

## การศึกษาการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกของยุงลายในพื้นที่แหล่งแพร่โรค

### Dengue Virus infection of Aedes Mosquitoes in Hyperendemic Area of DF/DHF

กอบกาญจน์ กาญจนโณภส วท.ม (ชีววิทยา), DAP&E \* Kobkan Kanjanopas M.Sc(Biology) DAP&E\*  
วิชัย สติมัย พ.บ.\* Wichai Satimai M.D\*

สุวิช ธรรมปาโล พ.บ, ด.บ(ระบาดวิทยา)\*\* Suwich Thammapalo M.D; Ph.D(Epidemiology)\*\*

อกนิษฐ์ จิตต์มิตร วท.ม(เวชศาสตร์เขตร้อน)\*\*\* Akanitt Jittmittraphap M.Sc (Tropical Medicine)\*\*\*

กรรณิกา จันทร์หนองไทร วท.ม( เวชศาสตร์เขตร้อน)\*\* Kannika Channongsai M.Sc(Tropical Medicine)\*\*

นงเยาว์ สมเดช วท.ม(เวชศาสตร์เขตร้อน)\*\*\* Nongyao Somdach M.Sc(Tropical Medicine)\*\*

วิภาวี จำปาเงิน ด.บ\*\*\* Wipawee Jampangern Ph.D (Medical Science) \*\*\*

\*สำนักโรคติดต่อมาโดยแมลง \*Bureau of Vector Borne Disease

\*\*สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 12 สงขลา \*\* The Office of Disease Prevention and Control No.12

\*\*\*คณะเวชศาสตร์เขตร้อน \*\*\* Faculty of Tropical Medicine,

มหาวิทยาลัยมหิดล

Mahidol University

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกของยุงลายในพื้นที่ที่มีผู้ป่วยไข้เลือดออก จังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยจับยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงลายสวน (*Ae. albopictus*) ที่บ้านผู้ป่วยและบ้านข้างเคียงรอบรัศมี 100 เมตร และหมู่บ้านที่ไม่มีผู้ป่วยในช่วงฤดูฝนและฤดูร้อน ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2547 ถึง เมษายน 2548 และการตรวจหาเชื้อไวรัสโดยใช้วิธี RT-PCR ผลการศึกษาพบว่า ยุงลาย ทั้งหมดจำนวน 3,459 ตัว เป็นยุงลายบ้าน 1,897 ตัว และยุงลายสวน 1,562 ตัว จังหวัดนครศรีธรรมราช ยุงลายจับได้จำนวน 1,885 ตัว แยกเป็นยุงลายบ้าน 464 ตัว และยุงลายสวน 1,421 ตัว ในฤดูฝน มียุงลายสวนมากกว่ายุงลายบ้านประมาณ 3 เท่า พบยุงลายบ้านมีอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 0.92 เป็นเชื้อไวรัสเด็งกี่ซีโรทัยป์ 1 และยุงลายสวนมีอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 0.52 เป็นเชื้อไวรัสเด็งกี่ซีโรทัยป์ 1 ร้อยละ 0.40 และ 3 ร้อยละ 0.12 จังหวัดเพชรบูรณ์ยุงลายจับได้จำนวน 1,574 ตัว เป็นยุงลายบ้าน 1,433 ตัว ยุงลายสวน 141 ตัว ในฤดูฝนจับยุงลายบ้านมากกว่ายุงลายสวนประมาณ 10 เท่า และยุงลายบ้านมีอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 1.76 เป็นเชื้อไวรัสเด็งกี่ซีโรทัยป์ 1 ร้อยละ 0.14 และ 4 ร้อยละ 1.62 ส่วนยุงลายสวนไม่พบมีการติดเชื้อไข้เลือดออก

## Abstract

This study aimed to determine dengue virus infection rates in Aedes mosquitoes from Nakhon sri Thammarat and Phetchabun Province. *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* were caught from the patient's houses, neighbor's houses which located in the radius 100 meters from patient's houses and houses in village without patients.. Aedes mosquitoes were collected in rainy season and summer during June 2004 to May, 2005. Dengue virus in mosquitoes was detected by RT-PCR. The results revealed that total 3,459 mosquitoes were collected ( 1,897 of *Ae. aegypti* and 1,562 of *Ae. albopictus*). The 1,885 Aedes mosquitoes

were caught from Nakhon sri Thammarat, composed of 464 *Ae. aegypti* and 1,421 *Ae. Albopictus*. In the rainy season, *Ae. Albopictus* was more prominent than *Ae. aegypti* approximately 3 times. The 0.92% *Ae. aegypti* was infected by DENV-1 while *Ae. albopictus* was infected by DENV-1 (0.40%) and DENV-3 (0.12%). The 1,574 of Aedes mosquitoes were isolated as 1,433 of *Ae. aegypti* and 141 of *Ae. albopictus* from Phetchabun Province. The population of both species is increasing in the rainy season which *Ae. aegypti* more than *Ae. albopictus* approximately 10 times. Dengue infection rates in *Ae. aegypti* was 1.76% identified as DENV-1(0.14%) and DENV-4 (1.62%).

ประเด็นสำคัญ-

ไข้เลือดออก ยุงลาย

Keywords

Dengue and Dengue Homorrhagic Fever, Aedes mosquitoes

## บทนำ

โรคไข้เลือดออกเป็นปัญหาที่สำคัญทางด้านสาธารณสุขในประเทศเขตร้อนกว่า 100 ประเทศ พบว่าในแต่ละปีมีผู้ป่วยโรคไข้เลือดออกมากกว่า 1 ล้านคน และเสียชีวิตมากกว่า 1 พันคน<sup>(1)</sup> สำหรับในประเทศไทยระยะสองทศวรรษที่ผ่านมา มีจำนวนผู้ป่วยเฉลี่ย 30,000-60,000 ราย ในแต่ละปี<sup>(2)</sup> โรคไข้เลือดออกมีสาเหตุมาจากการติดเชื้อไวรัสเด็งกี 4 ซีโรทัยป์ ได้แก่ DENV-1 DENV-2 DENV-3 และ DENV-4<sup>(3)</sup> อาการทางคลินิกสามารถจำแนกได้ตั้งแต่ไม่แสดงอาการไข้เด็งกีไข้เลือดออกและร่วมกับอาการช็อคจนถึงทำให้เสียชีวิตได้<sup>(4)</sup> โรคไข้เลือดออกติดต่อโดยมียุงลาย (*Aedes sp.*) นำโรค ซึ่งในประเทศไทยยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) เป็นพาหะหลักในขณะที่ยุงลายสวน (*Ae. albopictus*) เป็นพาหะรอง<sup>(5)</sup>

ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการติดเชื้อไวรัสเด็งกีของตัวยุงลาย ได้แก่ ความชื้น อุณหภูมิ ความหนาแน่นของประชากรยุงและคน ดัชนีความชุกของลูกน้ำยุงลาย ซึ่งในแต่ละฤดูกาลจะแตกต่างกัน<sup>(6)</sup> โดยทั่วไปการระบาดของโรคไข้เลือดออกมักเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายและมีการศึกษาพบว่ายุงลายที่เลี้ยงอยู่ในห้องทดลองโดยควบคุมสภาพแวดล้อมให้มีความคล้ายคลึงกับช่วงฤดูฝนจะมีการเพิ่มจำนวนไวรัสก่อโรคไข้เลือดออกในตัวยุงมากกว่าสภาพแวดล้อมแบบอื่น ๆ<sup>(7)</sup>

อัตราการติดเชื้อของไวรัสเด็งกีในยุงลาย ในประเทศโคลัมเบียปี พ.ศ. 2541 จะมีค่าที่ต่ำมาก พบอัตราการติดเชื้อไวรัสก่อโรคไข้เลือดออกในยุงลายเพียง ร้อยละ 1.16 เท่านั้น<sup>(8)</sup> และในปี พ.ศ. 2544 มีผู้ศึกษาในประเทศสิงคโปร์ โดยการจับยุงลายในช่วงเวลา 1 ปี พบว่า อัตราการติดเชื้อของยุงลายสายพันธุ์ *Ae. aegypti* มีค่าเพียง ร้อยละ 1.33 ในขณะที่ยุงลายสายพันธุ์ *Ae. albopictus* พบอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 2.15<sup>(9)</sup> สำหรับในประเทศไทยมีการศึกษาอัตราการติดเชื้อไวรัสในยุงลายน้อยมาก และยังไม่ทราบโอกาสของการแพร่โรคไข้เลือดออกของยุงลายบ้านและยุงลายสวนในแต่ละฤดูกาล และพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อม ภูมิประเทศที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาอัตราการติดเชื้อไวรัสเด็งกีในยุงลายดังกล่าว

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอัตราการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกของยุงลายในพื้นที่แหล่งแพร่โรคจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดเพชรบูรณ์

## วิธีการ

### 1. การคัดเลือกบ้าน

คัดเลือกบ้านของผู้ป่วยไข้เลือดออกทั้งหมด 15 หลัง และแต่ละหลังสุ่มเลือกบ้านเพื่อนบ้านใกล้เคียงในรัศมีไม่เกิน 100 เมตร ห่างจากบ้านของผู้ป่วยจำนวน 4 หลัง รวมทั้งหมด 60 หลัง และบ้านที่เลือกทั้งหมด ต้องไม่มีการฉีดพ่นยาแมลงมาก่อนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในหมู่บ้านที่มีไข้เลือดออกระบาด และเลือกบ้าน

จำนวน 15 หลัง สุ่มตัวอย่างจากหมู่บ้านที่ไม่มีผู้ป่วยมาอย่างน้อย 3 ปี และเลือกบ้านข้างเคียงเช่นเดียวกันขนาดตัวอย่างและดำเนินการเหมือนกันทั้งในจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดเพชรบูรณ์

## 2. การจับยุง

ทำการจับยุง ในฤดูฝน (พฤษภาคม ถึง ตุลาคม) และฤดูร้อน (มีนาคม ถึง เมษายน) ช่วงเวลา 9.00 - 12.00 น. ทั้งในบ้านและนอกบ้านในรัศมี 10 เมตรรอบบ้านของผู้ป่วยและเพื่อนบ้าน โดยจับยุงด้วยถุงตาข่ายแบบ landing ยุงที่จับได้คัดเลือกเฉพาะเพศเมียเก็บใส่ถังไนโตรเจนเหลวนำไปตรวจทางห้องปฏิบัติการ

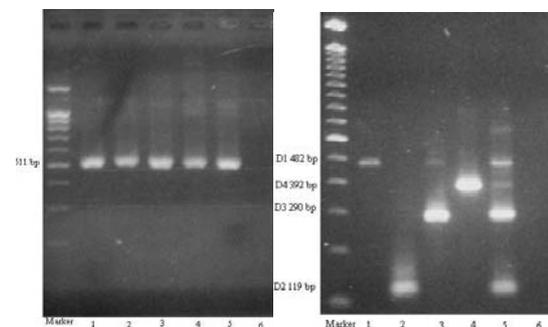
## 3. การตรวจหาเชื้อในยุงลาย

นำตัวอย่างยุงลายมาทดสอบหาสาย RNA ของ Dengue virus โดยใช้วิธี Reverse transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR) และ agarose gel electrophoresis ที่ 100 Volts อ่านผลภายใต้รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ห้องมืด

- วิธี Reverse transcriptase polymerase chain reaction (RT-PCR) ตัดแปลงมาจากวิธีการของ Lanciotti และคณะ ในปี 1992 โดยสกัดแยกสายพันธุ์กรรมจาก ตัวอย่างซีรัม ด้วยวิธี Silica method (Boom extraction) จากนั้นทำการเพิ่มจำนวนสายพันธุ์กรรมรอบแรกด้วยเอ็นไซม์ Reverse transcriptase เริ่มที่ช่วงแรกใช้อุณหภูมิที่ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง (Delay cycle) แล้วเพิ่มจำนวนทั้งหมดเป็น 35 รอบ โดยแต่ละรอบมี ขั้นตอน Denaturation ใช้อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที ขั้นตอน Annealing ใช้อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ขั้นตอน Extension ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที และ เก็บไว้ที่ 10 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาทดสอบ ในขั้นตอนต่อไปให้ได้สายพันธุ์กรรมที่เป็น cDNA จากนั้นทำการเพิ่มจำนวนสายพันธุ์กรรมครั้งที่สองด้วย เอ็นไซม์ Taq Polymerase ทำการเพิ่มจำนวนทั้งหมดเป็นจำนวน 35 รอบ โดยแต่ละรอบมีขั้นตอน Denaturation ใช้อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วินาที

ขั้นตอน Annealing ใช้อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ขั้นตอน Extension ใช้อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที และเก็บไว้ที่ 10 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาทดสอบ ในขั้นตอนนี้จะใช้ primer จำนวน 4 คู่ ในการเพิ่มจำนวนสายพันธุ์กรรมและทำการแยก serotypes ของเชื้อไวรัสไข้เลือดออก (Semi-Nested PCR) ซึ่งขั้นตอนนี้จะสามารถเพิ่มจำนวนของสายพันธุ์กรรมของแต่ละ serotype ที่มีขนาดแตกต่างกันได้ ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบด้วยวิธี Agarose gel electrophoresis ที่ 100 Volts ใน TBE buffer แล้วทำการย้อมด้วย Ethidium Bromide จากนั้นอ่านผลภายใต้รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่ห้องมืดจะบอกถึงขนาดและความแตกต่างกันได้ของแต่ละ serotypes ดังแสดงในรูปที่ 1.

รูปที่ 1 แสดงผลการทดสอบด้วยวิธี Agarose gel electrophoresis ในการตรวจหาชนิดเชื้อไวรัสไข้เลือดออก



## ผลการศึกษา

ตัวอย่างยุงลายที่จับได้รวมทั้งสิ้น 3,459 ตัว จำแนกเป็นยุงลายบ้านจำนวน 1,897 ตัว และยุงลายสวนจำนวน 1,562 ตัว ยุงลายทั้ง 2 ชนิด มีความชุกชุมสูงในฤดูฝนโดยยุงลายบ้านพบเฉพาะในบ้าน ส่วนยุงลายสวนพบนอกบ้านเป็นส่วนใหญ่ ดังตารางที่ 1 และ 2

ยุงจากจังหวัดนครศรีธรรมราชจำนวน 1,885 ตัว เป็นยุงลายบ้าน 464 ตัว และยุงลายสวน 1,421 ตัว ยุงลายสวนมากกว่ายุงลายบ้าน ประมาณ 3 เท่า ยุงที่จับได้ทั้งในฤดูฝนและฤดูร้อนมีเชื้อไข้เลือดออก โดยเป็น

ยุงลายบ้านมี dengue virus type 1 คิดเป็นอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 0.92 และ ยุงลายสวนมี dengue virus type 1 ร้อยละ 0.40 กับ 3 ร้อยละ 0.12 คิดเป็นอัตราการติดเชื้อ ร้อยละ 0.52 ส่วนยุงจากจังหวัดเพชรบูรณ์จำนวน 1,574 ตัว เป็นยุงลายบ้าน 1,433 ตัว และ

ยุงลายสวน 141 ตัว ยุงลายบ้านมากกว่ายุงลายสวนประมาณ 10 เท่า เฉพาะยุงลายบ้านที่จับได้ในถาดยุงเท่านั้นมีเชื้อไขเลือดออกเป็น dengue virus type 1 ร้อยละ 0.14 กับ 4 ร้อยละ 1.62 คิดเป็น ร้อยละ 1.76 ส่วนยุงลายสวนไม่พบมีการติดเชื้อไขเลือดออก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1. จำนวนยุงลายที่จับได้จากจังหวัดนครศรีธรรมราช

ฤดู		ในบ้าน		นอกบ้าน		รวม	
		Ae. aegypti	Ae. albopictus	Ae. aegypti	Ae. albopictus	Ae. aegypti	Ae. albopictus
ฝน	หมู่บ้านมีผู้ป่วย	217	12	0	754	217	766
	หมู่บ้านไม่มีผู้ป่วย	28	6	0	130	28	136
ร้อน	หมู่บ้านมีผู้ป่วย	170	0	0	386	170	386
	หมู่บ้านไม่มีผู้ป่วย	49	2	0	131	49	133
รวม		464	20	0	1,401	464	1,421

ตารางที่ 2. จำนวนยุงลายที่จับได้จากจังหวัดเพชรบูรณ์

ฤดู		ในบ้าน		นอกบ้าน		รวม	
		Ae. aegypti	Ae. albopictus	Ae. aegypti	Ae. albopictus	Ae. aegypti	Ae. albopictus
ฝน	หมู่บ้านมีผู้ป่วย	718	0	0	83	718	83
	หมู่บ้านไม่มีผู้ป่วย	110	0	0	40	110	40
ร้อน	หมู่บ้านมีผู้ป่วย	539	0	0	18	539	18
	หมู่บ้านไม่มีผู้ป่วย	66	0	0	0	66	0
รวม		1,433	0	0	141	1,433	141

ตารางที่ 3. อัตราการติดเชื้อไวรัสของยุงลายในหมู่บ้านที่มีผู้ป่วย

จังหวัด	ฤดู	ชนิดยุงลาย	อัตราการติดเชื้อ	อัตราการติดเชื้อจำแนก Serotype			
				DENV-1	DENV-2	DENV-3	DENV-4
นครศรีฯ	ฝน	Ae. aegypti	0.92	0.92	0	0	0
		Ae. albopictus	0	0	0	0	
	ร้อน	Ae. aegypti	0	0	0	0	
		Ae. albopictus	0.52	0.40	0	0.12	
เพชรบูรณ์	ฝน	Ae. aegypti	1.76	0.14	0	0	1.62
		Ae. albopictus	0	0	0	0	
	ร้อน	Ae. aegypti	0	0	0	0	
		Ae. albopictus	0	0	0	0	

A. RT-PCR

B. Nested-PCR

## วิจารณ์

ช่วงฤดูฝนเป็นฤดูที่ยุงมีความชุกชุมสูง อันส่งผลโดยตรงต่อการพบยุงมีเชื้อไวรัสไข้เลือดออก ทั้ง 2 ฤดูสามารถพบยุงลายบ้านเฉพาะในบ้านเท่านั้น ขณะที่พบยุงลายสวนนอกบ้านเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแสดงถึงชีวนิสัยการออกหากินของยุงทั้ง 2 ชนิด แตกต่างกัน ตามลักษณะที่ตั้งของแหล่งเพาะพันธุ์ โดยแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงชนิดแรกเป็นภาชนะซึ่งน้ำใช้ภายในครัวเรือน หรือบริเวณใกล้บ้าน เช่น โถงหรือตุ่มน้ำ อ่างใน ห้องน้ำ แจกัน ที่หล่อน้ำรองขาโต๊ะอาหาร ล้อรถยนต์ ขวดเปล่า กะลา ฯลฯ ส่วนยุงชนิดหลังเป็นภาชนะซึ่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น กาบ ซอก แอ่ง รอยแยก รอยแตก ตามต้นไม้ ฯลฯ<sup>(10)</sup>

จังหวัดนครศรีธรรมราชอยู่ทางภาคใต้ มีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี ฤดูฝนจะไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจนกับฤดูร้อน ซึ่งประกอบไปด้วยป่าและพืชเศรษฐกิจหลากหลาย ประชาชนประกอบอาชีพทำสวน เช่น สวนยางพารา สวนผลไม้ จำพวกเงาะ ลองกอง มังคุด เป็นต้น จึงปรากฏยุงลายสวนมากกว่ายุงลายบ้าน และพบยุงทั้ง 2 ชนิด มีการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกได้ทั้งฤดูฝนและฤดูร้อน ส่วนจังหวัดเพชรบูรณ์อยู่ทางภาคเหนือตอนล่างมีช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูร้อนค่อนข้างชัดเจน ประชาชนมีภาชนะในบ้านสำหรับกักเก็บน้ำฝนไว้เพื่อไว้ใช้ตลอดปี จึงพบยุงลายบ้านสูงกว่ายุงลายสวนค่อนข้างมากและพบเฉพาะยุงลายบ้านเท่านั้นที่มีการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออก ยุงลายบ้านและยุงลายสวนน่าจะมีความสามารถในการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกไม่แตกต่างกัน เนื่องจากว่าสามารถติดเชื้อไวรัสได้อย่างละ 2 ซีโรทัยป์ โดยยุงลายบ้านมีการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกซีโรทัยป์-1 กับ 4 ส่วนยุงลายสวนมีการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกซีโรทัยป์ 1 กับ 3

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าฤดูฝนเป็นฤดูกาลที่มีการแพร่กระจายโรคไข้เลือดออกสูง เนื่องจากยุงมีความหนาแน่นสูงและยุงลายทั้ง 2 ชนิด ก็มีความสามารถในการแพร่โรคที่เหมือนกันหากมีโอกาส

ได้กัดและกินเลือดผู้ป่วย ดังนั้นการควบคุมโรคไข้เลือดออก จึงควรเป็นการพันสารเคมีกำจัดยุงตัวเต็มวัยและทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุงลายไปพร้อมๆ กัน กรณีมีการพบผู้ป่วย และต้องให้สุขศึกษาประชาสัมพันธ์แก่ประชาชนเกี่ยวกับการป้องกันตนเองจากการถูกยุงกัด โดยเฉพาะในฤดูฝน

## สรุป

ฤดูฝนเป็นช่วงที่ยุงลายบ้านและยุงลายสวนมีความชุกชุมสูงและสามารถแพร่เชื้อไข้เลือดออกได้สูงเช่นเดียวกัน โดยยุงลายบ้านออกหากินในบ้าน ส่วนยุงลายสวนออกหากินนอกบ้าน ยุงลายทั้ง 2 ชนิดมีศักยภาพในการติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกที่เหมือนกัน แม้ว่ายุงลายบ้านติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกซีโรทัยป์ 1 กับ 4 ยุงลายสวนติดเชื้อไวรัสไข้เลือดออกซีโรทัยป์ 1 กับ 3 ก็ตาม ดังนั้นการควบคุมโรคไข้เลือดออกจึงควรดำเนินการพันสารเคมีกำจัดตัวเต็มวัยและทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายอย่างรีบด่วนกรณีพื้นที่นั้นมีการพบผู้ป่วยไข้เลือดออก และควรให้สุขศึกษาประชาชนในการป้องกันตนเองไม่ให้ถูกยุงกัด โดยเฉพาะช่วงฤดูฝน

## เอกสารอ้างอิง

- Gubler JD, Clark GG. Dengue/dengue hemorrhagic fever: the emergence of a global health problem. *Emerg Infect Dis* 1995; 1: 55-7.
- Monath TP. Dengue—the risk to developed and developing countries. *Proc Natl Acad Sci USA* 1994; 91: 2395-400.
- Innis BL. Dengue and dengue hemorrhagic fever. In: Porterfield JS. editor. *Exotic viral infections*. London: Chapman and Hall; 1995. 103-46 p.
- Johnson BW, Chambers TV, Crabtree MB, et al. Growth characteristics of chimerivax TM- DEN2 vaccine virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes. *Am J Trop Med Hyg* 2002; 67: 260-5.
- Novak R. The Asian tiger mosquito, *Aedes*

- albopictus. *Wing Beats* 1992; 3: 5. 20 May 2005. (<http://www.rci.rutgers.edu/~insects/sp8.htm>).
6. Hawley WA. The biology of *Aedes albopictus*. *J Am Mosq Control Assoc* 1988; 4: 1-40.
  7. Thu HM, Aye KM, Thein S. The effect of temperature and humidity on dengue virus propagation in *Aedes aegypti* mosquitoes. *Southeast Asian J Trop Med Public Health* 1998; 29: 280-4.
  8. Romero-vivas CM, Leake CJ, Falconar AKI . Determination of dengue virus serotypes in individual *Aedes aegypti* mosquitoes in Colombia. *Medical and Veterinary Entomology* 1998;12; 284-8.
  9. Chung YK, Pang FY. Dengue virus infection rate in field populations of female *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Singapore. *Trop Med Int Health* 2002; 7: 322-30.
  10. อุซาวดี ถาวรระ. ชุงลายพาหะโรคไข้เลือดออก. ใน: อุซาวดี ถาวรระ บรรณาธิการ. *ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย*. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพมหานคร: บริษัทไชร์จำกัด; 2544. น 1-41.