ผลของยาไอเวอร์เม็คตินต่อการฟักของไข่ยุงลาย

THE EFFECT OF IVERMECTIN ON THE HATCHING OF *AEDES* MOSQUITO EGGS

วรัญญรัชต์ บัววิสัย[1] ทวี สายวิชัย[2] มรกต แก้วธรรมสอน[3]
พัชรา ศรีวิชัย[4] และ สุวรรณา เชาน์รัตนกวี[2]

[1] หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาโรคติดเชื้อและวิทยาการระบาด
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, noon.999ka@hotmail.com
[2] ภาควิชาปรสิตวิทยาและกีฏวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
[3] หน่วยปรสิตวิทยา ภาควิชาพยาธิวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
[4] ภาควิชากีฏวิทยาทางการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยับยั้งการฟักของไข่ยุงลายบ้านโดยสารละลายยาไอเวอร์เม็คติน โดยใช้ความเข้มข้นต่างกันตามกลุ่มการทดลอง ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม คือ (1) ความเข้มข้น 0 ppm, (2) 0.001 ppm, (3) 0.01 ppm, (4) 0.1 ppm, (5) 1 ppm, และ (6) 10 ppm ตามลำดับ การทดลองนี้ดำเนินการโดยใช้ไข่ยุงลายบ้าน 25 ฟอง/กลุ่ม (ทำ 3 ซ้ำ) แช่ลงในสารละลายไอเวอร์เม็คตินนาน 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการตรวจนับไข่ยุงที่ฟัก ผลการทดลองพบว่า เมื่อครบ 48 ชั่วโมง พบการฟักของไข่ยุงลายในกลุ่ม 0 ppm, 0.001 ppm, 0.01 ppm, 0.1 ppm, 1 ppm, และ 10 ppm เป็นจำนวน 20±0.00, 8.33±7.57, 7.33±0.58, 6.33±1.53, 5.67±4.16, and 4.33±5.13 ฟอง ตามลำดับ จากการคำนวณอัตราการยับยั้งการฟักออกจากไข่ของแต่ละกลุ่มข้างต้น พบว่ามีค่าเป็น 0%, 58.35%, 63.35%, 68.35%, 71.65, และ 78.35% ตามลำดับ ค่าการยับยั้งการฟัก (IC_{50}) ของการทดลองนี้ มีค่าน้อยกว่า 0.001 ppm จากการวิจัยนี้สรุปได้ว่าสารละลายไอเวอร์เม็คติน ให้ผลการยับยั้งการฟักของไข่ยุงลายบ้าน

คำสำคัญ: ไอเวอร์เม็คติน, ยุงลายบ้าน, การฟักของไข่

ABSTRACT

This study aimed to investigate the hatching inhibitory effect on eggs of *Aedes aegypti* mosquito of Ivermectin solution. According to concentration of Ivermectin solution, the experimental groups were divided into 6 groups including (i) 0 ppm, (ii) 0.001 ppm, (iii) 0.01 ppm, (iv) 0.1 ppm, (v) 1 ppm, and (vi) 10 ppm respectively. Twenty five eggs of mosquito were submerged in 150 mL of Ivermectin solutions for 48 hours. The experiment in each group was triplicates. The number of hatched eggs at 48 hours among groups of 0 ppm, 0.001 ppm, 0.01 ppm, 0.1 ppm, 1 ppm, and 10 ppm Ivermectin were 20±0.00, 8.33±7.57, 7.33±0.58, 6.33±1.53, 5.67±4.16, and 4.33±5.13 respectively. Moreover, the percentage of hatching inhibition were 0%, 58.35%, 63.35%, 68.35%, 71.65, and 78.35% respectively. The IC_{50} of Ivermection for *Aedes* eggs hatching was less than 0.001 ppm. These findings suggested that Ivermection solution inhibits the hatching of *Aedes* eggs into larvae.

Keywords: Ivermectin, *Aedes aegypti*, Egg hatching

1. บทนำ

ยุงเป็นแมลงที่มีขนาดเล็ก พบได้ทั่วไปในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ในโลกนี้มียุงประมาณ 3,450 ชนิด ส่วนในประเทศไทยพบว่ามียุงอย่างน้อย 412 ชนิด มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปคือ ยุงลาย (*Aedes*) ยุงรำคาญ (*Culex*) ยุงก้นปล่อง (*Anopheles*) ยุงเสือ (*Mansonia*) และยุงยักษ์หรือยุงช้าง (*Toxorhynchites*) (อนุลักษณ์, 2555) ยุงเป็นแมลงที่มีอันตรายแก่มนุษย์เป็นอย่างมาก โดยยุงแต่ละชนิดเป็นพาหะในการนำโรคที่สำคัญทางสาธารณสุข เช่น ยุงก้นปล่องเป็นพาหะนำโรคมาลาเรีย โดยมีผู้ป่วยทั่วโลก 212 ล้านราย และทำให้เสียชีวิตได้มากกว่า 400,000 รายต่อปีทั่วโลก ซึ่งการเสียชีวิตส่วนใหญ่เกิดในเด็กที่มีอายุต่ำกว่า 5 ปี (WHO, 2016) ในประเทศไทยพบผู้ป่วยคนไทย 5,367 ราย เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีที่แล้วลดลง 28.25% และมีผู้ป่วยต่างชาติ 2,608 ราย เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีที่แล้วลดลง 37.25% ยุงลาย (*Aedes aegypti*, และ *Aedes albopictus*) เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออก โดยอุบัติการณ์ของโรคไข้เลือดออกทั่วโลกเพิ่มขึ้น 30 เท่าในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา โดยมีผู้ติดเชื้อเดงกี่ทั่วโลกเฉลี่ยประมาณ 390 ล้านรายต่อปี และมี 96 ล้านราย ที่มีอาการทางคลินิก (WHO, 2017) ในประเทศไทยพบอัตราป่วยต่อแสนประชากร 50.85 รายและอัตราตายต่อแสนประชากร 0.07 ราย (สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง, 2560) และอีกหลายประเทศมีการรายงานการระบาดครั้งแรกของโรค Zika, dengue, chikungunya และไข้เหลือง (WHO, 2017) ยุงรำคาญเป็นพาหะนำโรคไวรัสไข้สมองอักเสบ (JE) และโรคเท้าช้าง ยุงเสือเป็นพาหะของโรคเท้าช้าง โดยทั่วโลกมีประชากรประมาณ 1.4 พันล้านคน ใน 13 ประเทศที่เสี่ยงต่อการเป็นโรคเท้าช้าง ปัจจุบันมีผู้ติดเชื้อพยาธิโรคเท้าช้างมากกว่า120 ล้านคน ประมาณ 40 ล้านคน มีอาการแสดงของโรคเท้าช้าง โดยในประเทศไทยพบพยาธิโรคเท้าช้าง ๒ ชนิด ได้แก่ *Wuchereria bancrofti* พาหะหลัก คือ ยุงลายป่า (*Aedes nevius*) พบจังหวัดชายแดนไทยพม่า และ *Brugia malayi* มีพาหะหลักคือ ยุงเสือ (*Mansonia bonnea*) มีความชุกของโรคเท้าช้าง 0.36 ต่อประชากรแสนคน พบผู้ป่วยโรคเท้าช้างคนไทยเพียงจังหวัดนราธิวาส (Nithikathkul & Saichua, 2006)

จากสถานการณ์การติดต่อของโรคที่นำโดยยุงพาหะ ที่มีการแพร่กระจายในหลายประเทศวิธีการที่ใช้ในการควบคุมยุงพาหะนั้นมีหลายวิธี ได้แก่ การควบคุมโดยใช้สารเคมี (Chemical control) ตัวอย่างสารเคมีที่มีการใช้เช่น กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต (Organophosphorus Compounds) ซึ่งนำมาใช้ แทนสารเคมีกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน สารเคมีกลุ่มนี้มีราคาแพง มีฤทธิ์ตกค้างประมาณ3-5 เดือน สารเคมีกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (Synthetic Pyrethroid Compounds) สารเคมีกลุ่มนี้มีฤทธิ์ค่อนข้างดีในการกำจัดยุงพาหะ มีพิษต่อคนหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมน้อย แต่มีข้อเสียคือ ฤทธิ์ตกค้างค่อนข้างสั้น ต้องพ่นทุกสัปดาห์ และแมลงสร้างความต้านทาน การควบคุมโดยใช้วิธีทางชีววิทยา (Biological control) เช่น ลูกน้ำยุงยักษ์ (*Toxorhynchites*), หนอนพยาธิ (Nematode), ปลากินลูกน้ำ (Larvivorous fish) โดยการใช้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ จะต้องมีปริมาณมากเพียงพอในการกำจัดลูกน้ำยุง แบคทีเรีย (Bacteria) โดยใช้ *Bacillus thuringiensis* serotype H-14 (หรือ israelensis) เรียกย่อว่า *Bti* สารพิษนี้สามารถย่อยสลายเองในธรรมชาติ แต่ไม่สามารถเพิ่มจำนวนในธรรมชาติได้ ต้องใช้อย่างสารเคมีกำจัดแมลง, เชื้อรา ในสกุล *Tolypocladium, Penicillium* สามารถทำให้ลูกน้ำตายได้ แต่มีปัญหาในการผลิตทางอุตสาหกรรมเกี่ยวกับวงจรชีวิต และรูปแบบการผลิตที่เหมาะสม การควบคุมโดยวิธีทางพันธุกรรม (Genetic control) วิธีการนี้ไม่ทำให้ยุงตาย แต่ยุงจะถูกควบคุม เช่น ยุงตัวผู้ถูกทำให้เป็นหมัน โดยการผ่านกัมมันตรังสีหรือโดยใช้สารเคมี แต่สารเคมีมักมีพิษต่อสัตว์เลือดอุ่น ทำให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม และธรรมชาติเสียสมดุล (อุษาวดี, 2544)

Ivermectin เป็นยารักษาโรคหนอนพยาธิตัวกลม (Foley, Bryan, & Lawrence, 2000) และใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการควบคุมโรค onchocerciasis และ lymphatic filariasis (LF) และใช้ในการควบคุมโรคที่ถูกละเลยในเขตร้อน (NTDs) จากการศึกษาในหลอดทดลอง พบว่ายา ivermectin ทำหน้าที่เป็น endectocide ที่ทำให้เกิดการตายของยุงก้นปล่อง และมีการศึกษาเพิ่มเติมโดยการใช้ เยื่อเมมเบรน และการให้ยุงดูดเลือดโดยตรง (WHO, 2017) วิธีการเหล่านี้พบว่า ยา ivermectin มีศักยภาพในการลดการแพร่เชื้อมาลาเรีย โดยยาจะไปมีผลต่อการอยู่มีชีวิตรอดของยุง การพัฒนาไข่ในเพศเมีย และยับยั้งการสร้าง sporozoite (Chaccour, Kobylinski, & Bassat, 2013) ผลของ ivermectin ต่อแมลง พบว่าการให้ยาในปริมาณที่สูงจะส่งผลให้แมลงเกิด ภาวะ paralysis และตายในที่สุด และยาไปลดการมีชีวิตรอดของแมลงระยะตัวเต็มวัยในรุ่นถัดไป อีกทั้งปริมาณยาที่ต่ำจะไปทำให้เกิดการย่อยสลายของเลือดที่ได้รับการดูดมา โดยที่แมลงไม่ได้พัฒนาไข่ และลดการฟักไข่ (Focks , Laughlin, & Linda, 1991) จากการศึกษาของ Kobylinski (2011) พบว่ายุง *Anopheles gambiae* สามารถถูกฆ่าได้เมื่อได้รับการดูดเลือดมนุษย์ที่มียา ivermectin (Kobylinski, 2011) Robert B. Tesh and Hilda Guzman (1990) พบว่า เมื่อให้ยุง 3 ชนิด *Aedes aegypti*, *Ae. albopictus,* and *Culex quinquefasciatus* ดูดเลือดมนุษย์ที่มียา ivermectin พบว่า มีผลทำให้ยุงตัวเต็มวัยตายเพิ่มขึ้น การวางไข่ และการฟักไข่ลดลง (Guzman, 1990) จากการศึกษาของ Cassiano S. Rosa (2011) พบว่าลูกน้ำของยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ระยะ L3 , L4 เมื่อสัมผัสกับสารละลาย ivermectin ที่ความเข้มข้นต่างๆ ในช่วงระยะเวลาที่แตกต่างกัน จะมีอัตราการตายของลูกน้ำที่เพิ่มขึ้น (Albeny, Lmsa, & Maph, 2011)

จากการศึกษาก่อนหน้าพบว่าปริมาณความเข้มข้นที่แตกต่างกันของสารละลาย ivermectin ส่งผลกระทบต่อลูกน้ำของยุงหลายชนิด อีกทั้งมีผลต่อการพัฒนาไข่ในยุงเพศเมีย การมีชีวิตรอดของยุงตัวเต็มวัยเมื่อได้รับเลือดที่มี ivermectin เจือปน เพราะฉะนั้น ivermectin จึงอาจใช้เป็นทางเลือกในการควบคุมประชากรของยุงในพื้นที่ที่มีการแพร่ระบาดได้ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ เพื่อศึกษาประสิทธิผลของยา ivermectin ต่อการฟักไข่ของยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*)

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาประสิทธิผลของยา ivermectin ที่มีความเข้มข้นต่างๆ ต่อการฟักของไข่ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*)

3. การดำเนินการวิจัย

ยุงที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ยุงลายบ้านเพศเมีย (*Aedes aegypti*) อายุ 5-7 วัน ที่เลี้ยงในกรงขนาด 30 ×30×30 เซนติเมตร ในห้องปฏิบัติการที่มีลักษณะเวลากลางวัน :กลางคืน 12 :12ชั่วโมง อุณหภูมิ 27-29 ^{o}C มีความชื้นสัมพัทธ์ที่ 70% เลี้ยงยุงโดยสารละลายซูโครสเข้มข้น 10%w/v เป็นอาหาร ณ ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยาทางการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล โดยได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในสัตว์ทดลอง (เลขที่ FTM-ACUC 004/2018)

การทดลองนี้ แบ่งกลุ่มการทดลองออกเป็น 6 กลุ่ม (กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่มีสารละลาย ivermectin) ดำเนินการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง มีวิธีดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ดำเนินการเตรียมยุงที่จะใช้วางไข่โดยให้ยุงดูดเลือดผ่านทางเยื่อเมมเบรน เมื่อยุงได้รับเลือดแล้ว ดำเนินการดูดยุงจำนวน 30 ตัวจากกรงโดยใช้ท่อพลาสติก คัดเลือกเฉพาะยุงเพศเมียที่ได้รับเลือด ใส่ในกรงที่จัดเตรียมไว้และใช้ก้านสำลีที่ชุบด้วยสารละลายซูโครสเข้มข้น 10%w/v เป็นอาหารแก่ยุง

2. เตรียมชุดวางไข่ของยุง โดยการนำกระดาษกรองเบอร์ 4 ใส่ลงในถ้วยพลาสติกจากนั้นเติมน้ำสะอาดที่ปราศจากคลอรีนจำนวน 100 มิลลิลิตร

3. เมื่อยุงวางไข่บนกระดาษกรองแล้ว นำกระดาษกรองออกมาจากกรง ผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง หลังจากนั้นนับจำนวนไข่ แบ่งกลุ่มไว้ กลุ่มละ 25 ฟอง จำนวน 6 กลุ่ม

4. นำไข่ยุงที่ได้ วางลงในถ้วยพลาสติกที่มีสารละลาย ivermectin แต่ละความเข้มข้น และกลุ่มควบคุมใช้น้ำสะอาดที่ปราศจากคลอรีน

5. หลังจากนั้น ทำการตรวจจำนวนไข่ยุงที่ฟักจากการนับจำนวนระยะตัวอ่อน (larva) ภายหลังการแช่ไข่ยุงลงในสารละลายแล้ว ณ เวลา 30 นาที, ชั่วโมงที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24, และ 48 ตามลำดับ การทดลองนี้มีการดำเนินการ 3 ซ้ำ

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผล

ใช้สถิติพรรณนาเพื่อการบรรยายผลการทดลองเป็น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของจำนวนไข่ยุงที่ฟักและร้อยละของการยับยั้ง (% inhibition) ของฟักของไข่ยุง การทดลองนี้หาค่าความเข้มข้นของไอเวอร์เม็คตินที่ยับยั้งการฟักของไข่ยุงได้ 50% (IC50) โดยใช้ Probit analysis

4. ผลการวิจัย

ผลการฟักของไข่ยุงของกลุ่มควบคุม เริ่มพบการฟักเมื่อ 1 ชั่วโมงเป็นต้นไป โดยจำนวนของการฟักมากที่สุดพบ ณ ชั่วโมงที่ 48 (20 ฟอง) ไม่พบการฟักเพิ่มขึ้นในชั่วโมงที่ 72 (ข้อมูลไม่ได้แสดง) สำหรับกลุ่มที่แช่ในสารละลายไอเวอร์เม็คติน พบว่า ณ เวลา 30 นาที หลังแช่ไว้ในสารละลายทุกกลุ่มการทดลองยังไม่พบการฟัก โดยการฟักของไข่ยุง จะเริ่มพบเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0 , 0.01 และ 0.1 ppm โดยมีจำนวนฟักเป็น 0.33+ 0.58, 1+1.73, และ 0.33+0.58 ฟอง ตามลำดับ และพบว่ามีอัตราการฟักไข่ของยุงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มจากการแช่ในสารละลายไอเวอร์เม็คติน ในชั่วโมงที่ 5 พบว่ามีการฟักของไข่ยุงครบทุกกลุ่ม (0, 0.001, 0.01, 0.1, 1.0, และ 10 ppm) โดยมีจำนวนไข่ที่ฟักเป็น 1.67±1.53, 2±3.46, 1.33±2.31, 1±1.73, 0.67±1.15, และ 1±1.73 ฟอง ตามลำดับ ณ ชั่วโมงที่ 6 มีจำนวนไข่ที่ฟักเป็น 1.67±1.53, 2±3.46, 1.33±2.31, 1±1.73, 0.67±1.15, และ 1.67±2.89 ฟอง ตามลำดับ ภายหลังการแช่ไข่มาแล้ว 12 ชั่วโมง พบจำนวนการฟักเป็น 5±4.58, 4±6.93, 3±1.73, 1.33±1.53, 1±1.73, และ 1.67±2.89 ฟอง ตามลำดับ ภายหลังการแช่ไข่มาแล้ว 24 ชั่วโมง พบจำนวนการฟักเป็น 11±6.24, 5±7.00, 5.67±1.15, 4.33±1.15, 4.67±3.00,และ 3±4.36 ฟอง ตามลำดับ สุดท้าย ณ 48 ชั่วโมงพบไข่ฟักเป็น 20±0.00 , 8.33±7.57, 7.33±0.58, 6.33±1.53, 5.67±4.16 และ 4.33±5.13 ฟอง ตามลำดับ (ดังตารางที่ 1)

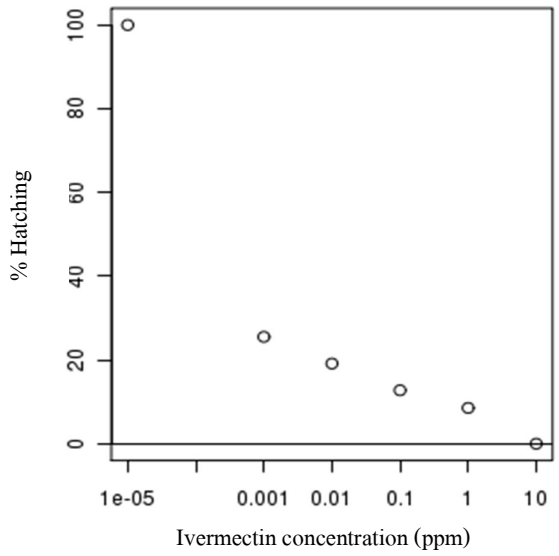
ตารางที่ 1 แสดงจำนวนไข่ที่ฟักออก ณ ช่วงเวลาต่างๆ จากการแช่ในสารละลายไอเวอร์เม็คตินความเข้มข้นต่างกัน (n=25)

ตรวจ ณ เวลา (ชั่วโมง)	จำนวนไข่ที่ฟัก ใน Ivermectin Solution ที่ความเข้มข้นต่างๆ (mean±sd)					
	0 ppm.	0.001 ppm.	0.01 ppm.	0.1 ppm.	1.0 ppm.	10 ppm.
0.5	0	0	0	0	0	0
1	0.33± 0.58	0	1±1.73	0.33±0.58	0	0
2	0.67±0.58	1±1.73	1.33±2.31	0.33±0.58	0	0
3	1.67±1.53	2±3.46	1.33±2.31	0.67±1.15	0	0
4	1.67±1.53	2±3.46	1.33±2.31	0.67±1.15	0	0
5	1.67±1.53	2±3.46	1.33±2.31	1±1.73	0.67±1.15	1±1.73
6	1.67±1.53	2±3.46	1.33±2.31	1±1.73	0.67±1.15	1.67±2.89
12	5±4.58	4±6.93	3±1.73	1.33±1.53	1±1.73	1.67±2.89
24	11±6.24	5±7.00	5.67±1.15	4.33±1.15	4.67±3.00	3±4.36
48	20±0.00	8.33±7.57	7.33±0.58	6.33±1.53	5.67±4.16	4.33±5.13

การยับยั้งการฟักของไข่ยุงได้จากการเทียบจำนวนที่ฟักในกลุ่มควบคุม ณ เวลา 48 ชั่วโมง (20 ฟอง) ผลการศึกษาพบว่า การยับยั้งการฟักของไข่ยุงมีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายไอเวอร์เม็คติน โดยที่ความเข้มข้น10 ppm มีค่าการยับยั้งการฟักของไข่ยุง ณ ชั่วโมงที่ 0.5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 12, 24, และ 48 เป็น 100%, 100%, 100%, 100%, 100%, 95%, 91.65%, 91.65%, 85%, และ 78.35% ตามลำดับ (ดังตารางที่ 2) จากการวิเคราะห์ probit analysis ค่า IC50 มีค่าน้อยกว่า 0.001 ppm. (ดังรูปที่ 1)

ตารางที่ 2 แสดงการยับยั้งการฟักของไข่ยุง ณ ช่วงเวลาต่างๆ จากการแช่ในสารละลายไอเวอร์เม็คตินความเข้มข้นต่างกัน

ตรวจ ณ เวลา (ชั่วโมง)	% Inhibition					
	0 ppm.	0.001 ppm.	0.01 ppm.	0.1 ppm.	1.0 ppm.	10 ppm.
0.5	100	100	100	100	100	100
1	98.35	100	95	98.35	100	100
2	96.65	95	93.35	98.35	100	100
3	91.65	90	93.35	96.65	100	100
4	91.65	90	93.35	96.65	100	100
5	91.65	90	93.35	95	96.65	95
6	91.65	90	93.35	95	96.65	91.65
12	75	80	85	93.35	95	91.65
24	45	75	71.65	78.35	76.65	85
48	0	58.35	63.35	68.35	71.65	78.35



รูปที่ 1 การหาค่า IC50

5. การอภิปรายผล

จากผลการทดลองพบว่าการฟักของไข่ยุงของกลุ่มควบคุม(แช่ในน้ำธรรมดา) เริ่มพบการฟักเมื่อ 1 ชั่วโมง เป็นต้นไป โดยจำนวนของการฟักมากที่สุดพบ ณ ชั่วโมงที่ 48 (20 ฟองจาก 25 ฟอง) ดังนั้นอัตราการฟักของไข่ยุงลายที่ใช้ในการทดลองนี้อยู่ที่ร้อยละ 80 จากการศึกษานี้ ณ 48 ชั่วโมงของการแช่ไข่ยุง พบว่าจำนวนไข่ที่ฟักมีจำนวนน้อยลงตามความเข้มข้นที่สูงขึ้นของสารละลายไอเวอร์เม็คติน ผลการศึกษานี้เป็นงานวิจัยแรกที่เป็นการแช่ไขยุง แต่มีงานวิจัยก่อนหน้านี้ ที่ให้ยุงดูดเลือดที่มีไอเวอร์เม็คตินปนอยู่ พบว่ามีผลทำให้อัตราการฟักของไข่ยุงลายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Deus, Saavedra Rodriguez, & Butter, 2012) การศึกษาที่ให้ลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) อยู่ในสารละลายไอเวอร์เม็คติน 1, 5, และ 10 ppm พบว่าลูกน้ำมีการเคลื่อไหวน้อยลง เป็นอัมพาตและมีอัตราการตายสูง ซึ่งไอเวอร์เม็คตินอาจเกี่ยวข้องกับการกระตุ้น chloride channel ที่ cell membrane (De Fritas, Faria, Alves, & De Melo, 1996) ลูกน้ำของยุงต่างชนิดกันมีอัตราการรอดชีวิตเมื่ออยู่ในสารละลายไอเวอร์เม็คตินต่างกัน โดยอยู่ในสารละลายไอเวอร์เม็คตินความเข้มข้น 0.1 ppm เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบการรอดชีวิตของลูกน้ำยุงก้นปล่อง (*Anopheles gambiae*) 61.6% ในขณะที่ยุงรำคาญ(*Culex quinquefasciatus*)ไม่มีลูกน้ำตัวใดรอดชีวิต (Derua Ya, Malongo, & Simonsen, 2016)

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

สารละลายไอเวอร์เม็คตินความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้ในการทดลองนี้ (10 ppm) ให้ผลการยับยั้งการฟักของไข่ยุงลายดีที่สุด และค่า Inhibitory concentration 50% มีค่าน้อยกว่า 0.001 ppm

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณบุคลากรภาควิชากีฏวิทยาการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดลที่ช่วยอำนวยความสะดวกและให้การช่วยเหลือในการทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

สำนักโรคติดต่อนำโดยแมลง. สถานการณ์โรคไข้เลือดออกในประเทศไทย ปี 2560 [ออนไลน์]. เข้าถึงจาก: http://www.thaivbd.org/n/home.

อนุลักษณ์ จันทร์คำ . การประยุกต์ใช้สมุนไพรไทยในการควบคุมยุงพาหะนำโรค. วารสารเทคนิคการแพทย์. 2555;ปีที่ 45 (ฉบับที่ 1):1-22.

อุษาวดี ถาวระ. ชีววิทยา นิเวศวิทยา และการควบคุมยุงในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่4: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข; 2544.

Rosa CS, Albeny DS, Ataíde LMS, Horta MAP, Vilela EF.. Susceptibility of *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) immature forms to ivermectin. BioAssay. 2011;6(6).

Chaccour CJ, Kobylinski KC, Bassat Q, Bousema T, Drakeley C, Alonso P, *et al*. Ivermectin to reduce malaria transmission: a research agenda for a promising new tool for elimination. Malar J. 2013;12:153.

De Freitas RM, Faria Mde A, Alves SN, de Melo AL. Effects of ivermectin on *Culex quinquefasciatus* larvae. Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo.1996;38 (4):293-7.

Derua YA, Malongo BB, Simonsen PE. Effect of ivermectin on the larvae of *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus*. Parasit Vectors. 2016;9:131.

Deus KM, Saavedra-Rodriguez K, Butters MP, Black WC, Foy BD. The effect of ivermectin in seven strains of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) including a genetically diverse laboratory strain and three permethrin resistant strains. J Med Entomol. 2012;49(2):356-363.

Focks DA, Mc Laughlin, R. E. and Linda, S. B. Effect of ivermectin (MK-933) on the reproductive rates of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). J Med Entomol. 1991;28.

Foley DH, Bryan JH, Lawrence GW. The potential of ivermectin to control the malaria vector *Anopheles farauti*. Trans R Soc Trop Med Hyg. 2000;94(6):625-8.

Guzman RBTH. Mortality and infertility in adult mosquitoes after the ingestion of blood containing ivermectin. Am J Trop Med Hyg. 1990;43(3).

Kobylinski KC, Sylla M, Chapman PL, Sarr MD, Foy BD. Ivermectin mass drug administration to humans disrupts malaria parasite transmission in Senegalese villages. Am J Trop Med Hyg. 2011;85(1):3-5.

Nithikathkul C WS, Saichua P, Nithikathkul M. Filariasis: the disease will come to be the problem of Thailand. Songkla Med J. 2006;24(1):53-8.

World Health Organization. Dengue and severe dengue [online]. Available from: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/, accessed september 1, 2017.

World Health Organization. Vector-borne diseases 2016 [online]. Available from: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/en/, accessed February 2016.