ความไวของยุงลาย Aedes aegypti L. ต่อสารเคมี ในพื้นที่เสี่ยง เขตสุขภาพที่ ๗ ปีงบประมาณ ๒๕๖๓

ทีมวิจัย

นางสาวศศิธร แพนสมบัติ

นางสาววิภาพร ต้นภูเขียว

นายกองแก้ว ยะอูป

นายบุญส่ง กุลโฮง

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

ดร.สุภาพร ทุยบึงฉิม

สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคติดต่อนำโดยแมลงที่เป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขของประเทศไทย นับตั้งแต่พบการระบาดในประเทศปี พ.ศ. 2501 เกิดจากเชื้อไวรัสเดงกี่ (Dengue virus) มียุงลายบ้าน *Aedes agypti* และยุงลายสวน *Aedes albopictus* เป็นพาหะนำโรค (จรณิต แก้วกังวาล และคณะ, 2558) จำแนกกลุ่มอาการตามรวามรุนแรงของผู้ป่วยได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มอาการไข้เดงกี (Dengue Fever: DF) ไข้เลือดออกเดงกี (Dengue hemorrhoagic fever: DHF) และไข้เลือดช็อค (Dengue Shock Syndrom: DSS) (ชวลิต เกียรติวิชชุกุล, 2560) ในปี พ.ศ. 2501 พบระบาดครั้งแรกในประเทศไทยและแพร่กระจายไปทั่วประเทศในเวลาต่อมา การควบคุมการระบาดของโรคไข้เลือดออกที่สำคัญคือการควบคุมยุงพาหะนำโรค สามารถความคุยได้หลายวิธี คือ วิธีการทางกายภาพ (Physical control) วิธีการทางชีวิภาพ (Biological control) และวิธีการทางเคมี (Chemical control) ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้เพราะเหตุผลเร็ว ควบคุมยุงพาหะได้ทันถ่วงที สามารถควบคุมได้ทั้งระยะลูกน้ำ และระยะตัวเต็มวัย โดยกลุ่มของสารเคมีที่ใช้ส่วนมากเป็นกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์และออร์กาโนฟอสฟอรัส[5] แต่ในปัจจุบันมีการรายงาน การสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของยุงลายบ้านและยุงลายสวน อาทิความไวของยุงลายบ้านที่เมือง Curitiba ประเทศ Brazil ต่อสาร temephos และ cypermethrin พบว่ามีความไวต่อสาร temephos แต่ต้านทานต่อสาร cypermethrin[6] การศึกษาใน 10 จังหวัดเขตภาคกลางของประเทศไทย พบว่า ยุงลายต้านทานต่อสาร DDT 4 %, propoxur 0.1 %, permethrin 0.25 % และ etofenprox 0.25 % แต่ไวต่อสาร malathion 5 %[7] กองแก้ว ยะอูป และคณะได้ศึกษาความไวของยุงลายใน 14 จังหวัด ภาคตะวันออก เฉียงเหนือพบว่ายุงลายต้านทานต่อสาร permethrin 0.75 %[8] ต่อมาในปี 2547 ลักษณา หลายทวีวัฒน์ และคณะได้ศึกษาความไวของยุงลายต่อสาร permethrin 0.75 % เปรียบเทียบกับการศึกษาของกองแก้ว ยะอูปและคณะในปี 2545 พบว่ายุงลายสายพันธุ์ขอนแก่นดื้อต่อสาร permethrin 0.75 % เพิ่มขึ้นโดยมีอัตราตาย 29.0 และ 28.0[9] และต่อมาได้ศึกษาหาระดับความต้านทาน (Resistance Ratio) เปรียบเทียบกับยุงลาย สายพันธุ์ Bora bora ขององค์การอนามัยโลก พบว่า มีค่า RR เท่ากับ 25 เท่า[10] ในปี พ.ศ. 2547 สีวิกา แสงธาราทิพย์และคณะได้ทำการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารกำจัดแมลง 3 ชนิด ได้แก่ สารผสม deltamethrin (Deltacide®), etofenprox (Lenatop®) และ สารผสม fenitrothion (Sumithion®) กับตัวอย่างประชากรยุงลาย 5 จังหวัด คือนครปฐม พิจิตร ระยอง สมุทรปราการ และสุรินทร์ พบว่า ยุงลายทั้ง 5 จังหวัด มีความไวสูงต่อสารผสม fenitrothion มีความไวค่อนข้างดีต่อสารผสม deltamethrin และมีความไวปานกลางต่อสารผสม etofenprox[11] จะเห็นได้ว่าถึงแม้ว่าการป้องกันกำจัด

ยุงลายด้วยการใช้สารเคมีจะมีประสิทธิภาพแต่ต้องมีแนวทางการใช้ที่เหมาะสม และใช้เมื่อมีความจำเป็น ซึ่งกระทรวงสาธารณสุขได้กำหนดมาตรการในการควบคุมการระบาดเมื่อมีรายงานพบผู้ป่วยโรคเลือดออกตามมาตรการ 3-3-1 คือ หลังพบผู้ป่วยให้รายงานโรคกับหน่วยควบคุมโรคของพื้นที่ภายใน 3 ชั่วโมง ดำเนินการกำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลาย และฉีดพ่นสารเคมี (สเปรย์กระป๋อง) ในชุมชน รัศมี 100 เมตร จากบ้านผู้ป่วยภายใน 3 ชั่วโมง และหน่วยงานท้องถิ่นพ่นสารเคมีกำจัดยุง ในรัศมี 100 เมตรรอบบ้านผู้ป่วย และจุดสงสัย เช่น ที่ทำงาน โรงเรียน เป็นต้น ภายใน 1 วัน (กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2564) จะเห็นได้ว่าการกำจัดยุงพาหะนำโรคด้วยวิธีการพ่นสารเคมีเป็นวิธีการที่ใช้จำกัดวงจรการระบาดของโรคไข้เลือดออกได้เป็นอย่างดี เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ควรใช้สารเคมีเฉพาะควบคุมการระบาดของโรคเท่านั้น เพราะสารเคมีสามารถคกำจัดตัวเต็มวัยของยุงลายได้เพียงระยะเวลาสั้นๆ อีกทั้งมีต้นทุนสูง ต้องใช้เครื่องมือ และผู้ปฏิบัติงานพ่นต้องมีความรู้ ความชำนาญ อาจส่งผลการควบคุมไม่มีประสิทธิภาพและยังสร้างความต้านทานต่อสารเคมีได้ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2544) อย่างไรก็ตามการดำเนินงานป้องกันและควบคุมโรคในระยะเวลาที่ผ่านมายังไม่สามารถลดโรคได้ตามเป้าหมายที่กำหนดและมีรายงานแนวโน้มการดื้อต่อสารเคมีของยุงลายที่ใช้ในการควบคุมอีกด้วย

ดังนั้นการศึกษาระดับความไวของยุงลายต่อสารเคมีที่ใช้กำจัดยุงจึงมีความจำเป็นเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์ระดับความไวและแนวโน้มในการต้านต่อสารเคมีที่ใช้ในพื้นที่ และเป็นประโยชน์ในการประกอบการพิจารณาวางแผนคัดเลือกใช้สารกำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพเหมาะสมในการควบคุมยุงพาหะนำโรค

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อหาระดับความไวของลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมี

1.2.2 เพื่อหาระดับไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมี

1.3 นิยามศัพท์

ยุงลาย หมายถึง ยุงลายบ้านในพื้นที่เขตรับผิดชอบสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น ได้แก่ ขอนแก่น มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และกาฬสินธุ์

สารเคมี หมายถึง กระดาษชุบสารเคมี 4 ชนิดที่ได้รับจาก WHO Vector Control Research Unit มหาวิทยาลัย Sains Malaysia รัฐปีนังประเทศมาเลเซีย ได้แก่ Deltamethrin 0.3% Deltamethrin 0.15% Deltamethrin 0.03% Alphacypermethrin 0.03% Lambdacyhalothrin 0.03% Fenitrothion 1% Malathion 5% สารละลายเทมีฟอส ความเข้มข้น 0.012 %

การทดสอบความไว หมายถึง วิธีการทดสอบความไวของยุงต่อสารเคมีโดยวิธีการทดสอบตามมาตรฐานและใช้อุปกรณ์ขององค์การอนามัยโลก (WHO Standard Susceptibility test Kit)

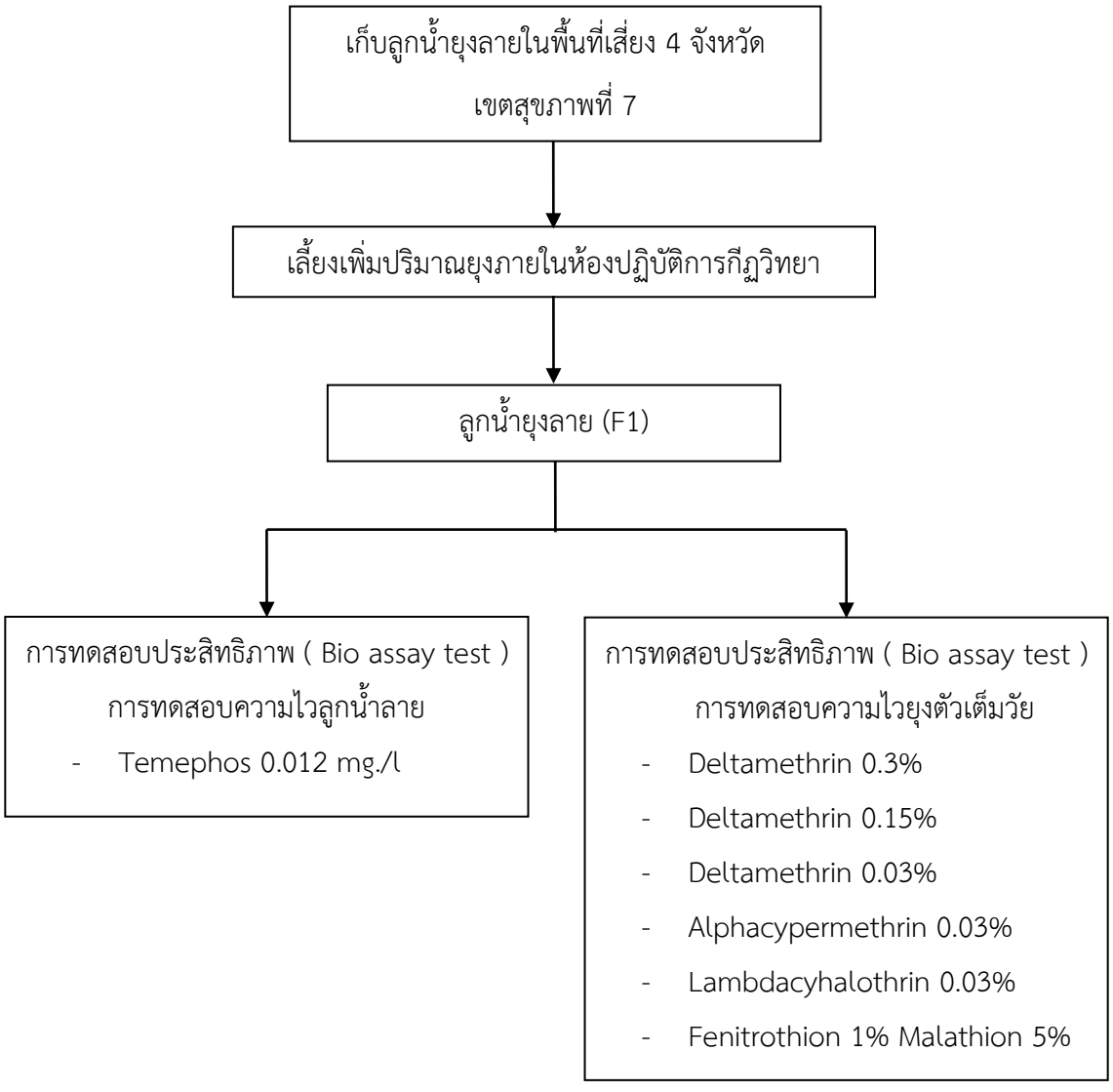
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง (Experimental Research) โดยการศึกษาทดสอบระดับความไวของยุงลายต่อสารสาร temephos กระดาษชุบสารเคมี Deltamethrin 0.3% Deltamethrin 0.15% Deltamethrin 0.03% Alphacypermethrin 0.03% Lambdacyhalothrin 0.03% Fenitrothion 1% Malathion 5% โดยสุ่มเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายจากชุมชนในพื้นที่เสี่ยงในเขตสุขภาพที่ 7 เปรียบเทียบกับลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์มาตรฐาน (Bora bora) ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการห้องเลี้ยงแมลงสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ทราบระดับความไวของลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมี
- ทราบระดับไวของยุงลาย *Aedes aegypti* ต่อสารเคมี
- เป็นข้อมูลพื้นฐานของสถานการณ์ระดับความไวและแนวโน้มการต้านสารเคมีที่ใช้ในพื้นที่
- ใช้เป็นข้อมูลประกอบพิจารณาวางแผนคัดเลือกใช้สารกำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมในการควบคุมยุงแต่ละพื้นที่

1.6 กรอบแนวคิดของการวิจัย



บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ ผู้วิจัยได้ค้นคว้าทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นกรอบแนวคิดอ้างอิงในการวิจัย ระดับความไวต่อสารเคมีของลูกน้ำและยุงลายในพื้นที่รับผิดชอบของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น ปี 2563 ดังนี้

2.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 สาเหตุและการติดต่อ

2.1.2 การติดเชื้อและปัจจัยเสี่ยง

2.1.3 ปัจจัยเสี่ยงในการเกิด DHF/DSS

2.1.4 ปัจจัยเสี่ยงด้านพาหะนำโรค (vector)

2.1.5 อาการและอาการแสดง

2.1.6 การวินิจฉัยโรค

2.1.7 การดูแลรักษาผู้ป่วย

2.1.8 ยุงลายพาหาหะนำโรคไข้เลือดออก

2.1.9 การป้องกันและกำจัดยุงลาย

2.1.10 มาตรการในการควบคุมยุงลาย

2.1.11 การต้านทานต่อสารฆ่าแมลง

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด ทฤษฎีโรคไข้เลือดออก

โรคไข้เลือดออกที่พบในประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงในเอเชียอาคเนย์เกิดจากไวรัสเดงกี จึงเรียกชื่อว่า Dengue Hemorrhagic Fever (DHF)

2.1.1สาเหตุและการติดต่อ

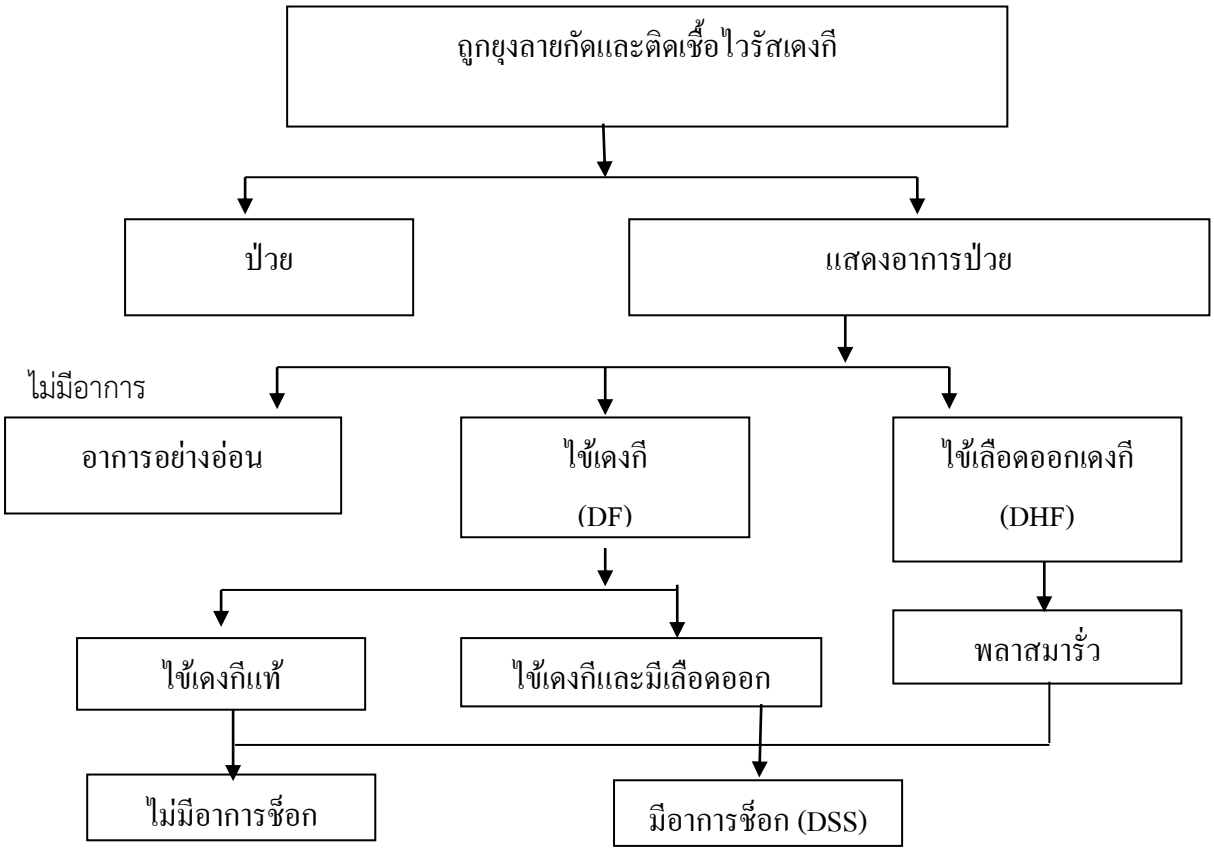
เชื้อสาเหตุคือไวรัสเดงกี เชื้อไวรัสเดงกีเป็น RNA virus จัดอยู่ใน Family Flaviviridae (เดิมเรียกว่า group B arbovirus) มี 4 serotypes : DEN-1 DEN-2 DEN-3 และ DEN-4 ทั้ง 4 serotypes มี antigen ร่วมบางชนิดจึงทำให้มี cross reaction และมี cross protection ได้ในระยะสั้น ๆ ถ้ามีการติดเชื้อชนิดใดชนิดหนึ่งแล้วจะมีภูมิคุ้มกันต่อชนิดนั้นไปตลอดชีวิต (permanent immunity) แต่จะมีภูมิคุ้มกันต่อไวรัสเดงกีชนิดอื่น ๆ อีก 3 ชนิด ได้ในช่วงสั้น ๆ (partial immunity) ประมาณ 6-12 เดือน หลังจากนี้ จะมีการติดเชื้อไวรัสเดงกีชนิดอื่น ๆ ที่ต่างจากครั้งแรกได้ เป็นการติดเชื้อซ้ำ (secondary dengue infection) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิดโรคไข้เลือดออกเดงกี

เชื้อที่แยกได้จากผู้ป่วยในกรุงเทพฯ มีทั้ง 4 ชนิด โดย DEN-2 พบได้ตลอดเวลา ส่วน DEN-1, DEN-3 และ DEN-4 อาจหายไปเป็นช่วงๆ สัดส่วนของเชื้อไวรัสเดงกีทั้ง 3 หรือ 4 ชนิดแตกต่างกันไปในแต่ละปี

โดยทั่วไปจะแยกเชื้อ DEN-2 ได้มากตลอดเวลา ในระยะหลังๆ มีบางช่วงที่พบ DEN-3 มากกว่า DEN-2 จากการศึกษาทางด้านไวรัสและระบาดวิทยา สรุปได้ว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดโรคไข้เลือดออกเดงกี คือ มีไวรัสเดงกีชุกชุมมากกว่า 1 ชนิด (simultaneously endemic of multiple serotype) หรือมีการระบาดของต่างชนิดเป็นระยะๆ (sequential endemic) ซึ่งในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นทำให้มีการติดเชื้อซ้ำได้บ่อย และการติดเชื้อซ้ำด้วย DEN-2 มีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะเกิดเป็น DHF โดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดเชื้อครั้งที่ 2 ภายหลังการติดเชื้อครั้งแรกด้วย DEN-1 การติดต่อมียุงลายเป็นพาหะนำโรค โรคไข้เลือดออกติดต่อได้โดยมียุงลายบ้าน (aedes aegypti) เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ โดยยุงตัวเมียซึ่งกัดเวลากลางวันและดูดเลือดคนเป็นอาหาร จะกัดดูดเลือดผู้ป่วยซึ่งในระยะไข้สูงจะเป็นระยะที่ไวรัสอยู่ในกระแสเลือด เชื้อไวรัสจะเข้าสู่กระเพาะยุงเข้าไปอยู่ในเซลล์ที่ผนังกระเพาะเพิ่มจำนวนมากขึ้นแล้วออกมาจากเซลล์ที่ผนังกระเพาะเดินทางเข้าสู่ต่อมน้ำลายพร้อมเข้าสู่คนที่ถูกกัดในครั้งต่อไป ซึ่งระยะฟักตัวในยุงนี้ประมาณ 8-12 วัน เมื่อยุงตัวนี้ไปกัดคนอื่นอีกก็จะปล่อยเชื้อไวรัสไปยังผู้ที่ถูกกัดได้ เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายคนและผ่านระยะฟักตัวนานประมาณ 5-8 วัน (สั้นที่สุด 3 วัน – นานที่สุด15 วัน) ก็จะทำให้เกิดอาการของโรคได้

2.1.2 การติดเชื้อและปัจจัยเสี่ยง

การติดเชื้อไวรัสเดงกีส่วนมากจะไม่มีอาการ (ร้อยละ 80-90) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็กเล็กเมื่อติดเชื้อครั้งแรกมักจะไม่มีอาการ หรือมีอาการไม่รุนแรง องค์การอนามัยโลกได้จำแนกกลุ่มอาการโรคที่เกิดจากการติดเชื้อเดงกีไว้ ดังนี้



ภาพประกอบที่ 1 การติดเชื้อไวรัสเดงกี (WHO) โรคไข้เลือดออกฉบับเฉลิมพระเกียรติ : 9

ในประเทศที่มีโรคไข้เลือดออก (Dengue Haemorrhagic Fever หรือ DHF) มักจะมีโรคไข้เดงกี (dengue fever หรือ DF) อยู่ด้วย แต่สัดส่วนของ DHF และ DF จะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และแต่ละประเทศ ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น อายุ ภาวะภูมิต้านทานของผู้ป่วย และชนิดของไวรัสเดงกี ในขณะนั้น จึงทำให้การแยกโรคระหว่าง DHF และ DF เป็นปัญหาอยู่ ลักษณะทางคลินิกของการติดเชื้อไวรัสเดงกี ที่แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบตามความรุนแรงของโรค มีดังนี้

2.1.2.1 Undifferentiated fever (UF) หรือ viral syndrome มักพบในทารกหรือใน เด็กเล็ก ซึ่งจะปรากฏเพียงอาการไข้และบางครั้งมีผื่นแบบ maculopapular rash

2.1.2.2 ไข้เดงกี (DF) มักเกิดกับเด็กโตหรือผู้ใหญ่ อาจมีอาการไม่รุนแรง คือมีเพียงอาการไข้ร่วมกับปวดศรีษะ เมื่อยตัว หรืออาจเกิดอาการแบบ classical DF คือมีไข้สูงกระทันหัน ปวดศรีษะ ปวดรอบกระบอกตา ปวดกล้ามเนื้อ ปวดกระดูก และมีผื่นบางรายอาจมีจุดเลือดออกที่ผิวหนังมีผลการทดสอบทูร์นิเกต์เป็นบวก ผู้ป่วยส่วนใหญ่มักมีเม็ดเลือดขาวต่ำ รวมทั้งบางรายก็อาจมีเกล็ดเลือดต่ำได้ ในผู้ใหญ่เมื่อหายจากโรคแล้วจะมีอาการอ่อนเพลียอยู่นาน

2.1.2.3 ไข้เลือดออกเดงกี (DHF) มีอาการคล้ายกับ DF ในระยะมีไข้ แต่จะมีลักษณะเฉพาะของโรคคือมีเกล็ดเลือดต่ำและมีการรั่วของพลาสมา ซึ่งถ้าพลาสมารั่วออกไปมากผู้ป่วยจะมีภาวะช็อกเกิดขึ้น เรียกว่า dengue shock syndrome (DSS) การรั่วของพลาสมาสามารถตรวจพบได้จากการที่มีระดับฮีมา โตคริตสูงขึ้น มีน้ำในเยื่อหุ้มช่องปอดและช่องท้อง

2.1.3 ปัจจัยเสี่ยงในการเกิด DHF/DSS

ทางด้านระบาดวิทยาต้องพิจารณาผู้ป่วย (host) ไวรัส และพาหะนำโรค (vector) รวมกัน

2.1.3.1 ปัจจัยเสี่ยงด้านผู้ป่วย (host)

- เด็กมีความเสี่ยงที่จะเกิดโรค DHF มากกว่าผู้ใหญ่ ในกรณีที่มีการติดเชื้อซ้ำเหมือนกัน เด็กจะมีความเสี่ยงสูงกว่า มีข้อมูลจากการระบาดในประเทศคิวบา และประเทศบราซิลซึ่งมีผู้ป่วยอายุมากกว่า 30 ปี เป็นจำนวนมากแต่พบ DHF/DSS ในเด็กสูงกว่าผู้ใหญ่

- ภาวะโภชนาการผู้ป่วย DHF ส่วนใหญ่มีภาวะโภชนาการดีและดีกว่าเด็กที่ติดกับเด็กที่เป็นโรคติดเชื้ออื่นๆ ได้แก่ ปอดอักเสบ และโรคอุจจาระร่วง และเด็กที่มาคลินิกเด็กดี

- เชื้อชาติและพันธุกรรม จากการระบาดที่ประเทศคิวบาพบว่า นิโกรเป็นโรค DHF/DSS น้อยกว่าชนผิวขาว จากการที่ไม่มีการระบาดของ DHF ในทวีปแอฟริกาทั้งๆ ที่มีไวรัสเดงกี ทั้ง 4 ชนิด และมียุงลายทำให้คิดว่าน่าจะมีปัจจัยต้านโรคในด้านพันธุกรรมหรือเชื้อชาติซึ่งจะต้องศึกษากันต่อไป การศึกษาทางพันธุกรรมในผู้ป่วยไทยนั้นพบว่า Class I LLA-A2 haplotype มีความสัมพันธ์กับการเกิด DHF ซึ่งจะต้องศึกษาต่อไปในวงกว้างกว่านี้

- เพศ พบว่าในรายที่เป็น DSS และรายที่ตายจะพบเป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย

2.1.3.2 ปัจจัยเสี่ยงด้านไวรัสและภูมิคุ้มกัน

- พื้นที่ที่มีไวรัสเดงกีหลายๆ serotype และมีภาวะ hyperendemicity หรือมีเชื้อหลาย serotype เป็นเชื้อประจำถิ่นในช่วงเวลาเดียวกัน (simultaneously endemic of multiple serotypes) ทำให้มีโอกาสติดเชื้อซ้ำสูง

- มีการระบาดของไวรัสเดงกีต่อเนื่องกัน (sequentially epidemic) พบว่าการติดเชื้อซ้ำด้วย DEN-2 และ DEN-3 มีอัตราเสี่ยงสูงในการที่จะเกิด DHF การศึกษาที่จังหวัดระยองพบว่า การติดเชื้อซ้ำด้วย DEN-2 ตามหลังด้วย DEN-3 และ DEN-2 ตามหลังด้วย DEN-4 ตามลำดับ การศึกษาระยะยาว 5 ปี ที่ประเทศเมียนม่าร์ ก็พบว่าการติดเชื้อครั้งที่ 2 ด้วย DEN-2 เป็นปัจจัยเสี่ยงในการเกิด DSS ส่วนในประเทศมาเลเซียและประเทศอินโดนีเซีย พบการติดเชื้อครั้งที่ 2 ด้วย DEN-3 มากกว่า DEN-2

- การติดเชื้อทุติยภูมิ (secondary infection) มีความเสี่ยงสูงที่จะเกิด DHF มากกว่าการติดเชื้อครั้งแรกประมาณ 160 เท่า พบว่าร้อยละ 87-99 ของผู้ป่วย DHF/DSS เป็นผู้ติดเชื้อครั้งที่ 2 ส่วนใหญ่ของผู้ป่วย DHF ที่เป็นการติดเชื้อครั้งแรกเป็นเด็กอายุน้อยกว่า 1 ปี ทุกรายมีแอนติบอดีย์ต่อเชื้อเดงกีจากแม่

- ความรุนแรงในการก่อโรค (virulence) ถึงแม้ในปัจจุบันจะยังไม่มีวิธีตรวจหา ความรุนแรงในการก่อโรคของไวรัสเดงกีได้โดยตรง แต่จากความก้าวหน้าด้านไวรัสวิทยาโมเลกุล (molecular virology) ซึ่ง Rico Hesse ได้ศึกษา DEN-2 ที่แยกได้จากผู้ป่วย DHF/DSS ในที่ต่างๆ และได้เปรียบเทียบ nucleotide sequence จาก viral genome บริเวณรอยต่อของยีน E/NS1 สามารถจัดแยก DEN-2 ออกได้เป็น 5 กลุ่ม ตาม genetic subtype DEN-2 จากประเทศไทยนั้นอยู่ใน 2 กลุ่มซึ่งมีกลุ่มที่เป็นกลุ่มเดียวกับ DEN-2 จากประเทศเวียดนาม ที่น่าสนใจคือ DEN-2 ที่แยกได้จากผู้ป่วยที่มีอาการรุนแรง (DHF/DSS) จากประเทศบราซิล เวเนซุเอลา โคลัมเบีย และเม็กซิโก ก็อยู่ใน 2 กลุ่มนี้ ผู้ศึกษาสรุปว่า DEN-2 subtype จากเอเชียอาคเนย์ใน 2 กลุ่มนี้เป็นไวรัสที่มีความรุนแรงในการก่อโรคหรือมีความสามารถทำให้เกิดโรค DHF/DSS ได้สูงและเชื่อว่า DEN-2 subtype ที่แยกได้จากผู้ป่วย DHF ในประเทศแถบทวีปอเมริกาใต้เหล่านี้ มีรกราก มาจาก subtype จากเอเชียอาคเนย์ มีทางเป็นไปได้ที่ subtype เหล่านี้ถูกนำเข้าไปในทวีปอเมริกาในระยะหลังปี 1980 ผู้ศึกษานี้สนับสนุนว่าการผลิตวัคซีนป้องกันโรคโดยใช้ไวรัสเดงกีที่แยกได้จากประเทศไทยเหมาะสมอย่างยิ่งทั้งนี้เพราะ DEN-2 subtype จากประเทศไทย อาจเป็นตัวที่มีศักยภาพสูงในการทำให้เกิด DHF

2.1.4 ปัจจัยเสี่ยงด้านพาหะนำโรค (vector)

ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ ถ้ายุงเหล่านี้มีปริมาณเพียงพอ ถึงแม้มีจำนวนไม่มากก็จะทำให้ระบาดได้ สำหรับยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) ก็สามารถแพร่เชื้อได้แต่ไม่ดีเท่ากับยุงลายบ้าน ยุงลายสวนเพราะพันธุ์ตามแหล่งน้ำขังตามโพรงต้นไม้ หรือกระบอกไม้ไผ่ส่วนยุงลายบ้านเพาะพันธุ์ในภาชนะขังน้ำที่คนทำขึ้น

ถ้าอุณหภูมิและความชื้นพอเหมาะ โดยเฉพาะในฤดูฝน ยุงลายเพียง 2-3 ตัวอาจแพร่เชื้อให้สมาชิกทั้งครอบครัวได้ ปัจจัยส่งเสริมให้มีผู้ป่วยมากขึ้นในฤดูฝนอีกประการหนึ่ง นอกจากการมีจำนวนยุงมากขึ้นแล้ว คือในช่วงที่ฝนตกทั้งเด็กและยุงจะอยู่ในบ้านหรือในอาคาร เด็กจึงมีความเสี่ยงที่จะถูกยุงกัดมากขึ้น

ในปัจจุบันยังไม่ทราบระดับความชุกของยุงที่จะทำให้เกิดการระบาดของ DHF ได้ แต่ความชุกของยุงลาย *Aedes aegypti* ในประเทศไทยไม่ว่าจะใช้ตัวชี้วัดใดมาใช้ก็จะสูงมาก และ อาจสูงกว่าประเทศอื่นๆ ปัจจัยทั้ง 3 ด้านนี้จะต้องมีส่วนร่วมกันในการทำให้เกิดโรค DHF/DSS ขึ้นการเพิ่มจำนวนประชากร โดยเฉพาะการเพิ่มของชุมชนในเมือง จะเพิ่มประชากรทั้งคนทั้งยุง การเดินทางติดต่อสะดวกและเพิ่มมากขึ้นจะทำให้โรคกระจายไปในระยะไกลเพราะลำพังยุงจะมีระยะบินได้เพียง 50-100 เมตร การกระจายจึงไปกับคนในช่วงที่มี viremia ก่อนเริ่มมีอาการของโรคความเจริญก้าวหน้าทางด้านคมนาคมจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้มีการแพร่กระจายโรค DHF ไปอย่างกว้างขวาง

2.1.5 อาการและอาการแสดง

อาการทางคลินิกของโรคไข้เลือดออก หลังจากได้รับเชื้อจากยุงประมาณ 5-8 วัน (ระยะฟักตัว) ผู้ป่วยจะเริ่มมีอาการของโรคซึ่งมีความรุนแรงแตกต่างกันได้ ตั้งแต่มีอาการคล้ายไข้เดงกี ไปจนถึงมีอาการรุนแรงมากจนถึงช็อกและถึงเสียชีวิตได้

โรคไข้เลือดออกเดงกีมีอาการสำคัญที่เป็นรูปแบบค่อนข้างเฉพาะ 4 ประการเรียงตามลำดับ การเกิดก่อนหลังดังนี้ ไข้สูงลอย 2-7 วัน มีอาการเลือดออกส่วนใหญ่จะพบที่ผิวหนัง มีตับโต กดเจ็บ มีภาวะการไหลเวียนล้มเหลว/ภาวะช็อก

อาการไข้ผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกทุกรายจะมีไข้สูงเกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน ส่วนใหญ่ไข้จะสูงเกิน 38.5 องศาเซลเซียส ไข้อาจสูงถึง 40-41 องศาเซลเซียส ซึ่งบางรายอาจมีชักเกิดขึ้นโดยเฉพาะในเด็กที่เคยมีประวัติชักมาก่อน หรือในเด็กเล็กอายุน้อยกว่า 6 เดือน ผู้ป่วยมักจะมีหน้าแดง (flushed face) อาจตรวจพบคอแดง (infected pharynx) ได้ แต่ส่วนใหญ่ผู้ป่วยจะไม่มีอาการน้ำมูกไหลหรืออาการไอ ซึ่งช่วยในการวินิจฉัยแยกโรคจากหัดในระยะแรกและโรคระบบทางเดินหายใจได้ เด็กโตอาจบ่นปวดศีรษะปวดรอบกระบอกตาในระยะไข้นี้ อาการทางระบบทางเดินอาหารที่พบบ่อย คือ เบื่ออาหาร อาเจียน บางรายอาจมีอาการปวดท้องร่วมด้วยซึ่งในระยะแรกจะปวดโดยทั่วๆ ไปและอาจปวดที่ชายโครงขวา ในระยะที่มีตับโต ส่วนใหญ่ไข้จะสูงลอยอยู่ 2-7 วัน ประมาณร้อยละ 15 อาจมีไข้สูงนานเกิน 7 วัน และบางรายไข้จะเป็นแบบ biphasic ได้ อาจพบมีผื่นแบบ erythema หรือ maculopapular ซึ่งมีลักษณะคล้ายผื่น rubella ได้

อาการเลือดออกที่พบบ่อยที่สุดคือที่ผิวหนัง โดยจะตรวจพบว่าเส้นเลือดเปราะ แตกง่ายการทำ tourniquet test ให้ผลบวกได้ตั้งแต่ 2-3 วันแรกของโรค ร่วมกับมีจุดเลือดออกเล็ก ๆ กระจายอยู่ตามแขน ขา ลำตัว รักแร้ อาจมีเลือดกำเดาหรือเลือดออกตามไรฟัน ในรายที่รุนแรงอาจมีอาเจียนและถ่ายอุจจาระเป็นเลือดซึ่งมักจะเป็นสีดำ (melena) อาการเลือดออกในทางเดินอาหารส่วนใหญ่จะพบร่วมกับภาวะช็อกที่เป็น อยู่นาน ส่วนใหญ่จะคลำพบตับโตได้ประมาณวันที่ 3-4 นับแต่เริ่มป่วย ในระยะที่ยังมีไข้อยู่ตับจะนุ่มและกดเจ็บ ภาวะช็อก ประมาณ 1 ใน 3 ของผู้ป่วยไข้เลือดออกเดงกีจะมีอาการรุนแรงมีภาวะการไหลเวียนล้มเหลวเกิดขึ้น เนื่องจากมีการรั่วของพลาสมาออกไปยังช่องปอด/ช่องท้องมาก เกิด hypovolemic shock ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับที่มีไข้ลดลงอย่างรวดเร็ว เวลาที่เกิดช็อกจึงขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่มีไข้อาจเกิดได้ตั้งแต่วันที่ 3 ของโรค (ถ้ามีไข้ 2 วัน) หรือเกิดวันที่ 8 ของโรค (ถ้ามีไข้ 7 วัน) ผู้ป่วยจะมีอาการเลวลง เริ่มมีอาการกระสับกระส่าย มือเท้าเย็น ชีพจรเบาเร็ว ความดันโลหิตเปลี่ยนแปลง ตรวจพบ pulse pressure แคบเท่ากับ

หรือน้อยกว่า 20 มม.ปรอท (ค่าปกติ 30-40 มม.ปรอท) โดยมีความดัน diastolic เพิ่มขึ้นเล็กน้อย (BP 110/90, 100/80 มม.ปรอท) ผู้ป่วยไข้เลือดออกเดงกีที่อยู่ในภาวะช็อกส่วนใหญ่จะมีภาวะรู้สติดี พูดรู้เรื่อง อาจบ่น กระหายน้ำ บางรายอาจมีอาการปวดท้องเกิดขึ้นอย่างกระทันหันก่อนเข้าสู่ภาวะช็อก ซึ่งบางครั้งอาจทำให้วินิจฉัยโรคผิดเป็นภาวะทางศัลยกรรม (acute abdomen) ภาวะช็อกที่เกิดขึ้นนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ถ้าไม่ได้รับการรักษาผู้ป่วยจะมีอาการเลวลง รอบปากเขียว ผิวสีม่วงๆ ตัวเย็นชืด จับชีพจรและ/หรือวัดความดันไม่ได้ (profound shock) ภาวะรู้สติเปลี่ยนไปและจะเสียชีวิตภายใน 12 – 24 ชั่วโมง หลังเริ่มมีภาวะช็อก หากว่าผู้ป่วยได้รับการรักษาช็อกอย่างทันท่วงที และถูกต้องก่อนที่จะเข้าสู่ระยะ profound shock ส่วนใหญ่ก็จะฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็ว

ในรายที่ไม่รุนแรง เมื่อไข้ลดลง ผู้ป่วยอาจจะมีมือเท้าเย็นเล็กน้อยร่วมกับมีการเปลี่ยนแปลงของชีพจรและความดันเลือด ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงในระบบการไหลเวียนของเลือดเนื่องจากมีการรั่วของพลาสมาออกไปแต่รั่วไม่มากจึงไม่ทำให้เกิด ภาวะช็อก ผู้ป่วยเหล่านี้เมื่อให้การรักษาในช่วงระยะสั้นๆ ก็จะดีขึ้นอย่างรวดเร็ว

2.1.6 การวินิจฉัยโรค

การวินิจฉัยโรคได้อย่างถูกต้องในระยะแรกมีความสำคัญมากเพราะการรักษาอย่างถูกต้องรวดเร็วเมื่อเริ่มมีการรั่วของพลาสมา จะช่วยลดความรุนแรงของโรคป้องกันภาวะช็อกและป้องกันการสูญเสียชีวิตได้ จากลักษณะอาการทางคลินิกของโรคไข้เลือดออกเดงกี ที่มีรูปแบบที่ชัดเจน ทำให้สามารถวินิจฉัยโรค ทางคลินิกได้อย่างถูกต้องก่อนที่จะเข้าสู่ภาวะช็อก โดยใช้อาการทางคลินิก 4 ประการ ร่วมกับการเปลี่ยนแปลงทางห้องปฏิบัติการ คือ 1) ไข้เกิดขึ้นอย่างเฉียบพลัน และสูงลอยประมาณ 2-7 วัน 2) อาการเลือดออกอย่างน้อยมี tourniquet test positive ร่วมกับอาการเลือดออกอื่น เช่น จุดเลือดออกที่ผิวหนัง เลือดกำเดา อาเจียน/ถ่ายเป็นเลือด 3) ตับโต 4) ภาวะช็อก การเปลี่ยนแปลงทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ประการที่ 1. เม็ดเลือดขาวจะมีค่าต่ำกว่าปกติ (น้อยกว่า 5,000 เซล/ลบ.มม.) แต่ในวันแรกอาจจะปกติหรือสูงเล็กน้อย โดยที่มี PMN ร้อยละ 70-80 เมื่อใกล้ไข้จะลง เม็ดเลือดขาวและ PMN จะลดลง พร้อมๆ กับมี lymphocyte สูงขึ้น (โดยมี atypical lymphocyte ร้อยละ 15-35) บางครั้งเม็ดเลือดขาวจะมีค่าต่ำมากถึง 1,000-2,000 เซล/ลบ.มม. ซึ่งการตรวจเม็ดเลือดขาวจะช่วยวินิจฉัยแยกโรคติดเชื้อแบคทีเรีย และช่วยบอกระยะเวลาที่ไข้จะลดลงได้ ประการที่ 2. เกล็ดเลือดจะลดลงอย่างรวดเร็วก่อนไข้ลดและก่อนระยะช็อก ส่วนใหญ่เกล็ดเลือดจะลดลงต่ำกว่า 100,000 เซล/ลบ.มม. และต่ำอยู่ประมาณ 3 - 5 วัน ในระยะที่มีเกล็ดเลือดต่ำจะมี impaired function ด้วย ประการที่ 3.ระดับความเข้มข้นของเลือดเพิ่มขึ้น (hemoconcentration) เป็นผลจากการเสียพลาสมา ระดับ hematocrit (Hct) ที่สูงขึ้นกว่าปกติ เท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 20 (เช่นเพิ่มจาก 35 เป็น 42) ถือเป็นเครื่องชี้บ่งว่ามีการรั่วของพลาสมาส่วนใหญ่ HCT จะเพิ่มขึ้นพร้อมกับเกล็ดเลือดลดลงหรือภายหลังเกล็ดเลือดลดลงการเปลี่ยนแปลงทั้ง 2 อย่างนี้จะเกิดก่อนไข้ลดและก่อนภาวะช็อก จึงมีความสำคัญในการวินิจฉัยโรค ประการที่ 4 การตรวจ chest x-ray จะพบน้ำในเยื่อหุ้มปอดเสมอ ส่วนใหญ่จะพบทางด้านขวาในรายที่รุนแรงมีภาวะช็อกอาจพบได้ทั้งสอง ข้างผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการมีความสำคัญเพราะจะบอกความเปลี่ยนแปลงใน hemostasis และการรั่วของพลาสมา (การรั่วของพลาสมาในผู้ป่วยไข้เลือดออกมีลักษณะจำเฉพาะ คือ พลาสมาจะรั่วออกไปที่ช่อง

ปอดและช่องท้องโดยผู้ป่วยจะไม่มีgeneralized edema ให้เห็น) จะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการวินิจฉัยทางคลินิกและช่วยในการพยากรณ์โรค เพราะการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดเลือดและระดับ hematocrit มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงของโรค ทั้งบอกเวลาที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะระดับ hematocrit ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีของการรั่วพลาสมา และบอกถึงเวลาที่จะต้องเริ่มให้การรักษา

ในผู้ป่วยโรคไข้เลือดออก (DHF) ESR จะอยู่ในระดับปกติในระยะที่มีไข้และจะลดต่ำลงจากปกติในช่วงที่มีการรั่วของพลาสมาและระยะที่มีภาวะช็อก ซึ่งจะช่วยในการวินิจฉัยแยกโรค DSS จาก septic shock ได้

การเกิดภาวะช็อกเกิดจากสาเหตุ 2 ประการ คือ

ก. มีการรั่วของพลาสมาซึ่งนำไปสู่ภาวะ hypovolemic shock ซึ่งมีข้อบ่งชี้ดังนี้

ประการที่ 1 ระดับ hematocrit เพิ่มขึ้นทันทีก่อนเกิดภาวะช็อก และยังคงอยู่ในระดับสูงในช่วงที่มีการรั่วของพลาสมา/ระยะช็อก 2. มีน้ำในช่องปอดและช่องท้อง การวัด pleural effusion index พบว่ามีความสัมพันธ์กับระดับความรุนแรงของโรค 3. ระดับโปรตีนและระดับอัลบูมินในเลือดลดต่ำลงในช่วงที่มีการรั่วของพลาสมา 4 .central venous pressure ต่ำ 5. มีการตอบสนองต่อการรักษาด้วยการใช้สารน้ำเกลือแร่และสาร colloid ชดเชย ประการที่ 2 ระดับ percipheral resistance เพิ่มขึ้น เห็นได้จากระดับ pulse pressure แคบ โดยมีระดับ diastolic pressure สูงขึ้น เช่น 100/90,110/100,100/100 มม.ปรอท ในระยะที่มีการช็อก นอกจากนี้ยังมีการศึกษาทาง hemodynamic ที่สนับสนุนว่ามี peripheral resistance เพิ่มขึ้น

การจัดระดับความรุนแรงของ DHF โดยการพิจารณาว่ามีภาวะช็อกหรือไม่นั้น แบ่งออกได้เป็น 4 ระดับ (grade) คือ ในรายที่ไม่มีอาการช็อกจัดเป็น grade 1 และ grade 2 ซึ่งจะแยกกันโดยที่ grade 2 มี spontaneous hemorrhage ถ้ามีภาวะช็อกก็จัดอยู่ใน grade 3 และ grade 4 ในรายที่เป็น grade 4 เป็นผู้ป่วยที่มี profound shock วัดความดันเลือดและชีพจรไม่ได้ การแบ่งระดับความรุนแรงของโรคนี้ยังมีความสับสนโดยบางครั้งพบว่ามีการจัด DF อยู่ใน grade 1 และ grade 2 ซึ่งที่ถูกต้องแล้ว grade1-4 นี้เป็นการแบ่งระดับความรุนแรงของ DHF เท่านั้น ดังนั้นจะต้องวินิจฉัยก่อนว่าเป็น DHF หรือไม่ (โดยใช้เกณฑ์การวินิจฉัยว่า มีเกล็ดเลือดต่ำ มีการรั่วของพลาสมา ซึ่งอาจเป็นระดับ HCT สูงหรือพบว่ามี pleural effusion/ascites) จากนั้นจึงจะจัดระดับความรุนแรงของ DHF

การวินิจฉัยทางไวรัสและทางน้ำเหลืองในระยะที่มีไข้สูงจะเป็นระยะที่มีเชื้อไวรัสอยู่ในกระแสเลือด (viremia) จึงสามารถแยกเชื้อไวรัสเดงกีจากเลือดได้ หลังจากไข้ลดลงแล้วไวรัสก็จะหมดไปจากกระแสเลือด การตรวจทางน้ำเหลืองเป็นการตรวจดูระดับการเปลี่ยนแปลงของ IgM และ IgG antibody ต่อเชื้อเดงกี ซึ่งใช้ในการวินิจฉัยว่าเป็นการติดเชื้อครั้งแรกพบว่าระดับ IgM:IgG จะมากกว่า 1.8 อย่างไรก็ตามวิธี HAI ยังเป็นวิธีมาตรฐานการตรวจทางน้ำเหลืองจะต้องเจาะเลือด 2 ครั้งห่างกัน 1-4 สัปดาห์นอกจากนี้ยังมีวิธีการวินิจฉัยโรค โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า PCR และ Rapid diagnosis เพื่อดูระดับของ IgM และ IgG (ในวันที่ 1-3 IgM antibody อาจยังไม่ขึ้นถึงระดับที่จะตรวจพบได้)

การวินิจฉัยทางไวรัสและทางน้ำเหลืองจะช่วยยืนยันว่ามีการติดเชื้อเดงกี แต่การวินิจฉัยแยกโรคระหว่าง DHF และ DF นั้นจะต้องใช้อาการทางคลินิกร่วมกับการเปลี่ยนแปลงของเกล็ดเลือดและการรั่วของพลาสมา

2.1.7 การดูแลรักษาผู้ป่วย

ขณะนี้ยังไม่มียาต้านไวรัสเดงกีใช้ก็ตาม การรักษาแบบตามอาการและประคับประคอง โดยการแก้ไขชดเชย การรั่วของพลาสมาและ / หรือ เลือดที่ออก สามารถลดความรุนแรงของโรคและป้องกันการเสียชีวิตได้ทั้งนี้ แพทย์ผู้รักษา จะต้องเข้าใจธรรมชาติของโรคสามารถให้การวินิจฉัยได้เร็วและถูกต้อง ให้การดูแลผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด มี nursing cares ที่ดีตลอดระยะเวลาวิกฤตซึ่งเป็นช่วงเวลาประมาณ 24-48 ชั่วโมงที่มีการรั่วของพลาสมา

การดูแลรักษาผู้ป่วยมีหลักปฏิบัติดังนี้ คือ

2.1.7.1 ในระยะไข้สูง บางรายอาจมีการชักได้ถ้าไข้สูงมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กที่มีประวัติเคยชักหรือในเด็กอายุน้อยกว่า 6 เดือน หากจำเป็นต้องในยาลดไข้ ควรใช้ยาพวกพาราเซตามอล ห้ามใช้ยาพวกแอสไพริน และ ibuprofen เพราะอาจจะทำให้เกล็ดทำงานผิดปกติ และ อาจระคายกระเพาะทำให้เลือดออกง่ายขึ้น และที่สำคัญอาจทำให้เกิดอาการ ทางสมอง (Reye Syndrome) ควรใช้ยาลดไข้เป็นครั้งคราวเวลาที่ไข้สูงเท่านั้น เพื่อให้ไข้ที่สูงมากลดลงต่ำ กว่า 39 องศาเซลเซียส การใช้ยาลดไข้มากเกินไปจะมีภาวะเป็นพิษต่อตับได้ ควรจะใช้การเช็ดตัวช่วยลดไข้ด้วย

2.1.7.2 ให้ผู้ป่วยได้น้ำชดเชย เพราะผู้ป่วยส่วนใหญ่มีไข้สูง เบื่ออาหาร และอาเจียน ทำให้ขาดน้ำและเกลือโซเดียมด้วย ควรให้ผู้ป่วยดื่มน้ำผลไม้หรือสารละลายผงน้ำตาลเกลือแร่ (โอ อาร์ เอส) ในรายที่อาเจียนควรให้ดื่มครั้งละน้อย ๆ และดื่มบ่อย ๆ

2.1.7.3 จะต้องติดตามดูอาการผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด เพื่อจะได้ตรวจพบและป้องกันภาวะช็อกได้ทันเวลา ช็อกมักจะเกิดขึ้นพร้อมกับไข้ลดลง ประมาณตั้งแต่วันที่ 3 ของการป่วยเป็นต้นไป ทั้งนี้แล้วแต่ระยะเวลาที่เป็นไข้ ถ้าไข้ 7 วันก็อาจช็อกวันที่ 8 ได้ ควรแนะนำ ให้ผู้ปกครองทราบหรือถ่ายปัสสาวะน้อยลง มีอาการปวดท้องอย่างมาก กระสับกระส่าย มือเท้าเย็น ควรแนะนำให้นำส่ง โรงพยาบาลทันทีที่มีอาการเหล่านี้

2.1.7.4 เมื่อผู้ป่วยไปตรวจที่สถานพยาบาลที่ให้การรักษาได้ แพทย์ต้องตรวจเลือดดูปริมาณเกล็ดและ Hct และอาจนัดมาตรวจดู การเปลี่ยนแปลงของเกล็ดเลือดและ Hct เป็นระยะ ๆ เพราะถ้าปริมาณเกล็ดเลือดเริ่มลดลง และ Hct เริ่มสูงขึ้น เป็นเครื่องชี้บ่งว่า พลาสมาเริ่มรั่วออกจากเส้นเลือด และอาจช็อกได้จำเป็นต้องให้สารละลายชดเชย

2.1.7.5 โดยทั่วไปแล้วไม่จำเป็นต้องรับผู้ป่วยไว้ในโรงพยาบาลทุกราย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะแรกที่ยังมีไข้ สามารถรักษา แบบผู้ป่วยนอก โดยให้ยาไปรับประทาน และแนะนำให้ผู้ปกครองดูแลเฝ้าสังเกตอาการตามข้อ 3 หรือแพทย์นัดให้ไปตรวจที่โรงพยาบาลเป็นระยะ ๆ โดยตรวจดูอาการเปลี่ยนแปลงตามข้อ 4 ถ้าผู้ป่วยมีอาการแสดงอาการช็อก ต้องรับไว้รักษาในโรงพยาบาลทุกรายและถือเป็นเรื่องรีบด่วนในการรักษา

ในรายที่ไข้ลด และมีระดับ hematocrit มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 20 แต่ไม่มีภาวะช็อก อาจให้การรักษาแบบผู้ป่วยนอก ให้ 5 % D1/2 NSS หรือ 5 % D Ringer acetate ประมาณเท่ากับ maintenance + 5% deficit โดยจัดปริมาณตามการรั่วของพลาสมา ซึ่งดูจาก Hct, vital signsและ urine output ทั้งนี้จะต้องมีการปรับลดปริมาณและความเร็วตาม HCT ตลอดช่วงเวลา 24-48 ชม. เพื่อหลีกเลี่ยงการให้สารน้ำมากเกินไป ในรายที่ระดับ HCT ยังสูงอยู่หลัง 24 ชั่วโมง หรือผู้ป่วยที่มีเลือดออก แม้ไม่มาก ควรรับเป็นผู้ป่วยใน

สำหรับผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก หรือเลือดออก แพทย์ต้องให้การรักษาเพื่อแก้ไขสภาวะดังกล่าวอย่างรวดเร็วด้วยสารน้ำ เลือด หรือสาร colloid เพื่อช่วยชีวิตผู้ป่วยและป้องกันโรคแทรกซ้อน อย่างไรก็ตาม ผู้ป่วยที่มีภาวะช็อก ต้องถือเป็น medical emergency และให้การรักษาดังต่อไปนี้ คือ 1. ให้สารน้ำ isotonic salt solution 5 % D/R acetate 10-20 cc/kg/hr หรือ ให้เป็น bolus ในรายที่เป็น profound shock ทันทีเมื่อพบผู้ป่วย 2. เมื่อผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นชัดเจนจากการ resuscitate แม้จะเป็นเวลา 1/2-1 ชั่วโมง ควรจะลด rate IV fluid ลงมา และปรับ rate หลังจากนั้น โดยใช้อาการทางคลินิก, Hct, vital signs และจำนวนปัสสาวะเป็นแนวทาง ซึ่งส่วนใหญ่จะไม่เกิน 24-48 ชม. หลักการที่สำคัญคือให้ IV fluid ในปริมาณเพียงเท่าที่จำเป็นสำหรับ การรักษาระดับการไหลเวียนในช่วงที่มีการรั่วของพลาสมาเท่านั้น 3. แก้ไขภาวะ metabolic และ eletrolyte disturbance ที่อาจเกิดขึ้น โดยเฉพาะ acidosis 4. ถ้าผู้ป่วยยังไม่ดีขึ้นต้องนึกถึงภาวะเลือดออกซึ่งอาจไม่ออกมาให้เห็นภายนอก (comcealed bleeding) ส่วนใหญ่มักจะออกในระบบทางเดินอาหาร ผู้ป่วยที่ยังช็อกอยู่ (refractory shock) ภายหลังให้ crystalloid/colloid จำนวนมากพอ หรือผู้ป่วยที่ไม่สามารถลด rate IV fluid ลงได้เลย และ Hct ลดลงแล้ว (เช่นลดจาก 50 % เป็น 40 %) ต้องนึกถึงภาวะเลือดออกภายใน จำเป็นต้องให้เลือดซึ่งควรจะเป็น fresh whole blood ประมาณร้อยละ 15 ของผู้ป่วยที่ช็อกจะมีเลือดออกมาก โดยเฉพาะผู้ป่วยที่มี profound shock อยู่นาน

สาเหตุการตายที่สำคัญ คือผู้ป่วยที่มี prolonged shock ผู้ป่วยที่มี internal bleeding ซึ่งถ้าไม่ได้รับเลือดทดแทน จะมีprofound shock การให้ IV fluid การให้ IV fluid มากเกินไปโดยไม่ให้เลือดทดแทนทำให้มี fluid overload เป็นสาเหตุตายที่สำคัญอีกสาเหตุหนึ่ง ในรายที่มีภาวะตับวายให้การรักษาแบบเดียวกับผู้ป่วยตับวายจากโรคตับอักเสบ ถึงแม้จะพบภาวะตับวายได้น้อย แต่เมื่อพบจะมีอัตราตายสูงมาก

2.1.8 ยุงลายพาหาหะนำโรคไข้เลือดออก

ยุงลายเป็นแมลงจำพวกหนึ่ง ในประเทศไทยมียุงลายมากกว่า 100 ชนิด แต่ที่เป็นพาหะ นำโรคไข้เลือดออกมีอยู่ 2 ชนิด คือ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลักและยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะรอง ในวงจรชีวิตของยุงลายประกอบด้วยระยะต่างๆ 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ระยะ ตัวอ่อน (ลูกน้ำ) ระยะดักแด้หรือตัวกลางวัย (ตัวโม่ง), และ ระยะตัวเต็มวัย (ตัวยุง) ทั้ง 4 ระยะมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่างลักษณะและการดำรงชีวิต

ระยะไข่

ไข่ยุงลายมีลักษณะรีคล้ายกระสวย เมื่อวางออกมาใหม่ๆจะมีสีขาวนวล ต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและดำสนิทภายใน 24 ชั่วโมง

ระยะลูกน้ำ

ไม่มีขา ส่วนอกมีขนาดใหญ่กว่าส่วนหัว ส่วนท้องยาวเรียวประกอบด้วยปล้อง 10 ปล้อง มีท่อหายใจบนปล้องที่ 8 ใช้ในการหายใจ มีกลุ่มขน 1 กลุ่มอยู่บนท่อหายใจนั้น

ระยะตัวโม่ง

ไม่มีขา รูปร่างคล้ายเครื่องหมายจุลภาค (,) มีอวัยวะใช้ในการหายใจ 1 คู่อยู่บนส่วน cephalothorax (ส่วนหัวรวมกับส่วนอก)

ระยะตัวเต็มวัย (ตัวยุง) มีลักษณะดังนี้ คือ 1. ร่างกายอ่อนนุ่ม เปราะบาง แบ่งเป็น 3 ส่วนแยกออกจากกันเห็นได้ชัดเจนคือ ส่วนหัว ส่วนอกและส่วนท้อง ลำตัวยาวประมาณ 4-6 มม. มีเกล็ดสีดำสลับขาวตามลำตัว รวมทั้งส่วนหัวและ ส่วนอกด้วย 2. มีขา 3 คู่ (6 ขา) อยู่ที่ส่วนอก ขามีสีดำสลับขาวเป็นปล้องๆ ที่ขาหลังบริเวณปลายปล้องสุดท้ายมีสีขาวตลอด 3. มีปีกที่เห็นได้ชัดเจน 1 คู่อยู่บริเวณส่วนอก ลักษณะของปีกบางใส มีเกล็ดเล็กๆ บนเส้นปีก ลักษณะของเกล็ดแคบและยาว บนขอบหลังของปีกมีเกล็ดเล็กๆเป็นชายครุย นอกจากนี้ยังมีอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัว (เรียกว่า halters) 1 คู่อยู่ใกล้กับปีก 4. มีปากยาวมาก ลักษณะปากเป็นแบบแทงดูด 5. เส้นหนวดประกอบด้วยปล้องสั้นๆ 14-15 ปล้อง ที่รอยต่อระหว่างปล้องมีขนขึ้นอยู่โดยรอบ ในยุงตัวผู้เส้นขนเหล่านี้ยาวมาก (ใช้รับคลื่นเสียงที่เกิดจากการขยับปีกของยุงตัวเมีย) มองดูคล้ายพู่ขนนก ส่วนในยุงตัวเมียเส้นขนที่รอยต่อระหว่างปล้องจะสั้นกว่าและมีจำนวนน้อยกว่า เรียกว่าหนวดแบบเส้นด้าย ลักษณะของหนวดยุงจึงใช้ในการจำแนกเพศของยุงได้ง่าย

2.1.8.1 ยุงลายบ้านและยุงลายสวนมีลักษณะแตกต่างกัน ดังนี้

ยุงลายบ้าน (Aedes aegypti)

1. ตัวเต็มวัย บริเวณระยางค์ปากปกคลุมด้วยเกล็ดสีขาว ที่ส่วนอกบริเวณกึ่งกลางหลังจะมีขนแข็ง และมีเกล็ดสีขาวเรียงตัวกันเห็นเป็นลวดลายคล้ายพิณฝรั่ง

2. ลูกน้ำ บริเวณปล้องที่แปดจะมีเกล็ดอยู่หนึ่งแถวประมาณ 8-12 อัน บริเวณขอบตรงส่วนปลายของเกล็ดจะแยกเป็นแฉก และที่บริเวณอกจะมีหนามแหลม

ยุงลายสวน (Aedes albopictus)

1. ตัวเต็มวัย มีเกล็ดสีดำที่ระยางค์ปาก ด้านหลังของส่วนอกมีแถบสีขาวพาดอยู่ตรงกลาง

2. ลูกน้ำ บริเวณปล้องที่แปดมีเกล็ดอยู่หนึ่งแถวประมาณ 8-12 อัน ส่วนปลายของเกล็ดที่บริเวณขอบไม่แยกเป็นแฉก ส่วนอกไม่มีหนามแหลม

2.1.8.2 วงจรชีวิตและชีวนิสัยของยุงลาย

ยุงลายมักวางไข่ตามผิวภาชนะเหนือระดับน้ำเล็กน้อย โดยวางไข่ฟองเดี่ยว ๆ อยู่ร่วมกัน เป็นกลุ่ม ตัวเมียวางไข่ครั้งละประมาณ 100 ฟอง ยุงลายจะวางไข่มากน้อยเป็นจังหวะใน 24 ชั่วโมง โดยอาศัยจังหวะที่แสงแดดลดน้อยลงในเวลาเย็น จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการพบว่ายุงลายจะวางไข่มากที่สุดก่อนพระอาทิตย์ตกดิน โดยปัจจัยที่ควบคุมให้เกิดกิจกรรมนี้คือ การเริ่มมืด ตัวอ่อน ที่อยู่ภายใน ไข่จะเจริญเติบโตพร้อมที่จะฟักออกเป็นลูกน้ำภายใน 2 วัน (แต่ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ขาดความชื้น ไข่ที่มีตัวอ่อนภายในเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะทนต่อสภาพแห้งแล้งในสภาพนั้นได้นานหลายเดือน เมื่อไข่นั้นได้รับความชื้น หรือมีน้ำมาท่วมไข่ ไข่ก็จะฟักออกเป็นตัวลูกน้ำได้ในเวลาอันรวดเร็วตั้งแต่ 20-60 นาที แต่อัตราการฟักออกเป็นลูกน้ำจะลดน้อยลงตามระยะเวลาที่นานขึ้น) ตัวอ่อนของยุงลายเรียกว่าลูกน้ำ ระยะเวลาที่เป็นลูกน้ำกินเวลานานประมาณ 6-8 วัน อาจมากหรือน้อยกว่านี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ อาหารและความหนาแน่นของลูกน้ำภายใจภาชนะนั้น ลูกน้ำลอกคราบ 4 ครั้ง จากลูกน้ำระยะที่ 1 เข้าสู่ลูกน้ำระยะที่ 2 3 และ 4 ลูกน้ำยุงลายจะใช้ท่อหายใจเกาะทำมุมกับผิวน้ำโดยลำตัวตั้งเกือบตรงกับผิวน้ำ ลูกน้ำเคลื่อนไหวอย่างว่องไวว่ายน้ำคล้ายงูเลื้อย ไม่ชอบแสงสว่าง ลูกน้ำจะกินอินทรียสารและอาหารอื่นๆ ที่มีอยู่ในภาชนะนั้นๆ เช่น ตะไคร่น้ำ เศษอาหารที่หล่นลงไป แบคทีเรีย

และพวกสัตว์เซลเดียวเมื่อลูกน้ำระยะที่ 4 ลอกคราบครั้งสุดท้ายก็จะกลายเป็นตัวกลางวัยหรือดักแด้หรือที่เรียกว่าตัวโม่งนี้จะเคลื่อนไหวช้าลง หรือไม่เคลื่อนไหวเลยเป็นระยะที่ไม่กินอาหาร แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงภายใน 1-2 วัน ก็จะลอกคราบกลายเป็นตัวเต็มวัยหรือตัวยุงลาย วงจรชีวิตของยุงลายในแต่ละท้องที่ใช้เวลาสั้นยาวไม่เท่ากัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประมาณอาหาร อุณหภูมิ ความชื้นและความสั้นยาวของกลางวัน–กลางคืน ยุงตัวผู้มีอายุขัยสั้นประมาณ 6-7 วันเท่านั้น ส่วนยุงตัวเมียอายุขัยนานกว่า หากมีอาหารสมบูรณ์อุณหภูมิและความชื้นพอเหมาะ ยุงลายตัวเมียอาจอยู่ได้นานประมาณ 30-45 วันเมื่อออกจากครบตัวโม่งใหม่ๆ ยุงลายจะยังไม่สามารถบินได้ทันที ต้องเกาะนิ่งอยู่บนผิวน้ำรอเวลาระยะหนึ่งเพื่อให้ระยางค์ต่างๆ บนส่วนหัวยืดออกและเพื่อให้เลือดฉีดเข้าเส้นปีกทำให้เส้นปีกยืดออกและแข็งแรงจึงจะบินได้ ระยะนี้ใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง เมื่อยุงบินได้แล้วก็พร้อมที่จะหาอาหารและผสมพันธุ์ โดยปกติยุงตัวผู้จะลอกคราบออกมาก่อนตัวเมีย 1-2 วัน (จากตัวโม่งในรุ่นเดียวกัน) เนื่องจากยุงตัวผู้ต้องใช้เวลาประมาณ 24 ชั่วโมง เพื่อให้อวัยวะสืบพันธุ์เพียงครั้งเดียวและสามารถวางไข่ได้ตลอดชีวิต หลังจากผสมพันธุ์แล้วยุงตัวเมียจะหาเลือดกัน (ปกติภายใน 24 ชั่วโมงหลังลอกคราบออกจากตัวโม่ง) อาหารของยุงลายทั้งตัวเมียตัวผู้คือน้ำหวานจากเกสรของดอกไม้หรือน้ำจากผลไม้ โดยใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับการบิน ส่วนยุงลายตัวเมียต้องกินเลือดคนหรือสัตว์อุ่นเพื่อนำโปรตีนในเลือดไปพัฒนาให้ไข่เจริญเติบโต ตามปกติยุงลายชอบกินเลือดคนมากกว่าเลือดสัตว์ หลังจากกินเลือดแล้ว 2-3 วัน ยุงลายตัวเมียก็จะหาที่วางไข่ โดยทั่วไปยุงลายออกหากินในเวลากลางวัน แต่ถ้าในช่วงเวลากลางวันนั้นยุงลายไม่ได้กินเลือดหรือกินเลือดไม่อิ่ม ยุงลายก็จะออกหากินเลือดในเวลาพลบค่ำด้วยหากในห้องนั้นหรือบริเวณนั้นมีแสงสว่างเพียงพอ ช่วงเวลาที่พบยุงลายได้มากที่สุดมี 2 ช่วง คือในเวลาเช้า และในเวลาบ่ายถึงเย็น บางรายงานระบุว่าช่วงเวลาที่ยุงลายออกหากินมากที่สุดคือ 09.00–11.00 น. และ 13.00–14.30 น. แต่บางรายงานก็ระบุแตกต่างกันออกไปเช่น 06.00–07.00 น. และ 17.00–18.00 น.ทั้งนี้แล้วแต่ว่าทำการศึกษาในฤดูกาลใด จากการศึกษาพฤติกรรมการกัดของยุงลายที่กรุงเทพฯ พบว่ายุงลายบ้านชอบกัดคนในบ้าน ส่วนยุงลายสวนชอบกัดคนนอกบ้าน มีเพียงส่วนน้อยที่เข้ามากัดคนในบ้าน ยุงลายไม่ชอบแสงแดดและลมแรง ดังนั้นจึงออกหากินไม่ไกลจากแหล่งเพาะพันธุ์โดยทั่วไปมักบินไปครั้งละไม่เกิน 50 เมตร นอกจากนี้จะพบว่ามียุงลายชุกชุมมากในฤดูฝน ช่วงหลังฝนตกชุกเพราะอุณหภูมิและความชื่นเหมาะแก่การเพาะพันธุ์ ส่วนในฤดูอื่นๆ จะพบว่าความชุกของยุงลายลดลงเล็กน้อย

2.1.8.3 แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย

ยุงลายจะวางไข่ตามภาชนะขังน้ำที่มีน้ำนิ่งและใส น้ำนั้นอาจจะสะอาดหรือไม่ก็ได้ น้ำฝนมักเป็นน้ำที่ยุงลายชอบวางไข่มากที่สุด ดังนั้น แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายบ้านจึงมักอยู่ตามโอ่งน้ำดื่มและน้ำใช้ที่ไม่ปิดฝาทั้งภายในและภายนอกบ้าน จากการสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายชนิดนี้พบว่าร้อยละ 64.52 เป็นภาชนะเก็บขังน้ำที่อยู่ภายในบ้านและร้อยละ 35.53 เป็นภาชนะเก็บขังน้ำที่อยู่นอกบ้าน นอกจากโอ่งน้ำแล้วยังมีภาชนะอื่นๆ เช่น บ่อซีเมนต์ในห้องน้ำ จานรองขาตู้กันมด จานรองกระถางต้นไม้ แจกัน อ่างล้างเท้า ยางรถยนต์ไห ภาชนะใส่น้ำเลี้ยงสัตว์ เศษภาชนะ เช่น โอ่งแตก เศษกระป๋อง กะลา เป็นต้น ในขณะที่ยุงลายสวนชอบวางไข่นอกบ้านตามกาบใบของพืชจำพวก มะพร้าว กล้วย พลับพลึง ต้นบอน ถ้วยรองน้ำยาง โพรงไม้ กะลา กระบอกไม้ไผ่ที่มีน้ำขัง ฯลฯ สำหรับแหล่งเพาะพันธุ์ส่วนใหญ่ในโรงเรียนพบว่าเป็นบ่อซีเมนต์ในห้องน้ำและแจกันปลูกต้นพลูด่าง

2.1.8.4 การควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงลาย

การควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงลาย หมายถึง การกำกับดูแล ไม่ให้มีลูกน้ำยุงลาย (ในภาชนะขังน้ำใดๆ) และการทำให้ลูกน้ำยุงลายหมดสิ้นไป (หากพบว่ามีลูกน้ำยุงลายอยู่ในภาชนะขังน้ำนั้นๆ)

วิธีการควบคุม และกำจัดลูกน้ำยุงลายมีหลายวิธี ตั้งแต่วิธีทางกายภาพ วิธีทางชีวภาพ และวิธีทางเคมีภาพ จึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับประเภทของแหล่งเพาะพันธุ์ที่พบลูกน้ำยุงลาย โดยต้องพิจารณาทั้งในด้านความปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์เลี้ยงและสิ่งแวดล้อม ด้านความสะดวกในการใช้ ด้านค่าใช้จ่าย ฯลฯ ซึ่งแหล่งเพาะพันธุ์บางแห่งอาจใช้เพียงวิธีการใดวิธีการหนึ่งก็จะสามารถควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ผลดี เช่น การใส่ปลาหางนกยูงลงในอ่างบัว เป็นต้น แต่แหล่งเพาะพันธุ์บางแห่งจำเป็นต้องใช้วิธีการหลายๆ วิธีร่วมกัน เป็นการบริหารจัดการพาหะนำโรคแบบผสมผสาน (Integrated Vector Management หรือ IVM) เช่น ยางรถยนต์เก่าที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ทั้งนี้ยางรถยนต์บางส่วนอาจนำไปดัดแปลงใช้ประโยชน์ได้ทันที (ทำรั้ว ปลูกดอกไม้หรือพืชล้มลุก) ในขณะที่บางส่วนรอการดัดแปลงเป็นสินค้า (ทำเป็นถังใส่ขยะ เป็นเก้าอี้) ยางรถยนต์ในส่วนนี้จึงควรเก็บในที่ร่มหรือหาวัสดุปกคลุมให้มิดชิด บางแห่งมียางรถยนต์เป็นจำนวนมหาศาล ไม่อาจปกคลุมให้มิดชิดทั้งหมดได้ ในกรณีนี้จำเป็นต้องฉีดพ่นสารกำจัดลูกน้ำร่วมด้วยซึ่งอาจจะเป็นสารเคมีหรือสารชีวภาพ

วิธีทางกายภาพ

- การปิดปากภาชนะเก็บน้ำด้วยผ้า ตาข่ายไนล่อน ฝาอะลูมิเนียม หรือวัสดุอื่นใดที่สามารถปิดปากภาชนะเก็บน้ำนั้นได้อย่างมิดชิดจนยุงลายไม่สามารถเล็ดลอดเข้าไปวางไข่ได้

- การหมั่นเปลี่ยนน้ำทุก 7 วัน วิธีนี้เหมาะสำหรับภาชนะเล็กๆที่เก็บน้ำไม่มาก เช่น แจกันดอกไม้สด ทั้งที่เป็นแจกันที่หิ้งบูชาพระ แจกันที่ศาลพระภูมิ หรือแจกันประดับตามโต๊ะ รวมทั้งภาชนะและขวดประเภทต่างๆที่ใช้เลี้ยงต้นพลูด่าง พลูฉลุ ออมทอง ไผ่กวนอิม ฯลฯ

- การเติมน้ำเดือดจัดๆทุก 7 วัน วิธีนี้ใช้ได้กับถ้วยหล่อขาตู้กับข้าวกันมด ซึ่งถ้าหากในช่วง 7 วันที่ผ่านมามีลูกน้ำเกิดขึ้น ลูกน้ำก็จะถูกน้ำเดือดลวกตายไป

- การใช้กระชอนช้อนลูกน้ำ เพื่อลดจำนวนลูกน้ำยุงลายในโอ่งน้ำ บ่อซีเมนต์เก็บน้ำในห้องน้ำ ห้องส้วม ฯลฯ ให้ลดน้อยลงมากที่สุดและอย่างรวดเร็ว

- การใส่ทรายธรรมดาในจานรองกระถางต้นไม้ให้ลึกประมาณ 3 ใน 4 ส่วนของความลึกของจานรองกระถางต้นไม้นั้น เพื่อให้ทรายดูดซึมน้ำส่วนเกินจากการรดน้ำต้นไม้ไว้ ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสำหรับกระถางต้นไม้ที่ใหญ่และหนัก ส่วนต้นไม้กระถางเล็กอาจใช้วิธีเทน้ำที่ขังอยู่ในจานรองกระถางต้นไม้ทิ้งไปทุก 7 วัน

- การเก็บทำลายเศษวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว เช่น ขวด ไห กระป๋อง ฯลฯ และยางรถยนต์เก่าที่ไม่ใช้ประโยชน์ หรือการปกคลุมให้มิดชิดเพื่อมิให้เป็นที่รองรับน้ำได้

- การกลบ ถม หรือการระบายน้ำ อาทิเช่น กระถางที่ปลูกต้นโป๊ยเซียนเนื่องจากดินปลูกลักษณะคล้ายดินเหนียว มีความแน่น เมื่อเกิดเป็นหลุมเป็นแอ่งจึงขังน้ำไว้ได้ และมีลูกน้ำยุงลายสวนมาเพาะพันธุ์อยู่ ในกรณีนี้ควรปรับดินให้ร่วนซุยเพื่อให้น้ำไหลผ่านได้ หรือใส่ดินเพิ่มลงไปเพื่อกลบแอ่งน้ำขังนั้นเสีย สำหรับ

รางระบายน้ำฝนตามชายคาบ้านที่อุดตันเนื่องจากมีใบไม้ร่วงหล่นลงไปทับถมกันอยู่ หากมีน้ำขังก็จะกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ที่ดีของยุงลายสวนได้ จึงควรหมั่นตรวจตราทำความสะอาดรางระบายน้ำฝนเป็นระยะๆ

- การใช้ polystyrene beads ในบ่อหรือถังเก็บน้ำขนาดใหญ่ เนื่องจาก polystyrene beads จะลอยตัวอยู่บนผิวน้ำ หากใช้จำนวนมากพอให้ polystyrene beads แผ่คลุมผิวน้ำได้อย่างสมบูรณ์จะทำให้ลูกน้ำยุงลายขึ้นมาหายใจไม่ได้ ลูกน้ำก็จะตายไป ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ polystyrene bead แต่ละเม็ดที่เหมาะสมคือ 2 มิลลิเมตร ในพื้นที่ 3 ตารางเมตรต้องใช้ polystyrene beads จำนวน 30 ลิตรซึ่งจะแผ่คลุมพื้นที่โดยมีความหนา 1 เซนติเมตร

- การใช้ขันตักลูกน้ำ ลอยไว้ในโอ่งน้ำหรือบ่อซีเมนต์เก็บน้ำที่ปิดฝาไม่ได้ เมื่อลูกน้ำที่ลงไปหากินที่ก้นโอ่งหรือก้นบ่อซีเมนต์ลอยตัวขึ้นมาเพื่อหายใจที่ผิวน้ำ ลูกน้ำจะลอยตัวขึ้นมาบริเวณใต้ขันน้ำซึ่งเป็นเงามืดเข้าไปในปากกรวยและออกมาอยู่ในขันน้ำ เมื่อเราใช้ห้องน้ำและพบว่ามีลูกน้ำอยู่ในขัน ก็ใช้น้ำในขันนั้นราดส้วมไป

วิธีทางชีวภาพ

- ลูกน้ำยุงยักษ์ (*Toxorhynchites spp.*) มีศักยภาพในการกินลูกน้ำยุงลายดีมาก โดยเฉลี่ยแล้วลูกน้ำยุงยักษ์ระยะที่ 4 หนึ่งตัวสามารถกินลูกน้ำยุงลายระยะที่ 1 ได้ 940 ตัวต่อวัน กินลูกน้ำยุงลายระยะที่ 2 ได้ 315 ตัวต่อวัน กินลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ได้ 60 ตัวต่อวัน และกินลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 ได้ 20 ตัวต่อวัน นอกจากนี้ยังสามารถกินตัวโม่งของยุงลายได้ 30 ตัวต่อวัน การนำยุงยักษ์ไปปล่อยในภาชนะขังน้ำเพื่อควบคุมกำจัดลูกน้ำยุงลายนั้นควรใช้ระยะที่เป็นไข่ เนื่องจากสะดวกแก่การขนส่ง

- ปลากินลูกน้ำ (larvivorous fish) ในประเทศไทยมีปลาหลายชนิดที่กินลูกน้ำยุงเป็นอาหาร (นอกเหนือจากการกินตะไคร่น้ำ พืชน้ำ ไรน้ำ ฯลฯ รวมทั้งลูกของมันเองในเวลาที่อาหารอื่นๆขาดแคลน) เช่น ปลาหางนกยูง (Poecilia spp.) และปลาแกมบูเซีย (Gambusia spp.) เป็นต้น โดยใช้ 2 ตัวต่อตุ่มน้ำจะให้ประสิทธิผลในการควบคุมยุงลายดีที่สุด

- แบคทีเรีย (มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Bacillus thuringiensis var. israelensis serotype* H-14 หรือที่เรียกกันโดยย่อว่า B.t.i. มีประสิทธิภาพดีในการกำจัดลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงก้นปล่อง แต่สำหรับลูกน้ำยุงรำคาญนั้นต้องใช้แบคทีเรียอีกชนิดหนึ่งคือ *Bacillus sphaericus* จึงจะได้ผลดีมีหลายแบบให้เลือก คือ แบบที่เป็นของเหลว แบบเป็นผง แบบอัดเม็ด แบบเคลือบเม็ดทราย แบบเคลือบซังข้าวโพด แบบเป็นก้อน เป็นต้น อัตราการใช้แบคทีเรียแบบเคลือบเม็ดทราย คือ 2.5 กรัมต่อน้ำ 200 ลิตร และแบบเม็ด คือ 1-2 เม็ดต่อน้ำ 200 ลิตร

- ไรน้ำจืด (*cyclopoid copepods*) มีหลายชนิด ไรน้ำจืดบางชนิดใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายได้ โดยไรน้ำจืด 1 ตัวสามารถกินลูกน้ำ ยุงลายระยะที่ 1-2 ได้ 15-20 ตัวต่อวัน

- โปรโตซัวบางชนิด เช่น *Ascogregarina culicis* เป็น parasite ของลูกน้ำยุง โปรโตซัวชนิดนี้ถูกค้นพบครั้งแรกในยุงลาย *Aedes (Stegomyia)* sp. ที่ประเทศอินเดีย ต่อมามีรายงานการค้นพบในยุงลาย *Ae. aegypti* ที่บังคลาเทศ อเมริกาใต้ อาฟริกา ฟิลิปปินส์ และ อเมริกาเหนือ

- เชื้อราหลายชนิดสามารถใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายได้ เช่น *Metarhizium anisoplia*e และ Tolypocladium cylindrosporum โดยเชื้อราจะเข้าไปเจริญเติบโตอยู่ในตัวของลูกน้ำ *Metarhizium anisopliae* ผลิตสารพิษ ชื่อว่า depsipeptidase destruxin B และ desmethyldestruxin B ฆ่าลูกน้ำ

- ตัวอ่อนแมลงปอ เป็นตัวห้ำ (predator) กินลูกน้ำยุงและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่นๆที่อยู่ในน้ำเป็นอาหาร

- ด้วงดิ่ง มวนวน มวนกรรเชียง อาศัยอยู่ในน้ำและเป็นศัตรูธรรมชาติของลูกน้ำยุง มักพบตามแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆรวมทั้งบ่อซีเมนต์เก็บน้ำที่อยู่นอกบ้าน (เอาไว้สำหรับใช้รดน้ำต้นไม้ ล้างจาน ฯลฯ) จะพบแมลงเหล่านี้ในเขตชนบทมากกว่าเขตเมือง

- ไส้เดือนฝอย (mermithid nematodes) เป็นตัวเบียนของลูกน้ำ โดยตัวอ่อนของไส้เดือนฝอยจะเข้าไปอาศัยอยู่ภายในบริเวณส่วนอกของลูกน้ำ เมื่อเจริญเติบโตได้ระยะหนึ่งแล้วก็จะไชออกมาทำให้ลูกน้ำตาย

ในจำนวนศัตรูธรรมชาติทั้งหมดนี้ การใช้ปลากินลูกน้ำดูจะเป็นวิธีที่ได้ผลดี สะดวก และประหยัดมากที่สุด เนื่องจากแพร่พันธุ์ง่าย กินลูกน้ำเก่ง มีชีวิตอยู่ได้ทั้งในน้ำสะอาดและน้ำสกปรก และทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ค่อนข้างดี

วิธีทางเคมีภาพ

- การใส่ทรายกำจัดลูกน้ำ เป็นทรายที่เคลือบสารเคมีในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตซึ่งมีความปลอดภัยสูงต่อคนและสัตว์ ใช้ใส่น้ำเพื่อกำจัดลูกน้ำยุงลาย อัตราส่วนที่แนะนำให้ใช้คือทรายกำจัดลูกน้ำ 1 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร ไม่ควรใส่ทรายลงในโอ่งน้ำดื่ม แจกัน อ่างบัว

- การใช้เกลือแกง น้ำส้มสายชู ผงซักฟอก หรือน้ำยาซักล้างทั่วไป ทั้งสี่อย่างนี้เป็นของคู่บ้าน/คู่ครัวที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ โดยเฉพาะที่ถ้วยหล่อขาตู้กับข้าว

- การใช้สารยับยั้งการเจริญเติบโต (Insect Growth Regulator หรือ IGR) เช่น methoprene เป็นต้น methoprene เป็นสารเคมีสังเคราะห์เลียนแบบ juvenile hormone ทำให้การเจริญเติบโตของลูกน้ำผิดปกติไปและตัวโม่งไม่สามารถลอกคราบออกเป็นตัวยุงได้ จึงมีผลทำให้ลูกน้ำและตัวโม่งตายไป

2.1.9 การป้องกันและกำจัดยุงลาย

การป้องกันและกำจัดยุงลาย หมายถึง การกั้นหรือต้านทานไว้ไม่ให้มียุงลายภายในบ้านรวมทั้งการหลีกเลี่ยงการถูกยุงลายกัดและหากพบว่ามียุงลายในบ้านจะต้องทำการขับไล่หรือทำให้หมดสิ้นไป การป้องกันและกำจัดยุงลายมีหลายวิธีดังนี้

2.1.9.1 การป้องกันไม่ใช้ถูกยุงกัด ทำได้ดังนี้

- การนอนในมุ้ง
- สวมเสื้อแขนยาว กางเกงขายางและควรใช้สีอ่อน ๆ
- การใช้สารไล่ยุง (Mosquito Repellents) ส่วนใหญ่มีสารออกฤทธิ์จำพวก deet (N, N-Diethyl-m-toluamide) ในระดับความเข้มข้นต่างๆกันและมีหลายรูปแบบ เช่น ชนิดเป็นขด เป็นแผ่น เป็นครีม เป็นน้ำ ฯลฯ ซึ่งเหมาะสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันไป เช่น ใช้ทาผิว ใช้ชุบเสื้อผ้า ใช้ชุบวัสดุปูพื้น เป็นต้น สารป้องกันยุงใช้ทาผิวหนัง เนื่องจากมีกลิ่นที่ยุงไม่ชอบทำให้ยุงบินหนีไปไม่เข้ามาใกล้ (มีคุณสมบัติเป็น Repellents) จึงช่วยป้องกันมิให้ยุงกัด สารนั้นอาจเป็นพิษหรือไม่เป็นพิษต่อยุงก็ได้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1)

สารที่สกัดได้จากพืช เช่นน้ำมันตะไคร้หอม น้ำมันจากต้นน้ำมันเขียว (ยูคาลิปตัส) เป็นต้น 2) สารที่สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น N,N-Diethyl-m-toluamide เป็นต้น

2.1.9.2 การกำจัดยุงลาย ทำได้ดังนี้

วิธีที่ 1 การใช้สารเคมี มีทั้งแบบที่เป็นกระป๋องทรงกระบอกอัดน้ำยาเคมีที่สามารถฉีดพ่นได้ทันที เมื่อใช้หมดแล้วไม่สามารถเติมน้ำยาเคมีใหม่ได้ และแบบที่เป็นกระป๋องสี่เหลี่ยม ซึ่งต้องเติมน้ำยาเคมีลงในกระบอกฉีดและผู้ใช้ต้องสูบฉีดน้ำยาในขณะพ่นด้วยตนเอง เมื่อน้ำยาเคมีหมดกระบอกฉีดแล้วสามารถเติมน้ำยาใหม่ได้ ปัจจุบันสารเคมีกำจัดยุงมีทั้งชนิดสูตรน้ำมัน (oil base) และชนิดสูตรน้ำ (water base) ซึ่งชนิดสูตรน้ำจะปลอดภัยต่อคน สัตว์และสิ่งแวดล้อมมากกว่ารวมทั้งไม่ทำให้เครื่องเรือนหรือสิ่งของเปรอะเปื้อนด้วย กลุ่มของสารเคมีกำจัดแมลงที่แพร่หลายและใช้กันมากในขณะนี้แบ่งเป็น กลุ่มใหญ่ๆ ตามโครงสร้างและปฏิกิริยาเคมีออกเป็น 4 กลุ่ม คือ

1) Chlorinated hydrocarbon compounds ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน (H) คาร์บอน (C) และคลอรีน (Cl) ซึ่งสารละลายกลุ่มนี้สลายตัวช้า พบว่ามีการสะสมตามดิน น้ำ ร่างกายมนุษย์ ได้แก่ ดีดีที ดีลดริน ออลดริน เป็นต้น

2) Organo-phosphorus compounds มีการใช้สารกลุ่มนี้มากขึ้นทั้งในการเกษตรและสาธารณสุข เนื่องจากสลายตัวเร็วกว่า ได้แก่ มาลาไธออน เฟนนิโตรไธออน เป็นต้น

3) Carbamate compounds เป็นสารเคมีที่เกิดพิษเร็ว สลายตัวเร็ว ได้แก่ แลนดริน เป็นต้น

4) Synthetic pyrethroids เป็นสารเคมีกลุ่มที่สังเคราะห์ขึ้นโดยมีความสัมพันธ์ตามโครงสร้างของ pyrethrins ซึ่งสกัดได้จาก pyrethrum (ดอกเบญจมาศ) เป็นสารที่มีความเป็นพิษต่อแมลงสูงแต่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นต่ำ ได้แก่ เดลตาเมทริน เพอร์เมทริน เป็นต้น

วิธีที่ 2 การใช้อุปกรณ์กำจัดยุง มีอยู่ 2-3 ชนิด 1) ชนิดที่เป็นกับดักไฟฟ้า ใช้ไฟบ้าน 220 โวลท์ โดยหลักการคือใช้แสงไฟล่อให้ยุงบินเข้าไปหากับดัก เมื่อยุงบินไปถูกซี่กรงที่มีไฟฟ้าก็จะถูกไฟฟ้าช็อตตายไป 2) อุปกรณ์กำจัดยุงไฟฟ้าแบบใช้แบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉาย) รูปร่างคล้ายไม้เทนนิสแต่แทนที่จะเป็นเส้นเอ็นก็เป็นซี่ลวด ซึ่งเมื่อเปิดสวิทซ์ก็จะมีกระแสไฟไหลผ่านผู้ใช้ต้องโบกซี่ลวดให้ถูกตัวยุง ยุงก็จะถูกไฟช็อตตาย (สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือดออก.2545:762)

2.1.10 มาตรการในการควบคุมยุงลาย

เนื่องจากในวงจรชีวิตหนึ่ง ๆ ของยุงลายประกอบด้วย 4 ระยะที่มีความแตกต่างกันทางชีววิทยาและนิเวศวิทยา ทำให้วิธีการควบคุมกำจัดยุงลายในแต่ละระยะก็แตกต่างกันไปด้วย

ระยะไข่ ไข่ลูกน้ำมีขนาดเล็กมาก ทนต่อความแห้งแล้งและสารเคมี การกำจัดระยะไข่อย่างง่ายๆ กระทำได้โดยการขัดล้างตามผิวภาชนะต่างๆ แต่มักไม่สะดวกในทางปฏิบัติ

ระยะลูกน้ำและตัวโม่ง การควบคุมกำจัดระยะลูกน้ำและตัวโม่งกระทำได้ง่ายและสะดวกที่สุด เนื่องจากลูกน้ำยุงลายและตัวโม่งอยู่ในภาชนะขังน้ำต่างๆ ทั้งที่อยู่ภายในและภายนอกบ้าน จึงเป็นเป้านิ่งให้ควบคุมกำจัดได้ผลดีกว่าระยะอื่นๆ วิธีที่ง่ายและสะดวกในการควบคุมกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งคือ การลดและทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ ซึ่งมีอยู่หลายวิธีได้แก่ 1) การปกปิดภาชนะเก็บน้ำด้วยฝาปิดให้มิดชิด บางครั้งปากภาชนะกับฝาปิด

เข้ากันได้ไม่สนิทมีรูหรือช่องให้ยุงลายแทรกตัวเข้าไปวางไข่ได้ ก็ควรปิดปากภาชนะนั้นด้วย ผ้ามุ้ง, ผ้ายาง, หรือพลาสติกก่อนชั้นหนึ่ง แล้วจึงปิดฝาชั้นนอกภาชนะที่ปกปิดไม่ได้ เช่น บ่อซีเมนต์ในห้องน้ำ ให้ใส่ทรายอะเบทเพื่อกำจัดลูกน้ำ (ในอัตราที่เจ้าหน้าที่สาธารณสุขแนะนำ) หรือหมั่นขัดล้าง เปลี่ยนน้ำทุก 7 วัน หรือเลี้ยงปลาหางนกยูงจำนวนหนึ่ง (2-10 ตัว แล้วแต่ขนาดของบ่อ) เพื่อช่วยกินลูกน้ำ 2) การคว่ำภาชนะที่ยังไม่ได้ใช้ประโยชน์เป็นการป้องกันไม่ให้รองรับน้ำและมีน้ำขัง 3) การเผา ฝัง ทำลาย หรือกลบเศษวัสดุที่อาจเก็บขังน้ำและเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายได้เช่น ไหแตก กะลา ยางรถยนต์เก่า กระป๋อง ขวด ฯลฯ 4) ใส่เกลือ ½ ช้อนชา หรือน้ำส้มสายชู 2 ช้อนชา หรือผงซักฟอก ½ ช้อนชา ลงในจานรองขาตู้กันมด จะให้ยุงลายไม่วางไข่ (แต่วิธีนี้จะต้องเปลี่ยนน้ำใหม่และใส่สารดังกล่าวใหม่ทุกเดือน มิฉะนั้นน้ำจะเกิดฝ้าทำให้มดเดินผ่านผิวน้ำนั้นได้) หรือเทน้ำเดือดลงไปในจานรองขาตู้กันมดทุก 7 วัน เพื่อฆ่าลูกน้ำที่เกิดขึ้น หรือใส่ชันหรือใส่ขี้เถ้าแทนการใส่น้ำ เพราะชันและขี้เถ้าสามารถป้องกันไม่ให้มดขึ้นตู้กับข้าวได้ 6) จานรองกระถางต้นไม้ที่มีน้ำขัง ก็เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายได้ ให้ใส่ทรายธรรมดาลงในจานรองนั้นประมาณ 3 ใน 4 ของความลึกของจาน เพื่อให้ทรายดูดซับน้ำส่วนเกินจากการรดน้ำต้นไม้ไว้ 5)หมั่นเปลี่ยนถ่ายน้ำในแจกันหรือภาชนะที่ปลูกพลูด่างทุก 7 วัน หรือใช้กระดาษนิ่มๆ อุดปากแจกันไว้

การควบคุมกำจัดลูกน้ำและตัวโม่งโดยไม่ใช้สารเคมีเป็นการรักษาสภาพแวดล้อม ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย (เทียบกับการใช้สารเคมี) แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนและความร่วมมือจากหน่วยงาน/องค์กรทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชนระยะยุงเต็มวัย ควบคุมกำจัดโดยการใช้สารเคมี การใช้กับดักและการป้องกันตนเองไม่ให้ถูกยุงกัดดังนี้

การใช้สารเคมีกระทำได้ 2 วิธี คือ 1) การพ่นละอองฝอยหรือการพ่นแบบ Ultra Low Volume (ULV) เป็นการพ่นน้ำยาเคมีจากเครื่องพ่น โดยใช้แรงอัดอากาศผ่านรูพ่นกระจายน้ำยาออกมาเป็นละอองฝอยที่มีขนาดเล็กมาก ละอองน้ำยาจะกระจายอยู่ในอากาศและสัมผัสกับตัวยุงที่บินอยู่ เครื่องพ่นน้ำยาเคมีประเภทนี้มีทั้งแบบสะพายหลังแบบที่ต้องติดตั้งบนรถยนต์ 2) การพ่นหมอกควัน (thermal fogging) เป็นการพ่นน้ำยาเคมีออกจากเครื่องพ่นโดยใช้อากาศร้อน พ่นเป็นหมอกควันให้น้ำยาฟุ้งกระจายในอากาศเพื่อให้สัมผัสกับตัวยุง เครื่องพ่นหมอกควันมีทั้งแบบหิ้วและแบบติดตั้งบนรถยนต์

การใช้กับดัก เป็นการล่อให้ยุงบินเข้ามาติดกับดักเพื่อทำให้ตายต่อไป เช่น กับดักยุงแบบใช้แสงล่อ (แสงจากหลอด black light) กับดักยุงไฟฟ้าใช้แสงล่อยุงเข้ามา เมื่อยุงบินมากระทบถูกซี่กรงที่มีไฟฟ้าก็จะตายไป , กับดักยุงแบบใช้คลื่นเสียง เป็นต้น การป้องกันตนเองไม่ให้ยุงกัด ควรกระทำดังนี้คือ 1)นอนในมุ้ง (แม้ว่า จะเป็นเวลาเช้า กลางวัน บ่าย หรือเย็น เนื่องจากยุงลายออกหากินในเวลากลางวัน) จะใช้มุ้งธรรมดาหรือมุ้งชุบสารเคมีก็ได้ หรือจะนอนในห้องที่บุด้วยมุ้งลวดก็ได้แต่ต้องแน่ใจว่าในห้องนั้นไม่มียุงลายเล็ดลอดเข้าไปอาศัยอยู่ 2) ใช้ทายากันยุงกัด ยาเหล่านี้มีทั้งชนิดน้ำ ชนิดผง และชนิดที่เป็นครีม ส่วนใหญ่มีคุณสมบัติในการไล่ยุงไม่ให้เข้ามาใกล้, หรือการใช้เครื่องไล่ยุงไฟฟ้า แต่ควรใช้ด้วยความระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากแผ่นกระดาษชุบสารเคมีที่มีคุณสมบัติไล่ยุงนั้นอาจเป็นอันตรายต่อเด็กอ่อนและทารกได้ รวมทั้งอาจก่อให้เกิดความระคายเคืองเมื่อสัมผัสถูกผิวหนัง รวมทั้งไอระเหยอาจทำให้เคืองตาด้วย จึงควรศึกษาวิธีใช้ให้เข้าใจก่อนการใช้งาน (กองโรคติดต่อทั่วไป กรมควบคุมโรคติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข,2541:19-20)

การใช้สารเคมีควบคุมยุงลายระยะตัวเต็มวัย (Adulticide) การควบคุมยุงลายระยะตัวเต็มวัยใช้สารเคมีในการฉีดพ่นยุงโดยใช้หลักการพ่นสารเคมีให้ฟุ้งกระจายลอยอยู่ในอากาศ (space spray) เพื่อให้สารเคมีสัมผัสตัวยุง ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของหมอกควันหรือฝอยละออง และมีปริมาณที่มากพอสามารถฆ่ายุงได้ การพ่นแบบนี้จะพ่นในบริเวณที่ต้องการควบคุมยุงพาหะในช่วงเวลาที่ยุงกำลังบินและมีโอกาสสัมผัสกับแมลงเป้าหมายโดยเร็วที่สุด ไม่มีฤทธิ์ตกค้างและให้ผลในการฆ่าเพียง 1-2 วัน จะดำเนินการเมื่อมีโรคไข้เลือดออกเกิดขึ้นในพื้นที่เพื่อยับยั้งการระบาดของโรคโดยการพ่นสารเคมีแบบหมอกควัน (fogging) ซึ่งน้ำยาเคมีจะถูกความร้อนทำให้แตกตัวแล้วพ่นออกมาจากเครื่องพ่นกลายเป็นหมอกควันฟุ้งกระจาย เม็ดน้ำยามีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 10-60 ไมครอน ปกคลุมพื้นที่ที่จะควบคุมยุงหรือฝอยละออง (ULV) ซึ่งน้ำยาเคมีจะถูกฉีดพ่นออกจากเครื่องพ่นโดยแรงอัดอากาศผ่านรูพ่นกระจายออกมาเป็นฝอยละอองขนาดเล็กมากมีอนุภาคไม่เกิน 50 ไมครอน กระจายอยู่ในอากาศเพื่อให้สัมผัสกับยุงในบริเวณพื้นที่เป้าหมาย จะฉีดพ่นรอบบ้านผู้ป่วยเป็นรัศมี 100 เมตร ให้เร็วที่สุด 2-4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน เพื่อกำจัดยุงลายที่อาจได้รับเชื้อไข้เลือดออกให้หมดเพื่อไม่ให้มีโอกาสแพร่ระบาดต่อไป สารเคมีที่นิยมพ่นจะเป็นกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์สูตรผสม เช่น Deltamethrin 0.5% สูตรผสม Zeta-cypermethrin 2.25% สูตรผสม เป็นต้น

2.1.11 การต้านทานต่อสารฆ่าแมลง

การต้านทานต่อสารฆ่าแมลง หมายถึง การที่แมลงสายพันธุ์ (strain) ใดสายพันธุ์หนึ่งสามารถพัฒนาความสามารถในการทนทานต่อขนาด (dose) ของสารพิษซึ่งมีการพิสูจน์แล้วว่าใช้ฆ่าแมลงชนิดนั้นได้ผลในสภาพประชากรในธรรมชาติ การที่แมลงสามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้นั้น นับว่าเป็นการคัดเลือกทางธรรมชาติ (natural selection) คือ เมื่อแมลงที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ต้านทานต่อสาร ฆ่าแมลงได้มีชีวิตอยู่รอดหลังจากการถูกคัดเลือกภายใต้การใช้สารฆ่าแมลงจะสามารถถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนี้ไปสู่ลูกหลานรุ่นต่อๆ ไปได้

เมื่อแมลงต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดหนึ่งแล้วยังสามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงชนิดอื่นๆ ได้โดยกลไกเดียวกัน เรียกการต้านทานนี้ว่าการต้านทานข้าม (cross resistance) ส่วนการที่แมลงสามารถต้านทานต่อสารฆ่าแมลงหลายชนิดได้โดยกลไกหลายอย่างรวมกันเรียกการต้านทานเช่นนี้ว่าการต้านทานรวม (multiple resistance) (สุภาณี, 2540)

2.1.11.1 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างความต้านทาน

การสร้างความต้านทานมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง (กนกพร, 2532) ได้แก่

1) ปัจจัยทางพันธุกรรมหรือยีนภายในตัวแมลงแต่ละชนิด โดยแมลงชนิดนั้นๆ มียีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความต้านทานต่อสารเคมี และยีนต้านทานมีการแสดงออกต่อการต้านทานมากหรือน้อยเพียงใดและมีโอกาสถูกกระตุ้นให้เกิดขึ้นหรือถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้หรือไม่

2) ปัจจัยทางชีววิทยาของแมลง ได้แก่ ความยาวนานของวงจรชีวิตซึ่งเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในแต่ละชั่วอายุขัยของแมลงนั้นๆ เช่น แมลงที่มีหลายชั่วอายุขัยต่อปีจะสร้างความต้านทานต่อสารเคมีเร็วกว่าแมลงที่มีชั่วอายุขัยยาวนาน ปัจจัยทางชีววิทยาอื่นๆ ได้แก่ อัตราการขยายพันธุ์ และรูปแบบการ

สืบพันธุ์ พบว่าแมลงที่มีการสืบพันธุ์โดยอาศัยเพศจะปรับตัวสร้างความต้านทานได้ดีกว่าแมลงพวกที่สืบพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ เป็นต้น

3) ปัจจัยเกี่ยวกับชนิดและวิธีการใช้สารฆ่าแมลง ประกอบด้วยปัจจัย 2 ส่วน ส่วนแรกเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติเฉพาะชนิดของสารฆ่าแมลงที่เลือกใช้ เช่น ระดับความเป็นพิษและเสถียรภาพ ส่วนที่สองเกี่ยวกับวิธีการใช้ เช่น ความถี่ในการใช้ และช่วงเวลาการใช้

พิจารณาจากปัจจัยทั้ง 3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างความต้านทานของแมลง จะเห็นได้ว่าสองกลุ่มแรกนั้นเป็นสิ่งที่ไม่สามารถปรับหรือควบคุมได้ แต่ปัจจัยที่สามนั้นเราจะสามารถปรับเปลี่ยนให้เหมาะสม เพื่อช่วยชะลอการเกิดความต้านทานได้

2.1.11.2 กลไกการสร้างความต้านทาน

กลไกการสร้างความต้านทานที่เกิดขึ้นในแมลงแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นกับชนิดของสารฆ่าแมลงที่ใช้ซึ่งมีกลไกการออกฤทธิ์แตกต่างกัน กลไกการสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงแบ่งได้ 3 ประเภท คือ กลไกทางพฤติกรรม กลไกทางสรีรวิทยาและกลไกทางชีวเคมี (สุภาณี, 2540)

1) กลไกทางพฤติกรรม (Behavioral mechanism)

แมลงบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรม เพื่อลดโอกาสที่แมลงจะได้สัมผัสสารพิษในปริมาณที่จะทำให้เกิดพิษได้

2) กลไกทางสรีรวิทยา (Physiological mechanism)

การสร้างความต้านทานอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ซึ่งทำให้ระบบการผ่านเข้าและอัตราการขับถ่ายออกจากร่างกายของสารฆ่าแมลง รวมทั้งเมแทบอไลต์ (metabolite) หรือผลการเปลี่ยนแปลงสารเปลี่ยนไป เช่น การลดความเร็วในการซึมผ่านชั้นคิวติเคิล (cuticle) ที่ผนังลำตัวของแมลง โดยอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงโครงร่างของคิวติเคิลหรือมีการสะสมในเนื้อเยื่อไขมัน

3) กลไกทางชีวเคมี (Biochemical mechanism)

แมลงมีกระบวนการทางชีวเคมีลดและสลายสารพิษ สารฆ่าแมลงซึ่งมีสมบัติเป็นลิโปฟิลิก (lipophilic) ละลายในไขมันได้ดี จะถูกทำให้เป็นโพลาร์มากขึ้นหรือละลายในน้ำได้มากขึ้นเพื่อที่จะขับถ่ายออกนอกร่างกาย กลไกทางชีวเคมีเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงในระดับแมคโครโมเลกุล

<u>การเพิ่มการลดพิษ (Increased detoxification)</u>

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

ก. Cytochrome P_{450} monooxygenase system หรือระบบไมโครโซมาลโมโนออกซิจีเนส (microsomal monooxygenase system) ชื่อเดิมเรียก มิกซ์ฟังชันออกซิเดส (mixed function oxidase) : เป็นระบบเอนไซม์ที่มีความสำคัญในวิถีการเปลี่ยนรูปของสารแปลกปลอมในสิ่งมีชีวิต โดยเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชัน

ข. Glutathione -S-transferase : เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphorus เอนไซม์ชนิดนี้ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาการรวมตัว (conjugation) ของกลูทาไทโอน (glutathione ; GSH) กับสารฆ่าแมลง ผลจากปฏิกิริยาจะได้สารที่ไม่มีพิษและมีสมบัติละลายน้ำได้มากขึ้น

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

โดยทั่วไปเมทาโบไลต์จากปฏิกิริยาโดยเอนไซม์สองกลุ่มหลังมักมีคุณสมบัติไม่เป็นพิษและละลายในน้ำได้มากขึ้น ส่วนเมทาโบไลต์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันโดย cytochrome P_{450} monooxygenase นั้น บางครั้งอาจมีพิษสูงขึ้นกว่าสารตั้งต้น

<u>การเปลี่ยนแปลงซึ่งเกิดขึ้นที่ตำแหน่งการออกฤทธิ์ (Alteration at the site of action)</u>

ก. การเปลี่ยนแปลงเอนไซม์ acetylcholinesterase โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงที่โครงรูป หรือความสอดคล้องในการปฏิบัติงาน (comformation) ของเอนไซม์ดังกล่าว อาจทำให้เอนไซม์ลดความว่องไวในการจับกับสารฆ่าแมลงในกลุ่ม organophosphorus และ carbamate มีผลทำให้สารฆ่าแมลงนั้นออกฤทธิ์ต่อแมลงช้าลงทำให้เอนไซม์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการทำลายพิษของสารฆ่าแมลงสามารถทำงานได้ก่อนการเกิดพิษ

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

2.1.11.3 วิธีการตรวจการสร้างความต้านทาน

2.1.11.3.1 การตรวจสอบโดยใช้สิ่งมีชีวิต (Bioassay detection) เป็นการประเมินความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute test) โดยให้สัตว์ทดลองได้รับพิษเพียงครั้งเดียวหรือได้รับหลายครั้งในระยะเวลาสั้น โดยทั่วไปสัตว์ทดลองจะแสดงอาการให้เห็นภายใน 24 ชั่วโมง และเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นภายใน 1-3 วัน การประเมินความเป็นพิษเฉียบพลันนิยมใช้ค่า LD_{50} หรือ Median Lethal Dose และ ค่า LC_{50} หรือ Median Lethal Concentration เป็นดรรชนีแสดง

2.1.11.3.2 การตรวจสอบทางชีวเคมี (Biochemical detection) ตรวจสอบเอนไซม์ (Enzyme assay) ที่ทำหน้าที่ลดทำลายสารพิษและเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง ซึ่งมีเทคนิควิธีการที่ใช้ตรวจสอบ ได้แก่ เทคนิค electrophoresis จากคุณสมบัติการเคลื่อนที่ของสารที่มีประจุโดยสารที่มีประจุจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วไฟฟ้าที่มีประจุตรงข้ามสารนั้นๆและเทคนิค spectrophotometric ที่ใช้หลักการดูดกลืนพลังงานแสงของสารละลายโดยปริมาณการดูดกลืนพลังงานแสงหรือที่เรียกว่า ค่าแอบซอร์บแบนซ์ (absorbance) ของสารแต่ละชนิด จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสารนั้นๆ ซึ่งปัจจุบันนี้ได้มีการพัฒนาให้สามารถตรวจสอบตัวอย่างได้มากขึ้น และใช้ปริมาณสารเคมีในการตรวจสอบน้อยลง โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า microplate reader (พรรณเพ็ญ, 2539)

2.1.11.3.3 การตรวจสอบทางอณูชีวโมเลกุลในตัวแมลง (Molecular detection) การตรวจสอบโมเลกุลในตัวแมลง แมลงที่ต้านทานต่อสารฆ่าแมลงซึ่งเกิดจากการผ่าเหล่า (mutation) ใน gene หรือ DNA ที่ควบคุมการสร้างเอนไซม์ในแมลง ทำให้สารฆ่าแมลงไม่เป็นพิษกับตัวแมลง การตรวจสอบทำโดยใช้วิธีการทางอณูชีววิทยาต่างๆ เช่น RFLP (restriction fragment length polymorphism) การตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนที่เปลี่ยนแปลง เป็นต้น(พรรณเพ็ญ, 2539)

2.1.11.3.4 การตรวจการตื่นตัวของประสาทต่อสารฆ่าแมลง (Neurophysiology detection) เป็นการตรวจสอบการตื่นตัวของประสาทต่อสารฆ่าแมลง จากการหา nerve firing rate แมลงที่อ่อนแอจะมีส่วนยอดของเส้นกราฟขึ้นสูงกว่าแมลงที่ต้านทานสารฆ่าแมลง โดยการใช้ขั้วไฟฟ้าวางลงไปที่ผนังลำตัวตรงที่ไม่ใช่ปมประสาท (พรรณเพ็ญ, 2539)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรคไข้เลือดออกเป็นโรคติดต่อนำโดยแมลงที่เป็นปัญหาสำคัญทางด้านสาธารณสุขของประเทศไทย นับตั้งแต่พบการระบาดในประเทศปี พ.ศ. 2501 เป็นต้นมา สาเหตุเกิดจากเชื้อไวรัสเด็งกี่ (dengue virus) มียุงลายบ้าน *Aedes aegypti* เป็นพาหะหลักและยุงลายสวน *Aedes albopictus* เป็นพาหะรอง โรคไข้เลือดออกมักมีการระบาดเป็นระยะทุกๆ 2-3 ปี[1]

สถานการณ์โรคไข้เลือดออกในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2551 และ 2552 พบจำนวนผู้ป่วย 87,494 และ 56,651 ราย คิดเป็นอัตราป่วย 138.80 และ 89.27 ต่อประชากรแสนคน เสียชีวิต 101 และ 50 ราย[2]

แม้ว่าแนวโน้มของโรคจะลดลงแต่ยังคงมีความสำคัญเนื่องจากเป็นโรคที่ได้แพร่ระบาดจากเขตเมืองสู่ชนบทและกระจายไปทั่วประเทศ[3] ดังนั้นจึงอาจกลับมาระบาดและเป็นภัยคุกคามต่อสุขภาพของประชาชนได้ตลอดเวลา

ยุงลายเป็นยุงที่มีชีวนิสัย ชอบใกล้ชิดกับคน ระยะไข่ ลูกน้ำ และตัวโม่ง พบได้ในภาชนะเก็บกักน้ำในครัวเรือนทั้งในบ้านและนอกบ้าน ชอบกัดกินเลือดคน (anthropophilic)[4]

การป้องกันควบคุมโรคไข้เลือดออกให้ความสำคัญกับมาตรการลดแหล่งเพาะพันธุ์ของลูกน้ำยุงลาย แต่เมื่อมีการระบาดเกิดขึ้นก็จำเป็นต้องกำจัดยุงตัวเต็มวัย เพื่อกำจัดยุงที่มีเชื้อไวรัสให้หมดไป สารเคมีที่ใช้ส่วนมากเป็นกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์และออร์กาโนฟอสฟอรัส[5]แต่ในปัจจุบันมีการรายงานการสร้างความต้านทานต่อสารเคมีของยุงลายบ้านและยุงลายสวน อาทิความไวของยุงลายบ้านที่เมือง Curitiba ประเทศ Brazil ต่อสาร temephos และ cypermethrin พบว่ามีความไวต่อสาร temephos แต่ต้านทานต่อสาร cypermethrin[6]

บุญเสริม อ่วมอ่อง และคณะศึกษาใน 10 จังหวัดเขตภาคกลางของประเทศไทย พบว่ายุงลายต้านทานต่อสาร DDT 4 % propoxur 0.1 % permethrin 0.25 % และ etofenprox 0.25 % แต่ไวต่อสาร malathion 5 %[7]

กองแก้ว ยะอูป และคณะ ได้ศึกษาความไวของยุงลายใน 14 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ายุงลายต้านทานต่อสาร permethrin 0.75 %[8]

ปี 2547 ลักษณา หลายทวีวัฒน์และคณะได้ศึกษาความไวของยุงลายต่อสาร permethrin 0.75 % เปรียบเทียบกับการศึกษาของกองแก้ว ยะอูปและคณะในปี 2545 พบว่ายุงลายสายพันธุ์ขอนแก่นดื้อต่อสาร

permethrin 0.75% เพิ่มขึ้นโดยมีอัตราตาย 29.0 และ 28.0[9] และต่อมาได้ศึกษาหาระดับความต้านทาน (Resistance Ratio) เปรียบเทียบกับยุงลายสายพันธุ์ Bora bora ขององค์การอนามัยโลก พบว่า มีค่า RR เท่ากับ 25 เท่า[10]

ปีพ.ศ. 2547 สีวิกา แสงธาราทิพย์และคณะได้ทำการศึกษาความไวของยุงลายต่อสารกำจัดแมลง 3 ชนิด ได้แก่ สารผสม deltamethrin (Deltacide®) etofenprox (Lenatop®) และ สารผสม fenitrothion (Sumithion®) กับตัวอย่างประชากรยุงลาย 5 จังหวัด คือนครปฐม พิจิตร ระยอง สมุทรปราการ และสุรินทร์ พบว่า ยุงลายทั้ง 5 จังหวัด มีความไวสูงต่อสารผสม fenitrothion มีความไวค่อนข้างดีต่อสารผสม deltamethrin และมีความไวปานกลางต่อสารผสม etofenprox[11]

บุญเทียน อาสารินทร์ และคณะ (2548) ได้สำรวจการใช้สารเคมีกำจัดแมลงพาหะนำโรคไข้เลือดออก ของ อปท. และหน่วยคู่สัญญาบริการระดับปฐมภูมิ (CUP) ในพื้นที่สาธารณสุขเขต 6 ปี 2547 พบว่าหน่วยงานที่มีการซื้อ/ใช้สารเคมีมากที่สุดคือ อบต. รองลงมาคือ สถานีอนามัยคิดเป็นร้อยละ 76.61 และ 12.88 ตามลำดับ สารเคมีที่มีการซื้อและใช้มากที่สุดคือ ทิมีฟอส รองลงมาคือ ไซเปอร์มิทริน สัดส่วนการซื้อและใช้สารเคมีของ อบต. ต่อเทศบาลเป็น 15 : 1 ซึ่งมีทั้งสารเคมีที่มีการขึ้นทะเบียนจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และไม่มีการขึ้นทะเบียน

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Design) โดยการศึกษาในสนาม (field study) และในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายในเดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม 2563 จากพื้นที่ศึกษา นำมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น นำลูกน้ำยุงมาทดสอบความไวต่อสาร temephos และทดสอบความไวยุงตัวเต็มวัยกับกระดาษชุบสารเคมี 4 ชนิด ได้แก่ Deltamethrin 0.3% Deltamethrin 0.15% Deltamethrin 0.03% Alphacypermethrin 0.03% Lambdacyhalothrin 0.03% Fenitrothion 1% Malathion 5% ได้รับจาก WHO Vector Control Research Unit มหาวิทยาลัย Sains Malaysia รัฐปีนัง ประเทศมาเลเซีย เปรียบเทียบระดับความต้านทานกับยุงลายสายพันธุ์มาตรฐาน (Bora bora)

3.2 ประชากรศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรศึกษาคือลูกน้ำยุงลายและยุงลายในพื้นที่อำเภอที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกซ้ำซากในพื้นที่สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น 4 จังหวัด 20 อำเภอ

3.2.1 **กลุ่มตัวอย่าง**

การพยากรณ์โรคไข้เลือดออกของกรมควบคุมโรค ปี 2563 อำเภอที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออกซ้ำซาก 4 จังหวัด จำนวน 20 อำเภอ

3.2.2 **วิธีการสุ่มตัวอย่าง**

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นรูปแบบการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคไข้เลือดออก ทั้งหมด 4 จังหวัด รวมทั้งหมด 20 อำเภอ ได้แก่

- จังหวัดขอนแก่น 5 อำเภอ คือ อำเภอภูผาม่าน อำเภอภูเวียง อำเภอบ้านแฮด อำเภอพระยืน และอำเภอแวงน้อย
- จังหวัดมหาสารคาม 5 อำเภอ คือ อำเภอกันทรวิชัย อำเภอเชียงยืน อำเภอเมืองมหาสารคาม อำเภอแกดำ และอำเภอพยัคฆภูมิพิสัย
- จังหวัดร้อยเอ็ด 5 อำเภอ คือ อำเภอโพนทอง อำเภอหนองพอก อำเภอธวัชบุรี และอำเภอเมืองร้อยเอ็ด อำเภอจตุรพักตรพิมาน
- จังหวัดกาฬสินธุ์ 5 อำเภอ คือ อำเภอฆ้องชัย อำเภอนามน อำเภอสหัสขันธ์ อำเภอกมลาไสย และอำเภอกุฉินารายณ์

3.2.3 **เครื่องมือในการวิจัย**

3.2.3.1 อุปกรณ์ทดสอบความไวลูกน้ำยุงต่อสารเคมี ได้แก่ บีกเกอร์ (beaker), pipette, auto-pipette, cylinder, กระชอนตักลูกน้ำขนาดเล็ก แท่งแก้วคนสาร เป็นต้น

3.2.3.2 สารกำจัดลูกน้ำที่ใช้คือสารละลายทีมีฟอสมาตรฐานของ WHO ความเข้มข้น Temephos 156.25 mg/L.

3.2.3.3 เครื่องมือทดสอบความไวยุงขององค์การอนามัยโลก (WHO Standard Susceptibility test Kit) ได้แก่ หลอดพลาสติกรูปทรงกระบอก ที่มีจุดสีแดง และสีเขียว คลิปหนีบกระดาษวงกลม

3.2.3.4 กระดาษชุบสารกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ได้แก่ Permethrin 0.75%, Deltamethrin 0.05%, Malathion 5%, Propoxur 0.1% และกระดาษ control

3.2.3.5 เทอร์โมมิเตอร์ ชนิด สูงสุด–ต่ำสุด (Maximum Minimum Thermometer)

3.2.3.6 เครื่องมือวัดความชื้น (Hygrometer)

3.2.3.7 หลอดดูดยุง (Aspirator)

3.2.3.8 นาฬิกาจับเวลา

3.2.3.9 แบบฟอร์มบันทึกผลการทดสอบความไว

3.3. ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.3.1. การเก็บตัวอย่าง

3.3.1.1. สุ่มเก็บตัวอย่างลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Ae. aegypti*) จากภาชนะต่างๆในบ้านเรือนชุมชนในพื้นที่ที่มีผู้ป่วยไข้เลือดออกสูงของเขตเทศบาลเมือง เทศบาลตำบล และนอกเขตเทศบาล โดยสุ่มให้กระจายจากแหล่งเพาะพันธุ์และกระจายทั่วชุมชนเพื่อให้ได้ลูกน้ำจำนวนมากพอที่จะนำลูกน้ำมาเลี้ยงเพื่อเก็บไข่

3.3.1.2. นำลูกน้ำยุงลายและตัวโม่งที่สุ่มเก็บได้มาคัดแยกและเลี้ยงเก็บไข่ เพื่อนำรุ่นลูกไปขยายพันธุ์เพิ่มหรือทดสอบ

3.3.1.3. ลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์มาตรฐาน (Bora bora) จากคณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล มาทดสอบเพื่อเปรียบเทียบระดับความไวต่อสารเคมี

3.3.1.4. การเลี้ยงเพิ่มปริมาณยุงลายในห้องปฏิบัติการ ใช้ไข่ยุงลาย Bora bora และไข่ยุงลายบ้านจากลูกน้ำที่สุ่มเก็บตัวอย่างจากชุมชน ในเขตเทศบาลเมือง เทศบาลตำบล และนอกเขตเทศบาลมาเลี้ยงเพิ่มปริมาณ ในห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น คัดแยกเลี้ยงลูกน้ำยุงลายแต่ละพื้นที่ใส่ในถาดพลาสติกขนาด 20 x 30 ซม. ประมาณถาดละ200 ตัว ให้อาหารลูกน้ำด้วยอาหารและปิดฝาถาดป้องกันการปะปนจากยุงประชากรอื่น -เมื่อลูกน้ำยุงลายบ้านเจริญเป็นตัวโม่ง ทำการคัดแยกตัวโม่งแล้วนำมาเลี้ยงไว้ในกรงเลี้ยงแมลงขนาด 30 x 30 x 30 ซม. เพื่อรอการฟักเป็นตัวเต็มวัย เมื่อตัวโม่งฟักเป็นตัวเต็มวัยให้อาหารโดยใช้แท่งสำลีชุบสารละลายน้ำตาล 10% ใส่ในกรงเลี้ยงยุง และควบคุมความชื้น จำแนกชนิดของยุงลาย คัดเลือกเอาเฉพาะยุงลายบ้าน *Ae. aegypti* แยกใส่กรงเลี้ยงยุง หลังจากนั้นประมาณ 3-4 วัน ให้ยุงกินเลือดจากหนูทดลองทุกวัน วันละประมาณ 30 นาที ติดต่อกัน 2 วัน - ประมาณ 2 วัน หลังจากกินเลือดให้นำภาชนะสำหรับวางไข่ยุงมาวางไว้ในกรงเลี้ยงยุง นำไข่ยุงลายที่ได้มาเพาะเลี้ยงเป็นลูกน้ำรุ่น F1 เพื่อทำการทดสอบต่อไป

3.3.1.5. ถ้าจำนวนยุงลายบ้าน ไม่เพียงพอที่จะทำการทดสอบต้องเลี้ยงเพิ่มปริมาณต่อไปอีก แต่ต้องไม่เกินรุ่น F2 -ลกน้ำสำหรับการทดสอบความไวใช้ลูกน้ำระยะ 3 ตอนปลายหรือระยะ 4 ตอนต้น

3.3.2. การทดสอบความไวต่อสารเคมีของลูกน้ำยุง

การทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสาร temephos ใช้วิธีการตามวิธีมาตรฐานองค์การอนามัยโลก ปี ค.ศ. 1981 (12)

3.3.2.1 เตรียมสารเคมีทีมีฟอส (temephos) โดยเป็นสารเคมีมาตรฐานของขององค์การอนามัยโลก ซึ่งจะใช้ทดสอบความไวของลูกน้ำยุงลายที่ระดับความเข้มข้น 0.02 mg/L (WHO, 1981)[12] โดยการเตรียมสารละลายทีมีฟอสสำหรับเป็นสารตั้งต้น จากความเข้มข้น 156.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้มีความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.3.2.2 เตรียมน้ำสะอาดปริมาตร 225 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยทดสอบและเตรียมน้ำสะอาดปริมาตร 24 มิลลิลิตรในถ้วยเตรียมลูกน้ำ ดูดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ตอนปลายหรือระยะที่ 4 ตอนต้น ใส่ในกระชอนลูกน้ำแล้วนำมาใส่ในถ้วยเตรียมลูกน้ำ ถ้วยละ 25 ตัว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที เพื่อดูความแข็งแรงของลูกน้ำยุง หากตัวใดอ่อนแอให้นำออกเปลี่ยน

3.3.2.3 ดูดสารละลายทีมีฟอสความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในถ้วยทดสอบลูกน้ำที่เตรียมไว้แต่ละถ้วยมีน้ำอยู่ปริมาตร 225 มิลลิลิตร สำหรับชุดควบคุม (control) ใส่สารละลายเอทธานอลแทนการใส่สารทีมีฟอส คนให้เข้ากัน

3.3.2.4 เทลูกน้ำยุงลายที่เตรียมไว้ในถ้วยลงในถ้วยทดสอบ ทิ้งให้ลูกน้ำสัมผัสสารละลายทีมีฟอสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.3.2.5 ทำการทดสอบอย่างน้อย 4 ซ้ำ การบันทึกผล บันทึกอุณหภูมิขณะทำการทดสอบ บันทึกการตายและรอดชีวิตของลูกน้ำยุงลายหลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง บันทึกจำนวนดักแด้ในถ้วยทดสอบแต่ละอัน

การอ่านผล

การตัดสินว่าลูกน้ำยุงตาย ลูกน้ำยุงที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้ แม้ว่าจะยังคงเคลื่อนไหวได้

การวิเคราะห์ผล

คำนวณอัตราตายของลูกน้ำยุง (mortality rate) และแปรผลอัตราตายตามหลักเกณฑ์ข้างล่างนี้

$$\text{อัตราตาย} = \frac{\text{จำนวนลูกน้ำตาย X 100}}{\text{จำนวนลูกน้ำทดสอบ – ตัวโม่ง}}$$

ถ้าลูกน้ำกลายเป็นตัวโม่ง (pupa) ให้ดูดทิ้งไม่นับจำนวนดังกล่าว ถ้าเป็นตัวโม่งมากกว่า 10 % ถือว่าการทดสอบแปลผลไม่ได้ ต้องทำการทดสอบใหม่

ถ้าลูกน้ำยุงถ้วย Control ตายมากกว่า 20 % ถือว่าการทดสอบล้มเหลว ต้องทำการทดสอบใหม่ถ้าอัตราตายอยู่ระหว่าง 5-20 % ให้ปรับค่าอัตราตายของลูกน้ำทดสอบด้วย Abbott's formula ดังนี้

$$\text{Abott's formula} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์ตายของลูกน้ำยุงทดสอบ – เปอร์เซ็นต์ตายของลูกน้ำยุงเปรียบเทียบ X 100}}{\text{100 – เปอร์เซ็นต์ตายของลูกน้ำยุงเปรียบเทียบ}}$$

เกณฑ์การตัดสินว่าลูกน้ำยุงมีความต้านทานหรือไม่ หลังจากทดสอบ 24 ชั่วโมง ใช้เกณฑ์องค์การอนามัยโลกปี ค.ศ. 1998[14] ดังนี้

อัตราการตาย	เกณฑ์การตัดสิน
98 – 100 %	ลูกน้ำยุงไวต่อสารเคมี
80 – 97 %	คาดว่าลูกน้ำยุงอาจจะต้านทานต่อสารเคมี ต้องการการยืนยันผลอีกครั้ง
ต่ำกว่า 80 %	ลูกน้ำยุงต้านทานต่อสารเคมี

3.3.3. การทดสอบความไวต่อสารเคมียุงตัวเต็มวัย

การทดสอบความไวต่อสารเคมีของยุงตัวเต็มวัย ใช้วิธีการตามมาตรฐานองค์การอนามัยโลก ปี ค.ศ. 1981 [13]

3.3.3.1 กระบอกเลี้ยง (holding tube) จุดสีเขียว ใส่กระดาษสะอาดสีขาวให้มีขนาดพอดีกับกระบอกเลี้ยง ซึ่งกระบอกเลี้ยงแต่ละรุ่นบางครั้งขนาดแตกต่างกันเล็กน้อย พยายามตัดกระดาษให้ขนาดพอดี โดยใช้กระดาษอัดสำเนา หากกระดาษยาวกว่ากระบอกเลี้ยง เวลาใส่แผ่นพลาสติกเลื่อนจะทำให้กระดาษย่น และหากกระดาษสั้นเกินไปยุงอาจจะเล็ดรอดได้ ใส่กระดาษให้แนบติดกับกระบอกเลี้ยง แล้วใช้คลิปสีเงิน (silver clip) เพื่อยึดกระดาษให้ติดกับกระบอกเลี้ยง ใส่แผ่นพลาสติกเลื่อนเข้ากับกระบอกทดสอบ หมุนเกลียวให้แน่น ทดสอบการเลื่อนของแผ่นพลาสติก

3.3.3.2 นำยุงตัวเมียที่ตรวจสอบความแข็งแรงและสมบูรณ์แล้ว จำนวน 20–25 ตัว ใส่ในกระบอกเลี้ยงที่เตรียมไว้

3.3.3.3 กระบอกทดสอบ (exposure tube) จุดสีแดง ใส่กระดาษชุบสารกำจัดแมลงที่เตรียมจากองค์การอนามัยโลก โดยด้านที่ระบุชื่อและความเข้มข้นกำจัดแมลงเป็นด้านที่ให้ยุงสัมผัส ใส่คลิปทองแดง (copper clip) ยึดกระดาษทดสอบให้แนบสนิทกับกระบอกทดสอบ พยายามอย่าสัมผัสกับพื้นผิวกระดาษทดสอบ

3.3.3.4 นำกระบอกทดสอบ (exposure tube) จุดสีแดง เชื่อมต่อกับกระบอกเลี้ยง (holding tube) จุดสีเขียว โดยหมุนเกลียวเข้ากับแผ่นพลาสติกเลื่อน

3.3.3.5 เมื่อเริ่มทำการทดสอบตรวจสอบเวลาเริ่มต้น เลื่อนแผ่นพลาสติกเลื่อน เพื่อเปิดทางให้ยุงเคลื่อนตัวไปยังกระบอกทดสอบ (exposure tube) จุดสีแดง พร้อมกับเคาะเบาๆ และค่อยๆ เป่ายาวๆ เพื่อให้ยุงบินไปด้านกระบอกทดสอบ (exposure tube) จุดสีแดง แล้วเลื่อนแผ่นพลาสติกปิดทันทีกระดาษชุบสารเคมีกำจัดแมลงที่เตรียมจากองค์การอนามัยโลก ที่ใช้ทดสอบได้แก่ Permethrin 0.75%, Deltamethrin 0.05%, Malathion 5 %, Propoxur 0.1%

3.3.3.6 วางกระบอกทดสอบ (exposure tube) จุดสีแดง ให้อยู่ในแนวตั้งโดยให้ด้านตาข่ายอยู่ด้านบน ในสภาพที่ไม่ถูกรบกวนโดยแสงและเงาการเคลื่อนไหว ให้ยุงสัมผัสสารเคมีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง

3.3.3.7 จดบันทึกอุณหภูมิและความชื้นขณะทดสอบ

3.3.3.8 เมื่อครบเวลาให้ยุงสัมผัสสารเคมีกำจัดแมลง ให้เคลื่อนย้ายยุง กลับมายังกระบอกเลี้ยง (holding tube) จุดสีเขียว โดยจับกระบอกให้อยู่ในแนวนอน ค่อย ๆ เคาะให้ยุงที่สลบอยู่ข้างแผ่นเลื่อนให้

เคลื่อนออกมาเพื่อป้องกันการหนีบขณะเลื่อน เป่าเบา ๆ พร้อมกับเคาะกระบอกทดสอบ เมื่อยุงเคลื่อนย้ายไปด้านกระบอกเลี้ยง (holding tube) จุดสีเขียว หมดให้ปิดแผ่นเลื่อนทันที

3.3.3.9 ถอดกระบอกทดสอบ (exposure tube) จุดสีแดง ออกจากกระบอกเลี้ยง (holding tube) จุดสีเขียว จดบันทึกจำนวนยุงที่สลบในกระบอกทดสอบ ใช้สำลีชุบน้ำตาล 10 % ด้านบนตะแกรงของหลอดทดสอบเพื่อเป็นอาหารยุง นำยุงไปเลี้ยงในอุณหภูมิไม่เกิน 30 °C อ่านผลจำนวนตายหลังจากทดสอบ 24 ชั่วโมง

การอ่านผล

การตัดสินว่ายุงตาย ยุงที่ไม่สามารถบินและเกาะกับกระดาษในกระบอกเลี้ยงได้ ให้ติดสินว่าตาย แม้ว่าจะยังคงเคลื่อนไหวได้

การวิเคราะห์ผล

การทดลองเปรียบเทียบ (Control) หากอัตราการตาย 5 - 20 % ต้องทำการปรับค่าโดยใช้ Abott's formula :

$$\text{Abott's formula} = \frac{\text{เปอร์เซ็นต์ตายยุงทดสอบ} - \text{เปอร์เซ็นต์ตายยุงเปรียบเทียบ} \times 100}{100 - \text{เปอร์เซ็นต์ตายยุงเปรียบเทียบ}}$$

หากการทดลองเปรียบเทียบ (control) อัตราการตายมากกว่า 20 % ผลการทดสอบผิดพลาด ต้องทำการทดสอบใหม่

เกณฑ์การตัดสินว่ายุงมีความต้านทานหรือไม่ เมื่อให้ยุงสัมผัสสารกำจัดแมลงขนาดความเข้มข้นและเวลาที่กำหนด ใช้เกณฑ์ดังนี้

อัตราการตาย	**เกณฑ์การตัดสิน**
98 – 100 %	ยุงมีความไวต่อสารเคมี
80 – 97 %	คาดว่ายุงอาจต้านทานต่อสารเคมี ต้องการการยืนยันผลอีกครั้ง
ต่ำกว่า 80 %	ยุงต้านทานต่อสารเคมี

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาลูกน้ำยุงลายต่อสาร Temephos 0.012% เขตพื้นที่สุขภาพที่ 7 4 จังหวัด จำนวน 20 อำเภอ ดังนี้

ตารางที่ 1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายต่อสาร Temephos 0.012% เขตพื้นที่สุขภาพที่ 7

จังหวัด	อำเภอ	อัตราตาย	
		ยุง Borabora	ยุงพื้นที่
ขอนแก่น	บ้านแฮด	100	32.98
ขอนแก่น	หนองเรือ	100	31.63
ขอนแก่น	แวงน้อย	100	54.16
ขอนแก่น	เวียงเก่า	100	68.04
ขอนแก่น	ภูผาม่าน	100	53.53
มหาสารคาม	พยัคฆภูมิพิสัย	100	24.74
มหาสารคาม	เชียงยืน	100	52
มหาสารคาม	แกดำ	100	56
มหาสารคาม	เมือง	100	42
มหาสารคาม	กันทรวิชัย	100	38
กาฬสินธุ์	สหัสขันธ์	100	30.21
กาฬสินธุ์	นามน	100	51.54
กาฬสินธุ์	ฆ้องชัย	100	48
กาฬสินธุ์	กุฉินารายณ์	100	52
กาฬสินธุ์	กมลาไสย	100	58
ร้อยเอ็ด	เมือง	100	46.94
ร้อยเอ็ด	ธวัชบุรี	100	56
ร้อยเอ็ด	จตุรพักตรพิมาน	100	52
ร้อยเอ็ด	โพนทอง	100	57
ร้อยเอ็ด	หนองพอก	100	60

ผลการศึกษาลูกยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลง เขตพื้นที่สุขภาพที่ 7 4 จังหวัด จำนวน 20 อำเภอ ดังนี้

ตารางที่ 2 อัตราการตายของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลง จ.ขอนแก่น

สารเคมี/ความเข้มข้น	อำเภอ				
	บ้านแฮด	หนองเรือ	แวงน้อย	ภูเวียง	ภูผาม่าน
Deltamethrin 0.03%	54	23	49	41	67
Deltamethrin 0.15%	98	81	98	96	100
Deltamethrin 0.3%	100	100	100	100	100
Alphacypermethrin 0.03%	28	13	45	25	54
Lambdacyhalothrin 0.03%	48	9	27	22	23
Fenitrothion 1%	43	38	53	57	59
Malathion 5%	81	80	93	79	92

ตารางที่ 3 อัตราการตายของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลง จ.มหาสารคาม

สารเคมี/ความเข้มข้น	อำเภอ				
	พยัคฆภูมิพิสัย	เชียงยืน	แกดำ	เมือง	กันทรวิชัย
Deltamethrin 0.03%	53	55	64	56	66
Deltamethrin 0.15%	95	100	99	98	98
Deltamethrin 0.3%	100	100	100	100	100
Alphacypermethrin 0.03%	44	27	39	63	32
Lambdacyhalothrin 0.03%	57	33	32	52	25
Fenitrothion 1%	19	52	50	59	56
Malathion 5%	73	91	70	70	79

ตารางที่ 4 อัตราการตายของยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลง จ.ร้อยเอ็ด

สารเคมี/ความเข้มข้น	อำเภอ				
	เมือง	ธวัชบุรี	จตุรพักตรพิมาน	โพนทอง	หนองพอก
Deltamethrin 0.03%	57	47	65	58	66
Deltamethrin 0.15%	95	98	97	98	100
Deltamethrin 0.3%	100	100	100	100	100
Alphacypermethrin 0.03%	49	26	65	24	35
Lambdacyhalothrin 0.03%	20	32	24	16	23
Fenitrothion 1%	85	29	33	36	72
Malathion 5%	95	83	75	72	95

ตารางที่ 5 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายต่อสารเคมีกำจัดแมลง จ.กาฬสินธุ์

สารเคมี/ความเข้มข้น	อำเภอ				
	สหัสขันธ์	นามน	ฆ้องชัย	กุฉินารายณ์	กมลาไสย
Deltamethrin 0.03%	45	53	63	70	64
Deltamethrin 0.15%	99	95	95	98	100
Deltamethrin 0.3%	100	100	100	100	100
Alphacypermethrin 0.03%	52	23	41	23	25
Lambdacyhalothrin 0.03%	41	17	35	20	18
Fenitrothion 1%	43	34	55	47	47
Malathion 5%	67	83	75	91	88

บทที่ 5
สรุป อภิปลายผล ข้อเสนอแนะ

จากศึกษาความไวของลูกน้ำยุงลายต่อสารทีมีฟอส 0.012 % (Diagnostic concentration)ซึ่งเป็นความเข้มข้นระดับวินิจฉัยที่ถูกกำหนดเป็นมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกเริ่มต้นใช้ทดสอบลูกน้ำยุงลายพบว่าลูกน้ำยุงทุกพื้นที่มีอัตราตายลดน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับลูกน้ำยุงลายสายพันธุ์ไว Bora bora แสดงว่าลูกน้ำยุงทุกพื้นที่มีแนวโน้มเริ่มต้านทานต่อสารเทมีฟอสเมื่อมีการใช้เป็นเวลานานอัตราตาย(24.74-68.04) สำหรับการทดสอบความไวของลูกน้ำต่อสาร temephos 1 % ซึ่งเป็นความเข้มข้นปกติที่องค์การอนามัยโลกแนะนำใช้ในการควบคุมลูกน้ำ พบว่า ลูกน้ำยุงมีอัตราตายอยู่ในระดับสูง (99-100) แสดงว่าลูกน้ำยุงยังไวต่อสารเทมีฟอสซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของกองแก้ว ยะอูปและคณะที่ศึกษาระดับความไวต่อสารเคมีของลูกน้ำและยุงลายในพื้นที่ของสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น ปี 2552

สำหรับความไวของยุงลายตัวเต็มวัยต่อสาร delmethrin Alphacypermethrin Lambdacyhalothrin พบว่ายุงดื้อหร้อต้านทานเกือบทุกพื้นที่เนื่องจากสารนี้มีการใช้นี้ควบคุมยุงลายติดต่อกันมามากกว่า 10 ปี ในพ่นฆ่ายุงตัวเต็มวัยในการควบคุมยุงลายโรคไข้เลือดออก จากรายงานในช่วง 15 ปีที่ผ่านมาพบว่ายุงลายบ้านต้านทานต่อสาร permethrin เกือบทุกภาคในประเทศไทยที่มีการศึกษา โดย สมบูรณ์ และคณะ (2546)13 ศึกษาในภาคเหนือ อลงกต พลวัตและคณะ (2547)14 ศึกษาในภาคกลาง พรรณเกษม แผ่พรและคณะ (2547)15 ศึกษาในภาคตะวันตก ลักษณา หลายทวีวัฒน์และคณะ (2549)10 ศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สำหรับสาร fenitrothion และ malathion พบว่ายุงลายในพื้นที่ส่วนมากมีมีแนวโน้มดื้อ/ต้านทานต่อสารทั้ง2อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงซึ่งแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ซึ่งสารนี้มีการใช้ในการเกษตร มานานแล้วและจากการสำรวจสารกำจัดแมลงที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะไข้เลือดออกพบว่ามีการนำสาร malathion ผสมกับสาร bifenthrin มาใช้ และยังมีจำหน่ายในท้องตลาดด้วย

โดยสรุปการศึกษาความไวของลูกน้ำและยุงตัวเต็มวัยต่อสารเคมีจึงมีความสำคัญ และจำเป็น ต้องศึกษาให้ทราบชนิดของสารกำจัดแมลงที่นำมาใช้ในการควบคุมยุงพาหะในแต่ละพื้นที่เพื่อเลือก สารกำจัดแมลงที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพมาใช้ และพื้นที่แต่ละแห่งควรมีการเก็บประวัติข้อมูลสารเคมีที่ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่บ่งบอกถึงการสร้างความต้านทานของยุงลายในพื้นที่ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปสู่การจัดการใช้สารเคมีกำจัดแมลง เพื่อลดการดื้อสารเคมีที่เกิดจากการใช้สารเคมีชนิดเดิมติดต่อเป็นเวลานานหลายๆปี นอกจากนี้ควรมีการศึกษากลไกการดื้อต่อสารกำจัดแมลงในแต่ละชนิด เพื่อยืนยันโดยการหาระดับความต้านทานของยุง Resistance Ratio, biochemical assay และ Molecular techniques ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

สีวิกา แสงธาราทิพย์. ระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออก. ใน : สำนักงานควบคุมโรคไข้เลือกออก. โรคไข้เลือดออก ฉบับประเกียรณก. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2545

กองแก้ว ยะอูป. การศึกษาประสิทธิภาพทรายเคลือบ temephos 2% ในภาชนะขังน้ำที่มีการใช้น้ำหมุนเวียนในชุมชนเพื่อป้องกันการเกิดลูกน้ำยุงลาย. วารสารมาลาเรีย 2544

กองแก้ว ยะอูป. ระดับความไวต่อสารเคมีของลูกนำและยุงลายในพื้นที่รับผิดชอบของ สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 6 จังหวัดขอนแก่น. วารสารสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น 2552

คู่มือการทดสอบสารเคมี. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข 2557

แนวทางการดำเนินงาน เฝ้าระวัง ป้องกัน ควบคุมโรคติดต่อนำโดยยุงลาย สำหรับเจ้าหน้าที่สาธารณสุข. กองโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข 2564

คู่มือวิชาการโรคติดเชื้อเดงกีและโรคไข้เลือดออกเดงกีด้านการแพทย์และสาธารณสุข. สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข 2558