัติงาน

สารเคมีกำจัดแมลงแต่ละชนิด สามารถทำให้เกิดอันตรายกับมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมไม่มากก็น้อย เพราะสารเคมีกำจัดแมลงจะออกฤทธิ์ต่อแมลงโดยการเข้าไปทำลายเซลล์ต่างๆ ภายในร่างกายของแมลงเป้าหมายหรือเอนไซม์เป้าหมายในปริมาณที่มากพอจะฆ่าแมลงได้ สารเคมีเหล่านี้มีคุณสมบัติในการแทรกซึม การคงตัว การกระจาย การสลายตัวในสิ่งมีชีวิต ซึ่งคนและสัตว์ย่อมได้รับผลกระทบนี้เช่นกัน ผลกระทบจะมีผลมากน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและรูปแบบของสารเคมีกำจัดแมลงนั้นๆ ดังนั้นผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีกำจัดแมลง ควรมีความรู้เกี่ยวกับสารเคมี การเลือกใช้ และวิธีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

ความเป็นพิษและอันตรายของสารเคมีกำจัดแมลง

การปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีในการควบคุมแมลงนำโรค ผู้ปฏิบัติควรมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความเป็นพิษและอันตรายของสารเคมีก่อนนำมาใช้

1. ความเป็นพิษของสารเคมีกำจัดแมลง

ความเป็นพิษ (Toxicity) หมายถึง คุณสมบัติที่มีอยู่ในสารชนิดนั้นๆ ที่สามารถทำให้เกิดความเสียหายหรืออันตรายต่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ได้ ค่าความเป็นพิษมักจะรายงานเป็นค่า LD_{50} (ปริมาณสารเคมีที่ทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50 มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักสัตว์ทดลอง) ถ้าสารเคมีที่มีค่า LD_{50} ต่ำ แสดงว่าสารชนิดนั้นมีความเป็นพิษสูง[1-2]

ความเป็นพิษที่เกิดจากสารเคมี สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้

1.1 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน (Acute Toxicity) คือ การได้รับสารเคมีกำจัดแมลงเข้าสู่ร่างกายและเกิดการแสดงอาการออกมาอย่างรวดเร็ว แม้จะได้รับสารเคมีกำจัดแมลงเข้าไปในร่างกายเพียงครั้งเดียวอย่างกระทันหัน หรือได้รับหลายๆ ครั้งในเวลาเดียวกันในเวลาสั้นๆ ทำให้เกิดความเสียหายต่อการทำงานของระบบต่างๆ ในร่างกาย การแสดงอาการมักรุนแรงและอาจทำให้เสียชีวิตได้

1.2 ความเป็นพิษแบบไม่เฉียบพลันหรือเรื้อรัง (Chronic Toxicity) คือ การได้รับสารเคมีกำจัดแมลงเข้าสู่ร่างกายครั้งละไม่มาก แต่ได้รับหลายๆ ครั้งติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน โดยไม่แสดงอาการทันที อาการที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบเรื้อรังหรือต้องใช้ระยะเวลายาวนานกว่าจะแสดงอาการออกมา อันเนื่องจากร่างกายได้สะสมสารพิษนั้นไว้ เมื่อถึงระดับหนึ่งจึงแสดงอาการ และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอัมพาตหรือโรคมะเร็งได้

2. อันตรายของสารเคมีกำจัดแมลง

อันตราย (Hazard) หมายถึง ความเสี่ยงหรืออันตรายที่เกิดจากความเป็นพิษเมื่อได้รับสารเคมีชนิดนั้นๆ อันตรายที่เกิดขึ้นนั้นจะรุนแรงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่[1-3]

2.1 ความเป็นพิษ (Toxicity) สารเคมีกำจัดแมลงแต่ละชนิดมีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน สารเคมีบางชนิดแม้เพียงได้รับในปริมาณไม่มากแต่อาจทำให้เกิดอาการรุนแรงหรือเสียชีวิตได้ บางชนิดได้รับในปริมาณมากแต่อาจไม่แสดงอาการ

2.2 ปริมาณการใช้ (Dose) ปริมาณการใช้สารเคมีเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการหาความเป็นอันตรายของสารเคมีชนิดนั้นๆ การใช้สารเคมีในปริมาณมากเกินกว่ากำหนดจะทำให้เกิดอันตรายแก่ร่างกายและอาจเสียชีวิตได้

2.3 การได้รับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย (Route of absorption) สารเคมีสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ดังนี้

- ทางปาก (Oral) โดยการกิน การดื่ม หรือการสูบบุหรี่ ซึ่งสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกายด้านนี้มักเกิดจากความไม่ระมัดระวัง เช่น สารเคมีกระเด็นเข้าปาก ขณะผสมสารเคมีหรือใช้มือที่เปื้อนสารเคมีและไม่ล้างมือก่อนหยิบจับอาหารหรือบุหรี่เข้าปากหรือเช็ดริมฝีปาก ละอองสารเคมีปลิวเข้าปากในขณะพ่นสารเคมี และบางครั้งอาจได้รับสารพิษเนื่องจากการทำความสะอาดท่อนำสารเคมีหรือหัวฉีดโดยการใช้ปากเป่า
- ทางจมูก (Inhalation) โดยการสูดดมหรือหายใจเอาไอระเหยหรือควันสารเคมีผ่านระบบทางเดินหายใจเข้าสู่ร่างกายขณะที่ทำการพ่นสารเคมี ซึ่งสารออกฤทธิ์ในรูปแบบก๊าซหรือไอเมื่อหายใจเข้าไปจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายอย่างรวดเร็ว อนุภาคขนาดเล็กๆ ก็เช่นเดียวกัน โดยอนุภาคขนาด 1-5 ไมโครเมตรจะสามารถสะสมภายในปอดได้
- ทางผิวหนัง (Dermal) โดยเข้าทางบาดแผล รอยถลอก หรือผื่นคันที่สัมผัสถูกกับสารเคมี โดยสารเคมีจะซึมผ่านทางเซลล์ใต้ผิวหนัง ต่อมไขมันหรือรูขุมขน เข้าสู่ระบบไหลเวียนและเข้าสู่ร่างกาย ความสามารถในการละลายของสารออกฤทธิ์ของสารเคมีกำจัดแมลงเป็นตัวบ่งบอกความสามารถในการดูดซึมเข้าสู่ผิวหนัง สารเคมีที่อยู่ในรูปของเหลวสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดีและรวดเร็วกว่าอยู่ในสภาพอื่นๆ โดยเฉพาะสารเคมีที่ละลายได้ในน้ำหรือไขมันจะซึมผ่านผิวหนังได้ดี การดูดซึมผ่านผิวหนังในส่วนต่างๆ ของร่างกายจะให้ผลแตกต่างกัน และในช่วงอากาศร้อนสารเคมีจะเข้าสู่ร่างกายได้เร็วกว่าปกติ เนื่องจากรูขุมขนเปิดกว้างทำให้สารเคมีซึมผ่านผิวหนังได้เร็ว

2.4 ระยะเวลาที่ได้รับสารเคมี (Duration of Exposure) ระยะเวลาที่สัมผัสสารเคมีจะต้องสั้นที่สุด ถ้าสัมผัสกับสารเคมีต้องรีบทำความสะอาดส่วนที่ถูกสารเคมีทันที และส่งแพทย์เพื่อทำการรักษา

ดังนั้นสารเคมีที่มีพิษมากที่สุดอาจมีอันตรายต่ำสุดก็เป็นไปได้ หรือสารเคมีที่มีพิษน้อยแต่กลับมีอันตรายมากกว่าก็ได้ ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้ที่ถูกวิธี ความระมัดระวังของผู้ใช้และเส้นทางที่สารเคมีนั้นเข้าสู่ร่างกาย นอกจากนี้อันตรายยังขึ้นอยู่กับปริมาณที่สัมผัสสารมากน้อย (contaminate) และระยะเวลาที่สัมผัสสารมากน้อย (time) ด้วย ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้[1]

อันตราย (hazard) = ความเป็นพิษ (toxicity) x ปริมาณที่สัมผัสสาร (contaminate) x ระยะเวลาที่สัมผัส (time)

หากตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งเป็นศูนย์ อันตรายจะมีค่าเป็นศูนย์ด้วย เช่น หากสัมผัสสารในปริมาณน้อยอันตรายจะมีค่าลดลงตาม หากระยะเวลาในการสัมผัสสารสั้นค่าอันตรายจะมีค่าลดลงตามเช่นกัน หรือหากปริมาณที่สัมผัสน้อยและเวลาในการสัมผัสสั้น เมื่อใช้คำนวณค่าความเป็นอันตรายก็จะยิ่งน้อยไปด้วย

การลดอันตรายจากสารเคมีกำจัดแมลง

อันตรายที่เกิดจากสารเคมีกำจัดแมลง สามารถลดความเป็นอันตรายที่เกิดจากพิษของสารเคมีได้โดยการลดความเป็นพิษ ลดปริมาณที่สัมผัสสารเคมี และลดระยะเวลาที่สัมผัสสารเคมี ซึ่งสามารถทำได้โดย

1. ลดความเป็นพิษของสารเคมี
   - เลือกใช้สารเคมีกำจัดแมลงที่ปลอดภัย มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ
   - เลือกใช้สารเคมีที่มีความเป็นพิษทางผิวหนังต่ำ
   - เลือกใช้สารเคมีความเข้มข้นต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ผสมสารให้ถูกต้องตามคำแนะนำขององค์การอนามัยโลก ห้ามผสมเข้มข้นเกินกว่าที่กำหนด)
2. ลดปริมาณการสัมผัสสารเคมี
   - ผู้ใช้สารเคมีกำจัดแมลงควรสวมชุดป้องกันหรืออุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม
   - หลีกเลี่ยงการสัมผัสสารเคมีกำจัดแมลง เช่น ขณะพ่นสารเคมีควรอยู่เหนือลม การสวมใส่ถุงมือขณะปฏิบัติงาน
   - เรียนรู้เทคนิคในการใช้เครื่องพ่นและเทคนิคการพ่นสารเคมี เพื่อการปฏิบัติงานอย่างถูกต้อง
3. ลดระยะเวลาสัมผัสสารเคมี
   - อย่าปฏิบัติงานเกินเวลาที่กำหนดไว้
   - เมื่อสัมผัสกับสารเคมีกำจัดแมลง ควรล้างทำความสะอาดบริเวณที่สัมผัสทันที
   - ซัก/ล้าง เสื้อผ้าและอุปกรณ์ป้องกันร่างกายหลังจากเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารเคมี

การไม่ทำความสะอาดชุด และอุปกรณ์ป้องกันสารเคมี เป็นการเพิ่มทั้งปริมาณสารเคมีต้องสัมผัส และเป็นการเพิ่มระยะเวลาในการสัมผัสสารเคมีให้นานขึ้น ทำให้เพิ่มความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายจากสารเคมีมากขึ้น

อาการของผู้ที่ได้รับพิษจากสารเคมีกำจัดแมลง

1. กลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (Organophosphorus compound)

สารเคมีในกลุ่มนี้มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ สามารถดูดซึมได้ดีจากการกิน การหายใจ หรือสัมผัสผ่านผิวหนัง มีพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง โดยจะออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase: ChE) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการทำลายอะซิติลโคลีน (Acetylcholine: Ach) ที่เป็นสารสื่อประสาท ทำให้เกิดการสะสมของอะซิติลโคลีนที่ปลายประสาท อันเนื่องจากระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสลดลง เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสจะถูกยับยั้งการทำงานแบบถาวร กล่าวคือ เอนไซม์จะไม่สามารถกลับคืนสภาพเดิมได้อีก หรือถ้าได้ก็ใช้ระยะเวลานาน ซึ่งต่างกับสารเคมีในกลุ่มคาร์บาเมตที่ออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสเช่นเดียวกัน แต่เอนไซม์จะสามารถคืนกลับสู่สภาพเดิมได้อย่างรวดเร็ว[3]

การออกฤทธิ์ของสารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ[1]

1) ประเภทที่มีฤทธิ์โดยตรงกับเอนไซม์ยับยั้งการทำงานของสารสื่อประสาท (Cholinesterase) โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงตัวเองก่อนออกฤทธิ์ เรียกว่า พวกออกฤทธิ์ทันที (Direct inhibitor)

2) ประเภทที่ต้องถูกเปลี่ยนแปลงรูปในร่างกายก่อนจึงจะออกฤทธิ์กับเอนไซม์ยับยั้งสารสื่อประสาท (Cholinesterase) เรียกว่า พวกออกฤทธิ์ล่าช้า (Indirect inhibitor) ซึ่งจะทำให้เกิดพิษต่อร่างกายเป็นเวลานานกว่าพวกออกฤทธิ์ทันที แม้ว่าจะหยุดสัมผัสสารพิษแล้วก็ยังเกิดอาการรุนแรงได้

ผู้ที่ได้รับพิษเฉียบพลันจะมีอาการ ดังนี้ คือ อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ กระวนกระวาย ตาพร่า คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องอย่างแรง ท้องเสีย น้ำลายฟูมปาก น้ำตาไหล เหงื่อออกมาก มือสั่นขาสั่น แน่นหน้าอก หายใจลำบาก มักมีเสมหะมาก อาจมีอาการตัวเขียว การชักกระตุกของกล้ามเนื้อ ชักแบบหมดสติ สาเหตุของการเสียชีวิตเกิดจากการติดขัดของระบบทางเดินหายใจซึ่งอาจเกิดขึ้นภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากได้รับพิษ[1, 3]

อย่างไรก็ดีสารเคมีกลุ่มนี้ยังดีกว่ากลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine compound) เนื่องจากไม่มีพิษสะสมหรือพิษเรื้อรังในร่างกายและสิ่งแวดล้อม เพราะร่างกายสามารถกำจัดออกเองได้โดยเอนไซม์เอสเตอเรส ชนิดไม่จำเพาะ (Nonspecific esterase) สาเหตุที่มีคนเสียชีวิตจากสารกลุ่มนี้ เนื่องจากการใช้สารเคมีเกินขนาดที่กำหนดและใช้แบบไม่ระมัดระวังอันตราย

2. กลุ่มออร์แกโนคลอรีน (Organochlorine) หรือคลอริเนตเตด ไฮโดรคาร์บอน (chlorinated hydrocarbon compound)

สารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มนี้มีธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และคลอรีนเป็นองค์ประกอบหลัก มีพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง โดยสารกลุ่มนี้จะไปรบกวนการทำงานของ Na^+ และ K^+ (sodium channel) ในระบบเส้นประสาทสมอง (axons of the neuron) ทำให้การสื่อสารของสัญญาณต่างๆ ทำงานไม่ได้[3]

ผู้ที่ได้รับพิษจากสารเคมีในกลุ่มนี้จะแสดงอาการไวต่อสิ่งเร้ามาก กระวนกระวาย เวียนศีรษะ เสียการทรงตัว บางครั้งมีการชักเกร็ง คล้ายกับได้สารสตริกนิน ผู้ที่ได้รับสารเคมีจะอาเจียน (หากได้รับในปริมาณสูง) ท้องเสีย รู้สึกฟั่นเฟือนที่ริมฝีปาก ลิ้นและหน้า เบื่ออาหาร ชีพจรเต้นผิดปกติ ปวดศีรษะ เจ็บคอ อ่อนเพลีย มีอาการสั่น (ที่บริเวณคอ ศีรษะ หนังตา) มึนงง ชัก เป็นอัมพาตบางส่วน หมดสติ และเสียชีวิตได้โดยผู้ป่วยอาจตายด้วยระบบหายใจล้มเหลว ไม่นิยมใช้เพราะมีความคงทนในสภาวะแวดล้อมสูงทำให้เกิดพิษตกค้างมาก[3-4]

3. กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate)

สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มนี้มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ มีลักษณะโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ทำให้กลไกการออกฤทธิ์คล้ายคลึงกัน คือออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์โคลีนเอสเตอเรส แต่เป็นการยับยั้งแบบชั่วคราว โดยเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสที่ถูกยับยั้งการทำงานจะสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นอาการของโรคที่เกิดจากกลุ่มคาร์บาเมตจะรุนแรงน้อยกว่า และมีระยะเวลาสั้นกว่า อย่างไรก็ตามการเกิดพิษจากสารเคมีในกลุ่มนี้อาจทำให้เสียชีวิตได้เช่นกัน ถ้าได้รับสารพิษในปริมาณที่มากจนทำให้ระบบการหายใจล้มเหลว ความเป็นพิษของสารเคมีกลุ่มคาร์บาเมตขึ้นอยู่กับสถานะของสาร การละลาย การดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย และกลไกการกำจัดพิษของร่างกาย โดยสารที่ระเหยได้ง่ายย่อมมีพิษรุนแรงกว่า

ผู้ที่ได้รับพิษจะมีอาการกระตุก และมีอาการหดตัวของกล้ามเนื้ออย่างมากจนเป็นตะคริว ส่วนอาการอื่นๆ มีดังนี้คือ ปวดศีรษะ ม่านตาหดเล็กลง ตาพร่า คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย เหงื่อออกมาก เจ็บหน้าอก หายใจขัด มีอาการเกร็ง กล้ามเนื้อกระตุก น้ำลายฟูมปาก หากได้รับสารพิษปริมาณมากๆ จะทำให้เสียชีวิตได้[1, 3]

4. กลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid)

สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มนี้ถูกพัฒนามาจากสารไพรีทริน (pyrethrin) ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงจากธรรมชาติที่สกัดได้จากพืชตระกูลเบญจมาศ (*Chysanthemum* spp.) เนื่องจากการเสื่อมสลายง่ายไม่เพียงพอต่อการใช้งาน จึงมีการสังเคราะห์สารเคมีขึ้นแทนโดยใช้โครงสร้างทางเคมีของสารไพรีทรินเป็นต้นแบบ และเรียกสารสังเคราะห์ในกลุ่มนี้ว่า ไพรีทรอยด์ (pyrethroid) มีประสิทธิภาพทำให้แมลงสลบ (Knock down) สารไพรีทรอยด์ มีความจำเพาะต่อเซลล์ประสาทของแมลง แต่เซลล์ประสาทในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะไม่ไวต่อสารกลุ่มนี้ จึงมีพิษต่อคนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ แต่มีพิษต่อแมลง และปลาสูง สารกลุ่มนี้จะเข้าสู่ร่างกายโดยการสูดดม และการกินในอัตราที่จำกัด ส่วนการดูดซึมผ่านผิวหนังจะมีน้อยมาก[3-5]

สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์ จะมีพิษต่อระบบประสาท โดยมีฤทธิ์ขัดขวางการทำงานของ sodium channel ของเซลล์ประสาทสมอง ดังนั้นผู้ที่ได้รับสารพิษเข้าไปเป็นปริมาณมาก จะทำให้เกิดอาการสั่น ชักกระตุก ตื่นเต้นง่าย น้ำลายออกมาก และเป็นอัมพาตควบคุมตัวเองไม่ได้ และนอกจากอาการพิษโดยตรงสารกลุ่มไพรีทรอยด์ ยังทำให้เกิดภาวะแพ้ได้ (hypersensitivity)[3, 5]

ชุดและอุปกรณ์ป้องกันสารเคมี

ผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในการควบคุมแมลงนำโรคอาจจะสัมผัสกับสารเคมีในระหว่างขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการพ่นสารเคมี ได้แก่ ขั้นตอนการเปิดภาชนะบรรจุสารเคมี การผสมสารเคมี การเตรียมความพร้อมเครื่องพ่นสารเคมี การฉีดพ่น การบำรุงรักษาอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการพ่นสารเคมี และการกำจัดสารเคมี เป็นต้น ดังนั้นผู้ปฏิบัติงานควรมีความระมัดระวังและควรสวมอุปกรณ์ในการป้องกันสารเคมีทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น ทั้งนี้ชุดและอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ ต้องอยู่ในสภาพดี พร้อมใช้งาน และมีขนาดที่พอเหมาะกับผู้สวมใส่ อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับใช้ป้องกันอันตรายจากสารเคมี ได้แก่[1-2]

1. ชุดป้องกันสารเคมี (ชุดพ่นสารเคมี) ควรเป็นชุดที่ปกคลุมทุกส่วนของร่างกาย (coverall) หรือประมาณ 85% ทำด้วยผ้าฝ้ายแขนยาวมีกระดุมติดที่ข้อมือและคอ หรือเป็นชุดที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของสารเคมีได้ มีความคงทนและสามารถซักล้างได้ง่าย หากไม่มีชุดพ่นสารเคมี ให้ใช้เสื้อแขนยาวผ้าหนาๆ และกางเกงขายาวแทนได้ โดยใส่คลุมเสื้อตัวในอีกชั้นหนึ่ง (ภาพที่ 8.1)

ที่มา : สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น

ภาพที่ 8.1 ชุดป้องกันสารเคมี (ชุดพ่นสารเคมี)

2. **ถุงมือ** มีความจำเป็นอย่างมากช่วยป้องกันอันตรายจากการสัมผัสสารเคมีขณะผสมสารเคมี ฉีดพ่นสารเคมี และล้างทำความสะอาดเครื่องพ่น/อุปกรณ์ ถุงมือที่ดีจะต้องสามารถป้องกันการซึมผ่านของสารเคมีเข้าสู่ถึงผิวหนังได้ ถุงมือที่ทำจากพลาสติกผสมยางจะป้องกันสารเคมีกำจัดแมลงได้หลายชนิด ก่อนสวมถุงมือต้องตรวจสอบให้แน่ชัดว่าไม่มีการชำรุด ฉีกขาด และควรล้างมือให้สะอาดไม่ให้มีสารเคมีเปรอะเปื้อน หากชำรุดมีรอยฉีกขาด ควรเปลี่ยนคู่ใหม่ เมื่อเสร็จสิ้นการปฏิบัติงานต้องล้างมือและทำความสะอาดถุงมือทั้งภายนอกและภายใน ส่วนถุงมือที่เป็นผ้าฝ้ายใช้เมื่อทำการพ่นสารเคมี เพราะป้องกันความร้อน และละอองสารเคมีสัมผัสมือ หลังพ่นในแต่ละครั้งต้องซักทำความสะอาดทุกครั้ง (ภาพที่ 8.2)

ถุงมือยางป้องกันสารเคมี | ถุงมือผ้ากันความร้อน

ที่มา : กองโรคติอต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

ภาพที่ 8.2 ถุงมือสำหรับสวมใส่ในการปฏิบัติงานพ่นสารเคมี

3. รองเท้าบู๊ตยางหรือพลาสติก ในกรณีที่ต้องทำงานกับสารเคมีที่มีความเข้มข้นสูง รองเท้าหุ้มข้อหรือที่รู้จักกันทั่วๆ ไป คือ รองเท้าบู๊ท มีความจำเป็นในการปฏิบัติงาน เนื่องจากช่วยป้องกันอันตรายจากสารเคมีขณะปฏิบัติงาน ในการสวมใส่ควรให้ขากางเกงคลุมรองเท้าบู๊ต เพื่อป้องกันไม่ให้สารเคมีซึมเข้าไปภายในรองเท้าและสัมผัสกับร่างกายได้ ควรล้างและทำความสะอาดทุกครั้งหลังปฏิบัติงานเสร็จสิ้น และควรตรวจสอบสภาพอย่างสม่ำเสมอ หากชำรุดควรเปลี่ยนคู่ใหม่ทันที (ภาพที่ 8.3)

ที่มา : กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

ภาพที่ 8.3 รองเท้าบู๊ตยางหรือพลาสติก

4. แว่นตาป้องกันสารเคมี เป็นอุปกรณ์สำหรับป้องกันหรือลดอันตรายจากสารเคมีในขณะผสมสารเคมีและป้องกันละอองสารเคมีขณะพ่น เพื่อไม่ให้สารเคมีกระเด็นเข้าตาหรือซึมผ่านบริเวณดวงตา และผิวหนังโดยรอบ ควรเลือกใช้เป็นแว่นตาใสที่มองเห็นได้ดีที่สุด ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี มีน้ำหนักเบา สวมใส่กระชับกับใบหน้าไม่หลวมและหลุดตกง่าย (ภาพที่ 8.4)

ที่มา : กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

ภาพที่ 8.4 แว่นตาป้องกันสารเคมีสำหรับสวมใส่เมื่อพ่นสารเคมี

5. หน้ากากป้องกันละอองสารเคมี ใช้สำหรับป้องกันละอองสารเคมีเข้าทางปากและจมูก สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ หน้ากากชนิดใช้แล้วทิ้ง ควรเลือกใช้เบอร์ที่สามารถป้องกันละอองสารเคมีขนาดเล็กได้ คือ เบอร์ N 95 และหน้ากากชนิดเปลี่ยนไส้กรอง เหมาะสำหรับการพ่นสารเคมีควบคุมแมลงนำโรค ประกอบด้วยตัวกรอง 2 ส่วน คือ แผ่นกรอง และตลับคาร์บอน การใช้หน้ากากผ้าหรือหน้ากากกระดาษทางการแพทย์ปกติใช้ป้องกันของเหลวจากร่างกาย เช่น น้ำมูก น้ำลาย ส่วนละอองสารเคมีอาจป้องกันได้ไม่ดีเท่าที่ควร (ภาพที่ 8.5)

หน้ากากชนิดใช้แล้วทิ้ง (N95)

หน้ากากชนิดเปลี่ยนไส้กรอง

ที่มา : Centers of Disease Control and Prevention[6-7]

ภาพที่ 8.5 หน้ากากป้องกันละอองสารเคมีสำหรับสวมใส่เมื่อพ่นสารเคมี

6. หมวกป้องกันสารเคมี ใช้ป้องกันสารเคมีขณะพ่น เพื่อป้องกันละอองสารเคมีตกใส่ศีรษะและลำคอ หมวกที่ใช้ในการสวมใส่พ่นสารเคมีควรเป็นวัสดุป้องกันละอองความชื้นได้ สามารถซักล้างได้ง่าย และมีน้ำหนักเบา กรณีที่ไม่มีหมวกป้องกันสารเคมีเฉพาะ อาจใช้หมวกที่สามารถป้องกันละอองสารเคมีได้ เช่น หมวกที่ทำจากผ้า แต่ขนาดของปีกหมวกต้องไม่ใหญ่เกินไปจนเป็นอุปสรรคต่อการปฏิบัติงาน (ภาพที่ 8.6)

ที่มา : London School of Hygiene & Tropical Medicine[8] World Health Organization[9] และกองโรคติดต่อนำโดยแมลง

ภาพที่ 8.6 หมวกสำหรับสวมใส่เมื่อพ่นสารเคมี

ข้อควรปฏิบัติเพื่อป้องกันอันตรายจากสารเคมีกำจัดแมลง[1, 10-11]

1. เลือกใช้ชนิดและรูปแบบของสารเคมีให้ถูกต้องเหมาะสมกับชนิดเครื่องพ่นที่ใช้
2. ผู้ปฏิบัติงานพ่นสารเคมีต้องสวมชุดสำหรับป้องกันขณะปฏิบัติงานพ่นสารเคมี หรือสวมเสื้อแขนยาวกางเกงขายาวคลุมตัวให้มิดชิด (ไม่ควรสวมใส่ชุดป้องกันที่เปื้อนสารเคมีที่ใช้แล้วและยังไม่ได้ซักทำความสะอาด) และสวมหมวกปีกกว้าง รองเท้าบู๊ตหุ้มข้อ หน้ากาก และแว่นตากันสารเคมี
3. ก่อนใช้สารเคมีต้องอ่านฉลากที่ติดมากับภาชนะบรรจุให้ละเอียดและทำความเข้าใจคำแนะนำในการเตรียมและใช้สารเคมี รวมทั้งวิธีการป้องกันและแก้พิษสารเคมีนั้นๆ และควรปฏิบัติตามคำแนะนำและข้อควรระวังอย่างเคร่งครัด
4. อย่าใช้สารเคมีมากเกินกว่าที่แนะนำไว้ในฉลาก
5. อย่าใช้สารเคมีที่ไม่มีฉลากหรือฉลากเลอะเลือนมองไม่เห็น และไม่ควรคาดเดาเป็นอันขาด
6. เปิดภาชนะบรรจุสารเคมีด้วยความระมัดระวัง อย่าใช้ปากเปิด
7. ผสมสารเคมีในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก หรือภายนอกอาคาร
8. ตรวจสอบสภาพเครื่องพ่นอย่างสม่ำเสมอ หากชำรุดควรรีบดำเนินการซ่อมแซม
9. ขณะพ่นสารเคมี ห้ามรับประทานอาหาร สูบบุหรี่ หรือใช้โทรศัพท์มือถือ และในช่วงเวลาพักหากจะรับประทานอาหารหรือสูบบุหรี่ต้องล้างมือ และแขนให้สะอาดด้วยสบู่ก่อนทุกครั้ง

10. ระหว่างปฏิบัติงานหากสารเคมีถูกผิวหนังเปรอะเปื้อนให้รีบล้างออกทันทีด้วยสบู่หลายๆ ครั้งจนสะอาด

11. หากสารเคมีหกใส่หรือเปรอะเปื้อนชุดปฏิบัติงานให้รีบถอดและเปลี่ยนชุดใหม่ทันที

12. หลังจากปฏิบัติงานพ่นสารเคมีควรรีบถอดชุด และอุปกรณ์ในการป้องกันตัวต่างๆ ออกทันที

13. รีบอาบน้ำชำระร่างกายด้วยสบู่ทันทีหลังจากปฏิบัติงานเสร็จสิ้น

14. ห้ามนอนหลับขณะสวมชุดพ่นสารเคมี

15. ควรซักทำความสะอาดชุดและอุปกรณ์ป้องกันอื่นๆ ให้สะอาดทุกครั้งหลังการปฏิบัติงาน และควรแยกซักทำความสะอาดออกจากเสื้อผ้าอื่นๆ

16. ถ้าหัวฉีดพ่นมีการอุดตัน ห้ามใช่ปากเป่าหัวฉีดพ่นเป็นอันขาด

17. เก็บสารเคมีไว้ในที่มิดชิดให้ห่างจากเด็กและสัตว์เลี้ยง ควรเก็บไว้ในตู้หรือในห้องที่สามารถใส่กุญแจได้ และควรเก็บไว้ในถุงหรือในภาชนะเดิม ไม่ควรแบ่งสารที่เหลือใส่ถุงอื่นหรือใส่ในภาชนะอื่น ควรมีฉลากปิดให้เรียบร้อย

18. เก็บสารเคมีให้ห่างจากอาหารทั้งของคนและสัตว์

19. ระวังอย่าให้สารเคมีปลิวลงในแหล่งน้ำเป็นอันขาด

20. ทำลายภาชนะที่บรรจุสารเคมีด้วยวิธีฝังเมื่อใช้สารเคมีนั้นๆ หมดไปแล้ว

การปฐมพยาบาล

การปฐมพยาบาลผู้ป่วยที่ได้รับหรือสัมผัสสารเคมี ผู้ปฐมพยาบาลต้องมีความรู้เกี่ยวกับสารเคมี และทราบวิธีป้องกันตนเองจากพิษของสารเคมี และหากต้องนำส่งผู้ป่วยไปสถานพยาบาล ให้นำภาชนะบรรจุสารเคมีพร้อมฉลากไปให้แพทย์ เพื่อทำการรักษาได้อย่างถูกต้อง[1, 10]

กรณีสารเคมีสัมผัสผิวหนัง

1. ถอดเสื้อผ้า รองเท้า และอุปกรณ์ป้องกันตนเองที่ปนเปื้อนสารเคมีออกทันที

2. ล้างบริเวณผิวหนังและเส้นผมที่สัมผัสถูกสารเคมีด้วยน้ำและสบู่ หลีกเลี่ยงการขัดถูอย่างรุนแรง เพราะอาจทำให้สารถูกดูดซึมมากขึ้น

3. ค่อยๆ เช็ดบริเวณที่สัมผัสสารเคมีให้แห้ง และอาจห่อด้วยผ้าอย่างหลวมๆ หากจำเป็น

4. หากผิวหนังเกิดอาการไหม้ ให้ห่อด้วยผ้าสะอาดอย่างหลวมๆ หลีกเลี่ยงการทาขี้ผึ้ง ครีมเหนียว แป้ง หรือยาอื่นใด ยกเว้นกรณีที่ได้รับคำแนะนำจากแพทย์

5. หากสัมผัสสารเคมีเพียงเล็กน้อย ให้หลีกเลี่ยงการทำให้สารเคมีแพร่กระจายสู่บริเวณอื่นของร่างกายที่ไม่ปนเปื้อน

กรณีสารเคมีเข้าตา

1. ดึงหนังตาแล้วรีบล้างออกด้วยน้ำสะอาด ห้ามใช้สารเคมีหรือยาอื่น ยกเว้นได้รับคำแนะนำจากแพทย์

2. การล้างตา ให้ล้างด้วยน้ำสะอาดผ่านตาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานประมาณ 15 นาที ไม่ควรล้างน้ำเข้าไปในตาโดยตรง และหากสารเคมีเข้าตาเพียงข้างเดียว ขณะล้างต้องระวังไม่ให้ถูกตาอีกข้างหนึ่ง

3. ปิดตาด้วยผ้าสะอาด แล้วรีบไปพบแพทย์ทันที

กรณีได้รับสารเคมีจากการสูดดม

1. นำผู้ได้รับสารเคมีไปยังบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ่ายเทสะดวก ไม่มีสิ่งรบกวน
2. ให้ผู้ได้รับสารเคมีนอนลง และคลายเสื้อผ้าของผู้ได้รับสารเคมีให้หลวม
3. หากผู้ได้รับสารเคมีมีอาการชัก ให้ระวังไม่ให้ศีรษะชนสิ่งใด และสังเกตดูการหายใจ
4. จับผู้ได้รับสารเคมีเงยหน้าเพื่อให้ช่องคอเปิด และหายใจสะดวก
5. หากผู้ได้รับสารเคมีไม่หายใจหรือหายใจผิดปกติ ให้ทำการช่วยหายใจ

กรณีสารเคมีเข้าปาก

1. หากได้รับสารเคมีเข้าทางปาก หากยังไม่กลืนเข้าไปให้รีบล้างบ้วนปาก ด้วยน้ำจำนวนมาก
2. หากกลืนกินสารเคมีเข้าไปแล้ว สิ่งที่ต้องพิจารณา คือ ควรจะทำให้ผู้ป่วยอาเจียนหรือไม่ ซึ่งการทำให้อาเจียนจะทำได้เฉพาะกรณีที่ฉลากแนะนำไว้เท่านั้น เนื่องจากสารเคมีบางชนิดอาจทำให้เกิดอันตรายจากการทำให้อาเจียน
3. ห้ามทำให้อาเจียนในกรณีดังต่อไปนี้
   - ผู้ป่วยหมดสติ หรือมีอาการชัก
   - สารที่กินเป็นสารกัดกร่อน เช่น กรด หรือด่าง เนื่องจากการอาเจียนจะทำให้สารย้อนกลับขึ้นมาทำลายเนื้อเยื่อที่คอและปากอีกครั้ง นอกจากนี้อาจสำลักสารเข้าสู่ปอดทำให้เกิดการไหม้และทำลายเนื้อเยื่อปอดได้
   - สารที่กินเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท EC (emulsifiable concentrates) หรือ OL (oil miscible liquids) ซึ่งมีส่วนผสมของตัวทำละลายประเภทปิโตรเลียม อาจทำให้ถึงตายได้หากสำลักเข้าสู่ปอดในขณะที่ทำให้อาเจียน

บรรณานุกรม

1. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. คู่มือการใช้เครื่องพ่นสำหรับผู้ปฏิบัติการเพื่อป้องกันและควบคุมโรคไข้เลือดออก. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง; 2560.
2. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลง-สัตว์ศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยจากงานวิจัย ปี 2563. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร; 2563.
3. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กรมวิชาการเกษตร. พิษและกลไกการออกฤทธิ์ของวัตถุมีพิษเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: ชุมนุมหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2550.
4. กิจชัย ศิริวัฒน์ ฝ่ายพิษวิทยาและชีวเคมี สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. สารเคมีกำจัดแมลง [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 30 กรกฎาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก : http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=396.
5. วินัย วนานุกูล และจารุวรรณ ศรีอาภา. Pyrethroids. จุลสารพิษวิทยา 2550;15 ฉบับที่ 3: 27-9.
6. Centers of Disease Control and Prevention. N95 and Other Respirators [Internet]. 2021 [cited 13 Aug 2021]; Available from: https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/hcp/n95-other-respirators.html.
7. Centers of Disease Control and Prevention. Understanding respiratory protection options in Healthcare: The Overlooked Elastomeric [Internet]. 2021 [cited 13 Aug 2021]; Available from: https://blogs.cdc.gov/niosh-science-blog/2017/07/06/elastomerics/
8. London School of Hygiene & Tropical Medicine. Targeted spraying to prevent malaria in low transmission setting halves cost of current practice [Internet]. 2021 [cited 13 Aug 2021]; Available from: https://www.lshtm.ac.uk/research/centres/malaria-centre/news/228221/targeted-spraying-prevent-malaria-low-transmission-setting-halves-cost-current
9. World Health Organization. Argentina's malaria-free certification [Internet]. 2019 [cited 13 Aug 2021]; Available from: https://www.who.int/news/item/21-05-2019-argentina-malaria-free-certification
10. สมชาย ปรีชาทวีกิจ อภิชัย ดาวราย และสมนึก วงศ์ทอง. วัตถุอันตรายที่ใช้ป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์อื่นที่เป็นปัญหาในบ้านเรือนและทางสาธารณสุข. ใน สุรเชษฐ จามรมาน และวรรณพร ศรีสุคนธรัตน์, บรรณาธิการ, คู่มือผู้ควบคุมการใช้วัตถุอันตรายเพื่อใช้รับจ้าง. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: ชุมนุมหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2556. หน้า 2-16.
11. World Health Organization. Indoor residual spraying: an operational manual for indoor residual spraying (IRS) for malaria transmission control and elimination. 2nd ed. Geneva: World Health Organization; 2015.

ภาคผนวก

ภาคผนวกที่ 1

การดำเนินมาตรการควบคุมโรค กรณีพบผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยยุงลาย

เมื่อหน่วยงานในพื้นที่ได้รับแจ้งว่าในพื้นที่ตนเองพบผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยยุงลาย ควรดำเนินการควบคุมโรคทันทีเพื่อกำจัดแหล่งแพร่โรคและลดโอกาสการแพร่ระบาดของโรคไปยังพื้นที่อื่น โดยดำเนินการตามมาตรการ 3-3-1 และดำเนินการต่อเนื่อง 28 วัน ดังนี้

- **3** - สถานพยาบาล แจ้งรพ.สต. หรือสถานบริการสาธารณสุขในพื้นที่รับทราบว่าในพื้นที่มีผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยยุงลาย **ภายใน 3 ชั่วโมง ภายหลังผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัย**
- **3** - หน่วยงานควบคุมโรค ดำเนินการควบคุมยุงพาหะ ทั้งการฉีดพ่นสารเคมี (สเปรย์กระป๋อง) และกำจัดแหล่งน้ำขังภายในบ้านผู้ป่วย **ภายใน 3 ชั่วโมง หลังได้รับแจ้งว่าพบผู้ป่วยในชุมชน** ในรัศมี 100 เมตร จากบ้านผู้ป่วยภายใน 1 วัน และวันที่ 3 หลังพบผู้ป่วย ทั้งการฉีดพ่นสารเคมีและกำจัดแหล่งน้ำขัง
- **1** - หน่วยงานท้องถิ่นพ่นสารเคมีกำจัดยุง และอสม. กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายในรัศมี 100 เมตร รอบบ้านผู้ป่วย **ภายใน 1 วัน หลังได้รับแจ้งว่าพบผู้ป่วยในชุมชน**

แนวทางการควบคุมโรคกรณีพบผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยยุงลาย ตามมาตรการ 3-3-1

Day 0 วันที่พบผู้ป่วย	**การดำเนินงาน** • สถานพยาบาล แจ้ง รพ.สต. หรือสถานบริการสาธารณสุขในพื้นที่รับทราบว่าในพื้นที่มีผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยยุงลาย ภายใน 3 ชั่วโมง ภายหลังผู้ป่วยได้รับการวินิจฉัย • รพ.สต. ดำเนินการควบคุมยุงพาหะ ทั้งการฉีดพ่นสารเคมี (สเปรย์กระป๋อง) และกำจัดแหล่งน้ำขังภายในบ้านผู้ป่วย ภายใน 3 ชั่วโมง หลังได้รับแจ้งว่าพบผู้ป่วยในชุมชน **หมายเหตุ** ในกรณีที่ได้รับรายงานผู้ป่วยนอกเวลาราชการ สามารถดำเนินการควบคุมยุงพาหะได้ในวันถัดไป
Day 1 (เริ่มนับจากวันที่พบผู้ป่วย)	**การดำเนินงาน** ควบคุมยุงพาหะในรัศมี 100 เมตร จากบ้านผู้ป่วย และจุดที่สงสัยเป็นแหล่งโรค เช่น ที่ทำงาน โรงเรียน ภายใน 1 วัน หลังได้รับแจ้งพบผู้ป่วยในชุมชน • หน่วยงานท้องถิ่น พ่นสารเคมีกำจัดยุงตัวเต็มวัย • อสม. เจ้าของบ้าน และประชาชน กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย • รพ.สต. ดำเนินการทำประชาคมในชุมชน เพื่อชี้แจงสถานการณ์ให้สุขศึกษาเรื่องการป้องกันตนเองและอาการที่ต้องเฝ้าระวัง พร้อมทั้งกำหนดมาตรการร่วมกันในชุมชน **หมายเหตุ** • การควบคุมยุงพาหะ หากไม่สามารถดำเนินการได้ครอบคลุมภายใน 1 วัน สามารถดำเนินการซ้ำได้ในวันที่ 2 • การทำประชาคมสามารถพิจารณากำหนดวันตามความพร้อมของชุมชน

แนวทางการควบคุมโรคกรณีพบผู้ป่วยโรคติดต่อนำโดยยุงลาย ตามมาตรการ 3-3-1 (ต่อ)	
Day 7 (เริ่มนับจากวันที่พบผู้ป่วย)	**การดำเนินงาน** ควบคุมยุงพาหะในรัศมี 100 เมตร จากบ้านผู้ป่วย และจุดที่สงสัยเป็นแหล่งโรค เช่น ที่ทำงาน โรงเรียน • หน่วยงานท้องถิ่น พ่นสารเคมีกำจัดยุงตัวเต็มวัย • อสม. เจ้าของบ้าน และประชาชน กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย **หมายเหตุ** เป้าหมาย HI และ CI ในบ้านผู้ป่วยและรัศมี 100 เมตรจากบ้านผู้ป่วย = 0
Day 14 (เริ่มนับจากวันที่พบผู้ป่วย)	**การดำเนินงาน** • อสม. เจ้าของบ้าน และประชาชน สำรวจและกำจัดลูกน้ำยุงลายในหมู่บ้านที่เกิดโรค • ตำบลที่พบผู้ป่วยหลายหมู่บ้านให้ดำเนินการทั้งตำบล **หมายเหตุ** เป้าหมาย HI ในหมู่บ้านที่พบผู้ป่วย ≤5
Day 21 (เริ่มนับจากวันที่พบผู้ป่วย)	**การดำเนินงาน** • อสม. เจ้าของบ้าน และประชาชน สำรวจและกำจัดลูกน้ำยุงลายในหมู่บ้านที่เกิดโรค **หมายเหตุ** เป้าหมาย • HI ในหมู่บ้านที่พบผู้ป่วย ≤ 5 • CI สถานพยาบาล โรงเรียน ในหมู่บ้าน = 0 • CI ศาสนสถาน โรงแรม โรงงาน ในหมู่บ้าน ≤ 5
Day 28 เป็นต้นไป (เริ่มนับจากวันที่พบผู้ป่วย)	**การดำเนินงาน** • คงมาตรการสำรวจและกำจัดลูกน้ำยุงลายในชุมชนทุก 7 วัน โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วม และคงมาตรการพ่นสารเคมีเสริมทุก 7 วัน หากยังมีผู้ป่วยต่อเนื่อง • สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดประเมินค่าดัชนีลูกน้ำยุงลายในพื้นที่ที่ระบาดต่อเนื่องเกิน 28 วัน

หมายเหตุ :

1) หากพบผู้ป่วยนอกรัศมี 100 เมตรเดิม ภายใน 28 วัน ให้พ่นสารเคมีทั้งกลุ่มบ้าน/หมู่บ้าน เพิ่มเติมจากรัศมี 100 เมตร
2) เพื่อให้การควบคุมโรคได้ผลดีควรดำเนินการในบ้านผู้ป่วยและรอบบ้านผู้ป่วยในรัศมี 100 เมตร ต้องเข้าไปพ่นสารเคมี กำจัดยุงตัวเต็มวัยภายในบ้านให้ได้ทั้งหมดและครบทุกหลังคาเรือน เนื่องจากยุงที่มีเชื้อมักไม่บินออกมาจากตัวบ้าน
3) ในกรณีที่ในชุมชนมีลักษณะสิ่งแวดล้อมเป็นป่าที่อยู่ในบริเวณชุมชนและป่าใกล้กับชุมชน ให้ดำเนินการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ยุงและพ่นสารเคมี โดยเข้าปฏิบัติให้ลึกที่สุดเท่าที่จะทำได้ เนื่องจากยุงลายสวนสามารถบินได้ค่อนข้างไกลกว่ายุงลายบ้าน โดยเวลาที่เหมาะสมสำหรับการพ่นสารเคมี คือ ช่วงเช้า เวลา 05.00-9.00 น. และช่วงเย็น เวลา 17.00-19.00 น. เนื่องจากเป็นเวลาที่ยุงลายสวนออกหากินมาก

อ้างอิงจาก :

กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค. แนวทางการดำเนินงานเฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคติดต่อนำโดยยุงลาย สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข พ.ศ. 2564. นนทบุรี: อักษรกราฟฟิคแอนด์ดีไซน์; 2564.

ภาคผนวกที่ 2

คำแนะนำการกำหนดคุณลักษณะสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมี

สารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีเป็นวัสดุ อุปกรณ์ที่สำคัญที่ใช้ในการกำจัดยุงพาหะนำโรคในชุมชนและสถานที่ต่างๆ ปัจจุบันสารเคมีทางสาธารณสุขและเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดยุงมีการจัดซื้อกันอย่างแพร่หลายทั้งในหน่วยงานราชการและในหน่วยงานเอกชน การจัดซื้อสารเคมีและเครื่องพ่นสารเคมีผู้จัดซื้อต้องทราบถึงหลักการและหลักวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี เครื่องพ่นสารเคมีนั้นๆ โดยรายละเอียดคำแนะนำการกำหนดคุณลักษณะสารเคมี และเครื่องพ่นสารเคมี ดังนี้

1. คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมี
   - คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมีทรายเทมีฟอส 1% ชนิดเคลือบเม็ดทราย (Temephos 1% SG)
   - คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมีผสมเดลต้าเมทรินที่มีเดลต้าเมทรินเป็นสารหลัก (สารผสม Deltamethrin 0.5% EC)
   - คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมียาทากันยุง DEET
   - คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมีผลิตภัณฑ์กำจัดยุงประเภทสเปรย์แอโรโซล (อัดแก๊สพร้อมฉีด)
2. คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้ในงานสาธารณสุข
   - คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันสะพายไหล่
   - คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียด (ULV) สะพายหลังแบบใช้แรงอัดลมระบบโรตารี่คอมเพรสเซอร์ (Rotary compressor)
   - คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียด (ULV) ติดตั้งบนรถยนต์
   - คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีชนิดอัดลม

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมี

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมีทรายเทมีฟอส 1% ชนิดเคลือบเม็ดทราย (Temephos 1% SG)

1. คุณลักษณะเฉพาะสารเคมี

1.1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์

Temephos 1% SG (Sand Granule) เป็นเม็ดทรายเคลือบสารเทมีฟอส (Temephos) ชนิดเข้มข้น มีสารออกฤทธิ์ temephos 1% w/w มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ±25% ของความเข้มข้นที่กำหนดไว้ เม็ดทรายผ่านขบวนการเคลือบแล้วมีความแห้ง ไม่เกาะติดกันเป็นก้อน ไม่เป็นฝุ่นผง ปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่สามารถมองเห็นได้

1.2 ชื่อทางเคมี (IUPAC):

O,O,O'O'-tetramethyl *O,O'*-thiodi-*p*-phenylene bis(phosphorothioate)

หรือสูตรเคมี $C_{16}H_{20}O_6P_2S_3$

1.3 ปริมาณสารออกฤทธิ์ (Temephos Content) มีค่าเท่ากับ 1% w/w ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 25% ของปริมาณที่กำหนดไว้ หรือมีปริมาณสารออกฤทธิ์อยู่ระหว่าง 0.75% ถึง 1.25% ของน้ำหนักต่อน้ำหนัก ทดสอบด้วยวิธีการของ CIPAC Handbook 1C หรือวิธีการอื่นที่เทียบเท่า ทดสอบโดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย

1.4 ความสามารถผ่านตะแกรงกรอง (Sieving test) เมื่อร่อนด้วยตะแกรงขนาด 1.25 มิลลิเมตร น้ำหนักเม็ดทรายไม่น้อยกว่าร้อยละ 98 จะต้องผ่านตะแกรงออกมาได้ และเมื่อร่อนด้วยตะแกรงขนาด 250 ไมครอน (1 ไมครอน = 1/1000 มิลลิเมตร) น้ำหนักเม็ดทรายไม่เกินร้อยละ 2 เท่านั้นที่จะสามารถผ่านออกมาได้ ทดสอบด้วยวิธีการของ WHO/SIF/40.R1 หรือวิธีการอื่นที่เทียบเท่า ทดสอบโดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย

1.5 ทรายเคลือบสารเทมีฟอสแล้วต้องมีค่า Apparent density ไม่น้อยกว่า 1.30 กรัมต่อมิลลิลิตร และไม่มากกว่า 1.60 กรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบด้วยวิธีการของ WHO/SIF/40. R1 หรือวิธีการอื่นที่เทียบเท่า ซึ่งทดสอบโดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย

2. ผลิตภัณฑ์ Temephos 1% SG ต้องได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมีผสมเดลต้าเมทรินที่มีเดลต้าเมทรินเป็นสารหลัก (สารผสม Deltamethrin 0.5% EC)

1. คุณลักษณะเฉพาะสารเคมี

1.1. ลักษณะผลิตภัณฑ์

สารเคมีผสมเดลต้าเมทรินชนิดน้ำมัน (Emulsifiable Concentrate) ประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ Deltamethrin 0.5% w/v สาร Piperonyl butoxide 10% w/v และสาร S-bioallethrin 0.75% w/v สารเคมีทั้งหมดนี้ละลายอยู่ในตัวทำละลายที่เหมาะสม และสามารถละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่มีการตกตะกอน หรือไม่มีตะกอนแขวนลอย ปราศจากสิ่งปนเปื้อนที่มองเห็นได้

1.2. ชื่อทางเคมี

1.2.1 Deltamethrin (IUPAC):

(S)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (1*R*,3*R*)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropane carboxylate

หรือสูตรเคมี $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$

1.2.2 Piperonyl butoxide (IUPAC):

2-(2-butoxyethoxy)ethyl 6-propylpiperonyl ether

หรือสูตรเคมี $C_{19}H_{30}O_5$

1.2.3 S-bioallethrin (IUPAC):

(*R,S*)-3-allyl-2-methyl-4-oxo-cyclopent-2-enyl-(*1R*)-*trans*-chrysanthemate

หรือสูตรเคมี $C_{19}H_{26}O_3$

1.3 ปริมาณสารออกฤทธิ์ (Active content)

1.3.1 Deltamethrin มีค่าเท่ากับ 0.5% w/v ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 15% ของความเข้มข้นที่กำหนด หรือมีปริมาณสารออกฤทธิ์อยู่ระหว่าง 0.425% ถึง 0.575% ของน้ำหนักต่อปริมาตร

1.3.2 Piperonyl butoxide มีค่าเท่ากับ 10% w/v ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 10% ของความเข้มข้นที่กำหนด หรือมีปริมาณสารออกฤทธิ์อยู่ระหว่าง 9.0% ถึง 11.0% ของน้ำหนักต่อปริมาตร

1.3.3 S-bioallethrin มีค่าเท่ากับ 0.75% w/v ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 15% ของความเข้มข้นที่กำหนด หรือมีปริมาณสารออกฤทธิ์อยู่ระหว่าง 0.638% ถึง 0.862% ของน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณสารออกฤทธิ์ในข้อ 1.3.1-1.3.3 ที่ใช้วิธีการทดสอบด้วยวิธีการของ CIPAC Handbook L หรือวิธีการขององค์การอนามัยโลก ทดสอบโดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย

1.4 ค่า water content ที่ใช้วิธีการต้องมีค่าไม่สูงกว่า 5 กรัม/กิโลกรัม ซึ่งทดสอบโดยหน่วยงานราชการของประเทศไทยที่ใช้วิธีการ MT 30.5 CIPAC Handbook J หรือวิธีการขององค์การอนามัยโลก

1.5 ความคงทนของสารละลายและการคืนตัว (Emulsion stability and re-emulsification) เมื่อทดสอบโดยวิธีตาม MT 36.3, CIPAC Handbook K โดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย

เวลาหลังจากทำละลาย (Time after dilution)	ความคงตัว (limits of stability)
0 ชั่วโมง	เกิดการละลายตัวสมบูรณ์ (Initial emulsification complete)
0.5 ชั่วโมง	ไม่เกิดครีม (“Cream” : none)
2 ชั่วโมง	เกิดครีมไม่เกิน 1 ml. (“Cream”, maximum 1 ml.) ไม่เกิดน้ำมันแยกชั้น (“Free oil” none)
24 ชั่วโมง	การคืนตัวการละลายสมบูรณ์ (Re-emulsification complete)
24.5 ชั่วโมง	ไม่เกิดครีม (“Cream” : none) ไม่เกิดน้ำมันแยกชั้น (“Free oil” none)

1.6 ความคงทนของฟอง (Persistent foam) เมื่อทดสอบด้วยวิธีการตาม MT 47.2, CIPAC Handbook F หลังจากทดสอบ 1 นาที จะเกิดฟองได้ไม่เกิน 50 มิลลิลิตร (Maximum : 50 ml after 1 min.) ทดสอบโดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย

1.7 ค่าความเป็นกรดของสารละลาย (pH of aqueous dispersion) ค่าความเป็นกรดของสารละลาย ต้องมีค่าอยู่ในช่วง 4.5-7.5 เมื่อทดสอบด้วยวิธีตาม MT 75.3, CIPAC Handbook J) โดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย

1.8 ค่าความคงทนต่อการเก็บรักษา (Storage stability) ค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์อีมัลชั่นในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 54 ± 2 °C เป็นเวลา 14 วัน ซึ่งทดสอบโดยหน่วยงานราชการของประเทศไทย

1.8.1 ปริมาณสารออกฤทธิ์ของสาร Deltamethrin สาร Piperonyl butoxide สาร S-bioallethrin ยังคงอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าที่วิเคราะห์ได้ก่อนเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 54 ± 2 °C

1.8.2 ค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์อีมัลชั่น และค่าความเป็นกรดของสารละลายยังอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ข้างต้น

2. ผลิตภัณฑ์สารเคมีผสมเดลต้าเมทรินที่มีเดลต้าเมทรินเป็นสารหลัก (สารผสม Deltamethrin 0.5% EC) ต้องได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมียาทากันยุง DEET

1. คุณลักษณะเฉพาะของสารเคมี

1.1 ลักษณะของผลิตภัณฑ์ เป็นสารไล่ยุง DEET ไม่น้อยกว่า 12% w/w เป็นของเหลวเนื้อเดียว ไม่มีตะกอนหรือแยกชั้น

1.2 ชื่อทางเคมี (IUPAC) : N,N-diethyl-m-toluamide

1.3 สารออกฤทธิ์ (DEET Content) ประกอบด้วย DEET ไม่น้อยกว่า 12% w/w มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 6% ของความเข้มข้นที่ระบุไว้บนฉลาก ซึ่งทดสอบโดยสถาบันทางราชการของประเทศไทย

2. ผลิตภัณฑ์ DEET ต้องได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะสารเคมีผลิตภัณฑ์กำจัดยุงประเภทสเปรย์แอโรโซล (อัดแก๊สพร้อมฉีด)

1. คุณลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์

1.1 ส่วนประกอบ เป็นผลิตภัณฑ์กำจัดยุงประเภทสเปรย์แอโรโซล (อัดแก๊สพร้อมฉีด) บรรจุในกระป๋อง ทนแรงอัดแก๊ส สามารถป้องกันสารเคมีเปรอะเปื้อนมือขณะฉีด

1.2 ชื่อสารออกฤทธิ์ (Active ingredient) ประกอบด้วยสาร Imiprothrin และสารออกฤทธิ์ชนิดอื่นเป็นองค์ประกอบอีกอย่างน้อย 1 ชนิด ค่าสารออกฤทธิ์มีค่าความคลาดเคลื่อน ไม่เกิน ± 25% ของค่าที่ระบุไว้บนฉลาก

2. ผลิตภัณฑ์กำจัดยุงประเภทสเปรย์แอโรโซล (อัดแก๊สพร้อมฉีด) ต้องได้รับการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้ในงานสาธารณสุข

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีชนิดหมอกควันสะพายไหล่

1. เป็นเครื่องพ่นหมอกควันสะพายไหล่ ชนิดสันดาปภายในที่ใช้น้ำมันเบนซินเป็นเชื้อเพลิง

2. มีหัวฉีด (Nozzle) หรือวาล์วควบคุมอัตราการไหล ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนอัตราการไหลได้ สามารถควบคุมอัตราการไหลได้คงที่

3. ถังบรรจุสารเคมี เป็นวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี หรือตัวทำละลายอื่นๆ และมีปริมาณบรรจุสารเคมีไม่น้อยกว่า 4 ลิตร

4. ถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำมันเชื้อเพลิง และมีปริมาณบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงได้ไม่น้อยกว่า 1 ลิตร

5. มีโลหะป้องกันความร้อนหุ้มท่อพ่นไม่น้อยกว่า 50% ของความยาวห้องเผาไหม้ถึงปลายท่อพ่น

6. ขนาดของละอองสารเคมี (Droplet Size) ที่เครื่องพ่นผลิตได้ ต้องมีค่า VMD ไม่เกิน 30 µm และมีค่าความสม่ำเสมอของการผลิตละอองสารเคมี (Span) ไม่เกิน 2 โดยวัดที่อัตราการไหลไม่น้อยกว่า 24 ลิตร/ชั่วโมง วัดที่ระยะ 2 เมตร จากหัวพ่น และต้องมีหนังสือรับรองจาก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือหน่วยงานที่ได้รับการรับรองจากกองค์การอนามัยโลก (WHO)

7. น้ำหนักเครื่องเปล่า (ไม่รวมน้ำยาเคมีและน้ำมันเชื้อเพลิง) ไม่เกิน 9 กิโลกรัม

8. มีสายสะพายที่มีความทนทาน ปรับระดับความยาวได้ และมีที่รองบ่า

9. มีอุปกรณ์ประจำเครื่อง ดังนี้ :-

   9.1 ชุดเครื่องมือซ่อมบำรุง 1 ชุด

   9.2 คู่มือการใช้งาน และรายละเอียดโครงสร้างชิ้นส่วน เป็นภาษาไทย

   9.3 มีกรวยเติมน้ำมันเชื้อเพลิงต้องเป็นชนิดมีตะแกรงกรอง

   9.4 มีกรวยเติมน้ำยาเคมี ซึ่งต้องเป็นชนิดมีตะแกรงกรอง

   9.5 มีกระบอกตวงทนการกัดกร่อนของสารเคมี ขนาด 1 ลิตร และ 5 ลิตร มีสเกลละเอียด ไม่ต่ำกว่า 1 ใน 10 ของปริมาตร อย่างละ 2 ชิ้น

10. ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตหรือมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทฯ นำเข้าโดยตรง

11. เครื่องพ่นต้องเป็นเครื่องที่อยู่ในสายการผลิตไม่ใช่เครื่องดัดแปลงเพื่อให้ได้ตามคุณลักษณะและมีแหล่งผลิตที่ชัดเจน

12. รับประกันคุณภาพเครื่องพ่นทั้งชุดไม่น้อยกว่า 1 ปี

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียด (ULV) สะพายหลังแบบใช้แรงอัดลมระบบโรตารี่คอมเพรสเซอร์ (Rotary compressor)

1. เป็นเครื่องพ่นเคมีชนิดฝอยละเอียด (ULV) ชนิดสะพายหลังทำงานด้วยเครื่องยนต์เบนซิน 2 หรือ 4 จังหวะ มีระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ที่สามารถใช้ระบบแมนนวล (Manual) ได้

2. ผลิตละอองสารเคมีโดยใช้แรงอัดลม ระบบโรตารี่คอมเพรสเซอร์ (Rotary compressor) หรือระบบปิด

3. มีหัวฉีด (Nozzle) หรือวาล์วควบคุมอัตราการไหล ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนอัตราการไหลได้ สามารถควบคุมอัตราการไหลได้คงที่

4. ขนาดของละอองสารเคมี (Droplet Size) ที่เครื่องพ่นผลิตได้ มีค่า VMD ไม่เกิน 30 µm และมีค่าความสม่ำเสมอของการผลิตละอองสารเคมี (Span) ไม่เกิน 2 โดยวัดที่อัตราการไหลไม่น้อยกว่า 2 ลิตร/ชั่วโมง ที่ระยะ 3 เมตร จากหัวพ่น และต้องมีหนังสือรับรองจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือหน่วยงานที่ได้รับการรับรองจากกองค์การอนามัยโลก (WHO)

5. ถังบรรจุสารเคมีทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี หรือตัวทำละลายอื่นๆ ความจุไม่น้อยกว่า 2 ลิตร

6. ถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำมันเชื้อเพลิง หรือตัวทำละลายอื่นๆ ความจุไม่น้อยกว่า 0.5 ลิตร

7. น้ำหนักเครื่องเปล่า (ไม่รวมน้ำยาเคมีและน้ำมันเชื้อเพลิง) ไม่เกิน 15 กิโลกรัม

8. มีอุปกรณ์ประจำเครื่อง ดังนี้ :-

   8.1 ชุดเครื่องมือซ่อมบำรุง 1 ชุด

   8.2 คู่มือการใช้งาน รายละเอียดโครงสร้างชิ้นส่วน และตารางแสดงอัตราการไหลของสารเคมีตามขนาดของหัวฉีด และระดับของวาวล์เปิด-ปิด เป็นภาษาไทย

   8.3 มีกรวยเติมน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งต้องเป็นชนิดมีตะแกรงกรอง

   8.4 มีกรวยเติมน้ำยาเคมี ซึ่งต้องเป็นชนิดมีตะแกรงกรอง

   8.5 มีกระบอกตวงสารเคมีที่ทนการกัดกร่อนของสารเคมี ขนาดไม่น้อยกว่า 1 ลิตร มีสเกลละเอียดไม่ต่ำกว่า 1 ใน 10 ของปริมาตร จำนวน 2 ชิ้น

9. ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตหรือมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิตหรือบริษัทฯ นำเข้าโดยตรง

10. เครื่องพ่นต้องเป็นเครื่องพ่นที่อยู่ในสายการผลิตไม่ใช่เครื่องพ่นดัดแปลงเพื่อให้ได้ตามคุณลักษณะและมีแหล่งผลิตที่ชัดเจน

11. รับประกันคุณภาพเครื่องพ่นทั้งชุดไม่น้อยกว่า 1 ปี

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละเอียด (ULV) ติดตั้งบนรถยนต์

1. เป็นเครื่องพ่นเคมีชนิดฝอยละออง (ULV) ใช้ติดตั้งบนรถยนต์ทำงานด้วยเครื่องยนต์เบนซิน 4 จังหวะ มีกำลังเครื่องยนต์ไม่ต่ำกว่า 18 แรงม้า มีระบบสตาร์ทเครื่องยนต์ที่สามารถใช้ระบบแมนนวล (Manual) ได้

2. มีเครื่องควบคุมระยะไกล (Remote Control) ชนิดไร้สายหรือมีสาย ถ้าเป็นชนิดมีสายต้องมีสายเชื่อมต่อมีความยาวไม่น้อยกว่า 5 เมตร โดยมีระบบปิด–เปิด เครื่องและน้ำยาทั้งสองระบบ

3. หัวฉีดพ่นสามารถปรับทิศทางได้ตามแนวราบไม่น้อยกว่า 180 องศา และตามแนวตั้งไม่น้อยกว่า 90 องศา

4. มีหัวฉีด (Nozzle) หรือวาล์วควบคุมอัตราการไหล ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนอัตราการไหลได้ สามารถควบคุมอัตราการไหลได้คงที่

5. ขนาดละอองสารเคมี (Droplet Size) ที่เครื่องพ่นผลิตได้ มีค่า VMD ไม่เกิน 30 µm และมีค่าความสม่ำเสมอของการผลิตละอองสารเคมี (Span) ไม่เกิน 2 โดยวัดที่อัตราการไหลไม่น้อยกว่า 24 ลิตร/ชั่วโมง ที่ระยะ 8 เมตร จากหัวพ่น และต้องมีหนังสือรับรองจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ หรือหน่วยงานที่ได้รับการรับรองจากกองค์การอนามัยโลก (WHO)

6. ถังบรรจุสารเคมีทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี หรือตัวทำละลายอื่นๆ ความจุไม่น้อยกว่า 50 ลิตร

7. ถังบรรจุน้ำมันเชื้อเพลิงทำด้วยวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของน้ำมันเชื้อเพลิง หรือตัวทำละลายอื่นๆ ความจุไม่น้อยกว่า 20 ลิตร

8. มีอุปกรณ์ประจำเครื่อง ดังนี้ :-

   8.1 ชุดเครื่องมือซ่อมบำรุง 1 ชุด

   8.2 คู่มือการใช้งาน รายละเอียดโครงสร้างชิ้นส่วน (part list) และไดอะแกรม เป็นภาษาไทย

   8.3 มีกรวยเติมน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งต้องเป็นชนิดมีตะแกรงกรอง

   8.4 มีกรวยเติมน้ำยาเคมี ซึ่งต้องเป็นชนิดมีตะแกรงกรอง

   8.5 มีกระบอกตวงสารเคมีที่ทนการกัดกร่อนของสารเคมี ขนาดไม่น้อยกว่า 1 ลิตร มีสเกลละเอียดไม่ต่ำกว่า 1 ใน 10 ของปริมาตร จำนวน 2 ชิ้น

9. ผู้เสนอราคาต้องเป็นผู้ผลิตหรือมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากบริษัทผู้ผลิต หรือบริษัทฯ นำเข้าโดยตรง

10. เครื่องพ่นต้องเป็นเครื่องที่อยู่ในสายการผลิตไม่ใช่เครื่องดัดแปลงเพื่อให้ได้ตามคุณลักษณะและมีแหล่งผลิตที่ชัดเจน

11. รับประกันคุณภาพเครื่องพ่นทั้งชุดไม่น้อยกว่า 1 ปี

คำแนะนำในการกำหนดคุณลักษณะเครื่องพ่นสารเคมีชนิดอัดลม

1. ตัวถัง ทำด้วยวัสดุที่ทนการกัดกร่อนของสารเคมี รูปลักษณะเป็นทรงกระบอก ความจุระหว่าง 11-14 ลิตร สามารถทนแรงอัดได้ไม่น้อยกว่า 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีมาตรวัดตัวถังระหว่าง 0-100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นอย่างน้อย โดยมีสเกลย่อยช่วงและไม่เกิน 5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว หรือมีวาล์วควบคุมแรงดันตามกำหนดขององค์การอนามัยโลก และทนแรงกระแทกตามมาตรฐานวิธีทดสอบขององค์การอนามัยโลก ตัวถังต้องมีที่เก็บก้านพ่น ที่เหยียบสำหรับสูบลมมีความทนทานไม่เป็นสนิมได้ และห่วงประกอบสายสะพาย

2. ฝาปิดถัง ทำจากวัสดุที่มีความทนทานตามองค์การอนามัยโลกทดสอบมาตรฐานและสะดวกต่อการใช้งาน ฝาต้องปิดได้พอดีกับช่องเปิดด้านบนของตัวถังสามารถทนแรงอัดจากภายในถังได้ และต้องมีช่องสามารถระบายลมออกเมื่อต้องการปรับความดันภายในถัง

3. กระบอกสูบและก้านสูบ กระบอกสูบทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี สามารถประกอบได้พอดีกับฝาครอบกระบอกสูบ ซึ่งมีที่ล็อคก้านสูบ และสามารถทนแรงอัดภายในถัง ความยาวของก้านสูบ 20-30 เซนติเมตร

4. สายส่งน้ำยา ทำด้วยวัสดุที่ทนทานต่อการพับงอได้ มีความยาวไม่น้อยกว่า 150 เซนติเมตร และทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 50 ปอนด์/ตารางนิ้ว

5. ไกบังคับการไหลของน้ำยา ทำด้วยวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ที่ไม่เป็นสนิมและประกอบได้พอดีกับสายส่งน้ำยาและก้านพ่น ไม่มีการรั่วไหลของสารเคมี

6. ก้านพ่น ทำด้วยวัสดุที่ทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ขนาดความยาวต้องไม่น้อยกว่า 50 เซนติเมตร สามารถประกอบได้พอดีกับไกบังคับการไหลของน้ำยา

7. หัวพ่น ทำด้วยวัสดุทนทานต่อการกัดกร่อนของสารเคมี เป็นหัวพ่นแบบ T-jet Tip สามารถปล่อยน้ำยาออกมาเป็นรูปพัด ทำมุมได้ 80 องศา มีอัตราการไหลของน้ำยาระหว่าง 757-770 ซีซีต่อนาที ภายใต้ความดัน 40-50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว สามารถประกอบเข้ากับก้านพ่นได้พอดี

8. ตะแกรงกรองสารเคมี มีอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง คือ อยู่ระหว่างท่อส่งน้ำยาและสายส่งน้ำยา หรือในชุดไกบังคับการไหลของน้ำยา ตะแกรงกรองสารเคมี ทำด้วยวัสดุที่มีความทนทานต่อการกัดกร่อนสารเคมี ขนาดช่องตะแกรงกรองต้องไม่ใหญ่กว่า 0.5 มิลลิเมตร

9. สายสะพาย ทำด้วยเส้นใยไนลอนถักขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร มีขอเกาะกับห่วงประกอบสายสะพาย และมีที่ปรับความยาวของสายสะพายได้

10. มีอุปกรณ์ประจำเครื่อง ดังนี้

    10.1 มีคู่มือการใช้งานไดอะแกรม และ part list

    10.2 กรวยกรองน้ำยา

11. ต้องมีหนังสือรับรองจากองค์การอนามัยโลกว่า ได้ผ่านการทดสอบและประเมินคุณลักษณะตามข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก WHO/VBC/82.851 หรือ WHO/VBC/89.970 หรือ Certificate from IPARC of WHOPES 2010 edition WHO/CDS/NTD/WHOPES/GCDPP/ 2010.9 หรือหน่วยงาน ที่ได้รับการรับรองจากกองค์การอนามัยโลก (WHO)

12. ผู้เสนอราคา ต้องเป็นเจ้าของผลิตภัณฑ์หรือมีหนังสือรับรองการเป็นตัวแทนจำหน่ายจากเจ้าของผลิตภัณฑ์

13. เครื่องพ่นต้องเป็นเครื่องที่อยู่ในสายการผลิตไม่ใช่เครื่องดัดแปลงเพื่อให้ได้ตามคุณลักษณะและมีแหล่งผลิตที่ชัดเจน

14. รับประกันคุณภาพเครื่องพ่นทั้งชุดไม่น้อยกว่า 1 ปี

ภาคผนวกที่ 3

ตัวอย่างข้อความประชาสัมพันธ์การเตรียมชุมชน ในการควบคุมยุงพาหะนำโรค

ข้อความประชาสัมพันธ์ (ก่อนวันดำเนินการ)

เนื่องด้วยโรคไข้เลือดออกเป็นโรคติดต่อที่มีอันตรายร้ายแรงสามารถแพร่ระบาดติดต่อกันได้ง่าย โดยมียุงลายเป็นพาหะนำโรคและขณะนี้ได้พบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในชุมชนของท่านจำนวน.....ราย ดังนั้น เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกให้แก่ประชาชน งานป้องกันและควบคุมโรคติดต่อ กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครปากเกร็ด จะดำเนินการพ่นสารเคมีกำจัดยุงภายในชุมชนของท่านตั้งแต่บริเวณ.....ถึง.....และบริเวณ.....ถึง.....จำนวน 1 ครั้ง

ครั้งที่ 1 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....ตั้งแต่เวลา.....น.

ครั้งที่ 2 วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....ตั้งแต่เวลา.....น.

จึงขอความร่วมมือประชาชนปฏิบัติ ดังนี้

1. ช่วยประชาสัมพันธ์โดยการบอกต่อให้ประชาชนในชุมชนทราบโดยทั่วกัน
2. เตรียมพร้อมรับการพ่นสารเคมีกำจัดยุงโดยการเก็บผ้า ปิดเครื่องปรับอากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้า เตาแก๊ส ปกปิดอาหารเครื่องดื่มเครื่องอุปโภคบริโภคให้มิดชิด ปิดประตู หน้าต่างบ้านทุกบานเหลือไว้เฉพาะประตูที่จะใช้เป็นทางเข้า - ออกของเจ้าหน้าที่ที่จะเข้าไปพ่นสารเคมี
3. เคลื่อนย้ายประชาชน เด็ก ผู้ป่วย คนชราและสัตว์เลี้ยงออกจากบริเวณที่จะพ่นสารเคมีกำจัดยุง หากเคลื่อนย้ายไม่ได้ให้แจ้งเจ้าหน้าที่ ก่อนที่เจ้าหน้าที่จะดำเนินการพ่นสารเคมี
4. ภายหลังการพ่นสารเคมีกำจัดยุงเรียบร้อยแล้วให้ปิดประตูหน้าต่างบ้านไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที หลังจากนั้นจึงเปิดประตูหน้าต่างเพื่อระบายอากาศให้เรียบร้อยก่อนที่ประชาชนจะเข้าทำความสะอาดและอยู่อาศัยต่อไป
5. สำหรับบ้านที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงหากไม่ให้เจ้าหน้าที่เข้าไปพ่นสารเคมีกำจัดยุง ท่านจำเป็นจะต้องกำจัดยุงภายในบ้านและรอบๆ บ้านของท่านด้วยตัวท่านเอง เพื่อความปลอดภัยของตัวท่านและบุตรหลานและเพื่อไม่ให้บ้านของท่านเป็นแหล่งรังโรคทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกอย่างต่อเนื่องในชุมชนต่อไป

การป้องกันโรคไข้เลือดออกที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ การทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย เทศบาลนครปากเกร็ด จึงขอความร่วมมือประชาชนทุกท่านดำเนินการสำรวจและทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายภายในบ้านและบริเวณรอบบ้าน สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นการตัดตอนไม่ให้เกิดยุงลายพาหะนำโรค เพื่อชาวปากเกร็ด จะได้ปลอดภัยจากโรคไข้เลือดออก

ด้วยความปรารถนาดี

จากเทศบาลนครปากเกร็ด

ที่มา : กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

ข้อความประชาสัมพันธ์ (วันดำเนินการ)

เนื่องด้วยโรคไข้เลือดออกเป็นโรคติดต่อที่มีอันตรายร้ายแรงสามารถแพร่ระบาดติดต่อกันได้ง่าย โดยมียุงลายเป็นพาหะนำโรคและขณะนี้ได้พบผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกในชุมชนของท่านจำนวน.....ราย ดังนั้น เพื่อป้องกันการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดออกให้แก่ประชาชน ในวันนี้ตั้งแต่เวลา.....น. งานป้องกันและควบคุมโรคติดต่อ กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครปากเกร็ด จะดำเนินการพ่นสารเคมีกำจัดยุงภายในชุมชนของท่านตั้งแต่บริเวณ.....ถึง.....และบริเวณ.....ถึง.....

จึงขอความร่วมมือประชาชน

1. เตรียมพร้อมรับการพ่นสารเคมีกำจัดยุงโดยการเก็บผ้า ปิดเครื่องปรับอากาศ เครื่องใช้ไฟฟ้า เตาแก๊ส ปกปิดอาหารเครื่องดื่มเครื่องอุปโภคบริโภคให้มิดชิด ปิดประตู หน้าต่างบ้านทุกบานเหลือไว้เฉพาะประตูที่จะใช้เป็นทางเข้า-ออกของเจ้าหน้าที่ที่จะเข้าไปพ่นสารเคมี
2. เคลื่อนย้ายประชาชน เด็ก ผู้ป่วย คนชราและสัตว์เลี้ยงออกจากบริเวณที่จะพ่นสารเคมีกำจัดยุง หากเคลื่อนย้ายไม่ได้ให้แจ้งเจ้าหน้าที่ ก่อนที่เจ้าหน้าที่จะดำเนินการพ่นสารเคมี
3. ภายหลังการพ่นสารเคมีกำจัดยุงเรียบร้อยแล้วให้ปิดประตูหน้าต่างบ้านไว้เป็นเวลาอย่างน้อย 30 นาที หลังจากนั้นจึงเปิดประตูหน้าต่างเพื่อระบายอากาศให้เรียบร้อยก่อนที่ประชาชนจะเข้าทำความสะอาดและอยู่อาศัยต่อไป
4. สำหรับบ้านที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงหากไม่ให้เจ้าหน้าที่เข้าไปพ่นสารเคมีกำจัดยุง ท่านจำเป็นจะต้องกำจัดยุงภายในบ้านและรอบๆ บ้านของท่านด้วยตัวท่านเอง เพื่อความปลอดภัยของตัวท่านและบุตรหลานและเพื่อไม่ให้บ้านของท่านเป็นแหล่งรังโรคทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคไข้เลือดอออกอย่างต่อเนื่องในชุมชนต่อไป

การป้องกันโรคไข้เลือดออกที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด คือ การทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย เทศบาลนครปากเกร็ด จึงขอความร่วมมือประชาชนทุกท่านดำเนินการสำรวจและทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายภายในบ้านและบริเวณรอบบ้าน สัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นการตัดตอนไม่ให้เกิดยุงลายพาหะนำโรค เพื่อชาวปากเกร็ด จะได้ปลอดภัยจากโรคไข้เลือดออก

ด้วยความปรารถนาดี
จากเทศบาลนครปากเกร็ด

ที่มา : กองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

ภาคผนวกที่ 4

สารเคมีที่องค์การอนามัยโลกแนะนำให้ใช้ในการพ่นฤทธิ์ตกค้าง เพื่อใช้ควบคุมแมลงวัน

ตาราง สารเคมีกำจัดแมลง อัตราการผสม และอัตราการใช้ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำในการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง เพื่อใช้ควบคุมแมลงวัน

สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กลุ่มสาร (Chemical type)	ความเข้มข้นของสารกำจัดแมลงก่อนนำไปฉีดพ่น คิดเป็นกรัมต่อ 1 ลิตร (g/L)	ปริมาณของสารกำจัดแมลง คิดเป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร (g/m^2)
Bendiocarb	Carbamate	2 – 8	0.1 – 0.4
Azamethiphos	Organophosphate	10 – 50	1.0 – 2.0
Diazinon	Organophosphate	10 – 20	0.4 – 0.8
Dimethoate	Organophosphate	10 – 25	0.046 – 0.5
Fenitrothion	Organophosphate	10 – 50	1.0 – 2.0
Malathion	Organophosphate	50	1.0 – 2.0
Pirimiphos-methyl	Organophosphate	12.5 – 25.0	1.0 – 2.0
alpha-Cypermethrin	Pyrethroid	0.3 – 0.6	0.015 – 0.03
beta-Cypermethrin	Pyrethroid	1.0	0.05
beta-Cyfluthrin	Pyrethroid	0.15	0.0075
Bifenthrin	Pyrethroid	0.48 – 0.96	0.024 – 0.048
Cyfluthrin	Pyrethroid	1.25	0.03
Cypermethrin	Pyrethroid	2.5 – 10.0	0.025 – 0.1
Cyphenothrin	Pyrethroid	-	0.025 – 0.05
Deltamethrin	Pyrethroid	0.15 – 0.30	0.0075 – 0.015
Esfenvalerate	Pyrethroid	0.5 – 1.0	0.025 – 0.05
Etofenprox	Pyrethroid	2.5 – 5	0.1 – 0.2

ตาราง สารเคมีกำจัดแมลง อัตราการผสม และอัตราการใช้ที่องค์การอนามัยโลกแนะนำในการพ่นแบบฤทธิ์ตกค้าง เพื่อใช้ควบคุมแมลงวัน (ต่อ)

สารกำจัดแมลง (Insecticide)	กลุ่มสาร (Chemical type)	ความเข้มข้นของสารกำจัดแมลงก่อนนำไปฉีดพ่น คิดเป็นกรัมต่อ 1 ลิตร (g/L)	ปริมาณของสารกำจัดแมลง คิดเป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร (g/m^2)
Fenvalerate	Pyrethroid	10 – 50	1.0
lambda-Cyhalothrin	Pyrethroid	0.7	0.01 – 0.03
Permethrin	Pyrethroid	1.25	0.0625
d-Phenothrin	Pyrethroid	-	2.5

อ้างอิงจาก :

World Health Organization. (2006). Flies. In Pesticides and their Application For the control of vectors and pests of public health importance (6th Edition) (pp. 38-55). Retrieved from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/69223.

คำสั่งกรมควบคุมโรค
ที่ ๑๒๖๗/๒๕๖๓

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำคู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง

ด้วยกรมควบคุมโรค โดยกองโรคติดต่อนำโดยแมลง ดำเนินการจัดทำคู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุข เพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง สำหรับใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง

เพื่อให้การจัดทำคู่มือดังกล่าว ถูกต้องตามหลักวิชาการ และเป็นแนวทางในการปฏิบัติงานให้แก่บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง ทั้งหน่วยงานภายใน และภายนอกกระทรวงสาธารณสุข กรมควบคุมโรค จึงแต่งตั้งคณะกรรมการจัดทำคู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง โดยมีองค์ประกอบ หน้าที่และอำนาจ ดังนี้

องค์ประกอบ

๑. นางสาวชีวนันท์ เลิศพิริยสุวัฒน์ ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการกองโรคติดต่อนำโดยแมลง
กรมควบคุมโรค

๒. นายบุญเสริม อ่วมอ่อง ประธานกรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขเชี่ยวชาญ
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

๓. นางสาวพรรณเกษม แผ่พร กรรมการ
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๔. นายภูเบศร์ ยะอัมพันธ์ กรรมการ
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๕. นายพงศกร มุกขันต์ กรรมการ
เจ้าพนักงานวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญงาน
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๖. นางสาวสุวดี เกษโกวิท กรรมการ
เภสัชกรชำนาญการ
กองควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

๗. นางสาววรลัญช์ ตั้งจิตต์พิมล กรรมการ
เภสัชกรชำนาญการ
กองควบคุมเครื่องสำอางและวัตถุอันตราย สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

๘. นางสาวคณัจฉรีย์...

๘. นางสาวคณัจฉรีย์ ธานิสพงศ์ กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

๙. นางสาวจิราภรณ์ เสวะนา กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

๑๐. นางสาวขนิษฐา ปานแก้ว กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

๑๑. นายธีรยุทธ ก่ำสีดา กรรมการ
นักกีฏวิทยา
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๖ จังหวัดชลบุรี กรมควบคุมโรค

๑๒. นายกองแก้ว ยะอูป กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๗ จังหวัดขอนแก่น กรมควบคุมโรค

๑๓. นายบุญเทียน อาสารินทร์ กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๘ จังหวัดอุดรธานี กรมควบคุมโรค

๑๔. นายเดชาธร วงศ์หิรัญ กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการพิเศษ
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๙ จังหวัดนครราชสีมา กรมควบคุมโรค

๑๕. นายสุธีระ ขนอม กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๑๑ จังหวัดนครศรีธรรมราช กรมควบคุมโรค

๑๖. นายชูศักดิ์ โมลิโต กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ
สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ ๑๒ จังหวัดสงขลา กรมควบคุมโรค

๑๗. นางธัญพร เสรีสันติกุล กรรมการ
พยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเทศบาลนครปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี

๑๘. นายปิติ มงคลางกูร กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ และเลขานุการ
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

๑๙. นายพงศกร สดากร กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขชำนาญการ และผู้ช่วยเลขานุการ
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

๒๐. นางสาวพรพิมล...

๒๐. นางสาวพรพิมล ประดิษฐ์ กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ และผู้ช่วยเลขานุการ
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

๒๑. นางสาวบุษราคัม สินาคม กรรมการ
นักวิชาการสาธารณสุขปฏิบัติการ และผู้ช่วยเลขานุการ
กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค

หน้าที่และอำนาจ

๑. วิเคราะห์ปัญหา ความจำเป็นและความต้องการของการใช้คู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง

๒. วิเคราะห์กลุ่มเป้าหมาย ผู้ใช้คู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง

๓. จัดทำกรอบเนื้อหาคู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง

๔. ทบทวนเอกสารหลักฐานทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง

๕. ร่วมพิจารณาและจัดทำร่างคู่มือเครื่องพ่นและสารเคมีทางสาธารณสุขเพื่อควบคุมโรคติดต่อนำโดยแมลง

๖. ประเมินผลการนำคู่มือฯ ไปใช้

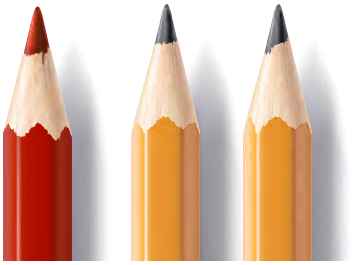
๗. กำหนดแนวทาง ทบทวน และปรับปรุงคู่มือฯ

๘. ปฏิบัติหน้าที่อื่น ๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๓๐ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

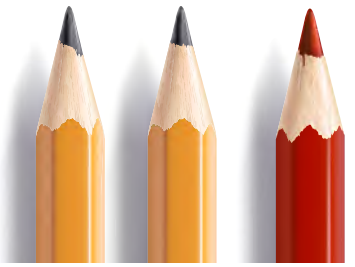
(นายสุวรรณชัย วัฒนาชื่นเจริญชัย)
อธิบดีกรมควบคุมโรค



NOTE

กรมควบคุมโรค
DEPARTMENT OF DISEASE CONTROL

NOTE



กรมควบคุมโรค
DEPARTMENT OF DISEASE CONTROL

กรมควบคุมโรค
DEPARTMENT OF DISEASE CONTROL

กรมควบคุมโรค
DEPARTMENT OF DISEASE CONTROL

Ebook and Download