

ความเป็นพิษของสารสกัดจากมะละกอดอกน้ำยุงลาย และลูกน้ำยุงรำคาญ

Toxicity of papaya (*Carica papaya*, Linnaeus) extracts against larvae of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*

วีรพล ศรีทอง ส.ม. (สาธารณสุข)

Weeraphon Srithong M.P.H. (Public Health)

ประชุมพร เล่ห์ประเสริฐ วท.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)

Prachumporn Lauprasert Ph.D. (Biological Sciences)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Faculty of Public Health, Mahasarakham University

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากใบมะละกอ (*Carica papaya*, Linnaeus) สายพันธุ์แขกดำ และสายพันธุ์ศรีราชภักดิ์ที่ได้จากการหมักในเอทิลแอลกอฮอล์ 90% เป็นเวลา 7 วัน ต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti* borabora) ระยะที่ 3 และยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*) ระยะที่ 3 โดยวิเคราะห์ในรูปมัธยฐานของระดับความเข้มข้น (Median Lethal Concentration : LC_{50}) ในเวลา 24 ชั่วโมง

ผลการวิจัย พบว่าสารสกัดหยาบของใบสดและแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ศรีราชภักดิ์ มีค่าร้อยละผลได้ (% yield) เท่ากับ 8.892, 7.669, 7.465 และ 7.122 % ตามลำดับ วิเคราะห์ปริมาณสารซาโปนิน (saponin) ในสารสกัดหยาบของใบสดและแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำ และพันธุ์ศรีราชภักดิ์ด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography พบว่ามีปริมาณซาโปนินเท่ากับ 386.489, 132.340, 204.827 และ 93.371 mg L⁻¹ ตามลำดับ นอกจากนี้ค่า LC_{50} ของสารสกัดหยาบของใบสดและแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำและมะละกอพันธุ์ศรีราชภักดิ์ต่อลูกน้ำยุงลายเท่ากับ 0.00975, 0.00487, 0.01110 และ 0.00980 mg L⁻¹ ตามลำดับและค่า LC_{50} ของสารสกัดหยาบของใบสดและแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำและมะละกอพันธุ์ศรีราชภักดิ์ต่อยุงรำคาญเท่ากับ 0.01375, 0.00928, 0.01672 และ 0.01228 mg L⁻¹ ตามลำดับ เมื่อนำลูกน้ำที่ตายไปส่องภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคปพบว่าโครงสร้างของส่วนท้องเปื่อยยุ่ยและท่ออากาศมีสีคล้ำกว่าปกติ

โดยสรุป สารสกัดหยาบจากใบแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำที่สกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 90% นาน 7 วัน มีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญได้ดี

คำสำคัญ: ยุงลาย สารสกัดหยาบ ยุงรำคาญ มัธยฐานระดับความเข้มข้น สารซาโปนิน

Abstract

The objectives of this experiment were to evaluate the 24 h- LC_{50} of maceration of 2 types of papaya (*Carica papaya*, Linnaeus) leaves in 90% ethyl alcohol against the 3rd instar larvae of *Aedes aegypti* borabora and *Culex quinquefasciatus*.

The results found that percentage yield of fresh and dried leaves of Khakdum papaya, and of Srirajabhat papaya crude extracts were 8.892, 7.669, 7.465 and 7.122 %, respectively. The HPLC detected the amount of saponin in crude extracts of fresh and dried of Khakdum papaya and Srirajabhat leaves were 386.489, 132.340, 204.827 and 93.371 mg L⁻¹, respectively. The 24 h- LC_{50} of crude extracts of fresh and dried of Khakdum papaya and Srirajabhat leaves against the 3rd-instar larvae of *Aedes aegypti* (borabora) were 0.00975, 0.00487,

0.01110, and 0.00980 mg L⁻¹, respectively. Moreover, 24 h-LC₅₀ of crude extracts of fresh and dried of Khakdum papaya and Srirajabhat leaves against the 3rd-instar larvae of *Culex quinquefasciatus* were 0.01375, 0.00928, 0.01672, and 0.01228 mg L⁻¹, respectively. Stereomicroscope was use for descript details of dead larvae, their abdomens were decayed and siphons were swarthy.

In conclusion, the 7-days maceration of dried of Khakdum papaya leaves in 90% ethyl alcohol would be applied to use as *Aedes* and *Culex* larvicide in the next further.

Keywords: *Aedes aegypti* (borabora), crude extracts, *Culex quinquefasciatus*, Median Lethal Concentration, Saponin

บทนำ

ยุงเป็นแมลงที่ก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพของมนุษย์เป็นอย่างมาก เพราะยุงจะกัดกินเลือดและก่อให้เกิดความรำคาญ ยุงบางชนิดยังเป็นพาหะนำโรคได้อีกด้วย เช่น ยุงลาย (*Aedes*) ยุงรำคาญ (*Culex*) เป็นต้น โรคที่เกิดจากยุงเป็นพาหะที่สำคัญ และพบมากในประเทศไทย ได้แก่ โรคไข้เลือดออก (Dengue Hemorrhagic Fever) โรคไข้สมองอักเสบเจอี (Japanese Encephalitis)⁽¹⁾ โรคเหล่านี้เป็นปัญหาสำคัญที่จะต้องมีการรณรงค์ป้องกันควบคุมด้วยวิธีต่างๆ เพื่อไม่ให้เกิดการนำเชื้อโรคมานำสู่มนุษย์มีความพยายามที่จะหาสารกำจัดแมลงที่ได้จากสิ่งมีชีวิต (Bio insecticide) ชนิดใหม่ๆ ซึ่งคาดว่าจะมีผลกระทบต่อมนุษย์น้อยที่สุด ด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยและการใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์จากพืชในธรรมชาติเป็นสารฆ่าลูกน้ำยุงเพราะในพืชเต็มไปด้วยสารเคมีที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพในการกำจัดลูกน้ำยุง และอาจจะยังช่วยลดความเสี่ยงของผลกระทบทางนิเวศที่ไม่พึงประสงค์ได้⁽¹⁻³⁾

การวิจัยในครั้งนี้ ใช้สารสกัดจากใบของมะละกอ (*Carica papaya* L.) ไปกำจัดลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญ วิเคราะห์ในรูปมัลติฐานของระดับความเข้มข้น (Median Lethal Concentration : LC₅₀) ในเวลา 24 ชั่วโมง⁽⁴⁾

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากใบมะละกอ (*Carica papaya* L.) สองสายพันธุ์ในการกำจัดลูกน้ำยุงลายและยุงรำคาญ โดยวิเคราะห์ในรูปมัลติฐานของระดับความเข้มข้น (Median Lethal Concentration : LC₅₀) ในเวลา 24 ชั่วโมง ด้วยวิธี Dipping Method
2. เพื่อหาความเข้มข้นและเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดจากมะละกอสายพันธุ์แขกดำ และพันธุ์ศรีราชภฏ (พันธุ์ครึ่ง) ในใบสดและแห้ง
3. เพื่อศึกษาความเป็นพิษในรูปมัลติฐานของระดับความเข้มข้น (LC₅₀) ของมะละกอสายพันธุ์แขกดำ และพันธุ์ศรีราชภฏ ในใบสดและแห้งต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes*)
4. เพื่อศึกษาความเป็นพิษในรูปมัลติฐานของระดับความเข้มข้น (LC₅₀) ของมะละกอสายพันธุ์แขกดำ และพันธุ์ศรีราชภฏ ในใบสดและแห้งต่อลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex*)

ขอบเขตของการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ในกลุ่มทดลองโดยการเลือกมะละกอจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ แขกดำ (*Carica papaya* L.) และศรีราชภฏ (*Carica papaya* L.) เพื่อเปรียบเทียบความเป็นพิษของสารสกัดจากมะละกอสองสายพันธุ์ที่สกัดในเอทิลแอลกอฮอล์ 90% ในการนำไปกำจัดลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญ โดยวิเคราะห์ในรูปมัลติฐานของระดับความเข้มข้น (LC₅₀) ในเวลา 24 ชั่วโมง ด้วยวิธี Dipping Method

วิธีการทดลอง

การวิจัยนี้สกัดสารจากใบมะละกอทั้งสองสายพันธุ์ในห้องปฏิบัติการของคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทดสอบหาปริมาณสารซาโปนินในสารสกัดด้วยเครื่อง HPLC⁽⁵⁾ ที่ห้องปฏิบัติการกลาง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และทดสอบความเป็นพิษกับลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญที่ห้องปฏิบัติการศูนย์วิชาการแมลงนำโรค สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น โดยควบคุมอุณหภูมิของห้องปฏิบัติการอยู่ที่ 25.5±2 องศาเซลเซียส⁽⁶⁾

การวิจัยนี้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลคือเสนอค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด กรณีข้อมูลแจกแจงนับนำเสนอด้วยตารางแจกแจงความถี่และค่าร้อยละ และการเปรียบเทียบข้อมูลสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกันใช้ Independent t-test เปรียบเทียบความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากใบของมะละกอสายพันธุ์แขกดำและสายพันธุ์ศรีราชภัฏ ในรูปแบบสดและแห้ง

การศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการกำกับและส่งเสริมการดำเนินการต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม (คกส. มมส.) เป็นที่เรียบร้อยแล้ว (รหัสเอกสารรับรอง 0006/2559)

การวิจัยนี้ใช้ใบของมะละกอจากต้นที่มีอายุประมาณ 7 – 8 เดือน (ใบอายุ 30–45 วัน)⁽⁷⁾ ในอัตราส่วน

ใบสดและใบแห้งอย่างละ 1,000 กรัมต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 90% 4,000 มิลลิลิตร เขย่าขวดอย่างสม่ำเสมอเป็นเวลา 7 วัน แล้วกรองเอาเฉพาะของเหลวไประเหยเอาเอทิลแอลกอฮอล์ 90% ออกจากสารสกัดด้วยเครื่อง evaporator ซึ่งจะได้สารสกัดที่บริสุทธิ์ เก็บใส่ขวดปิดฝาและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4–8 องศาเซลเซียส^(4,6)

จากนั้นนำสารสกัดหยาบจากใบของมะละกอทั้งสองสายพันธุ์ ดำเนินการทดสอบขั้นต้น (Preliminary Test) ใช้ความเข้มข้นสูงสุดที่สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ที่ร้อยละ 90 และความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ที่ระดับร้อยละ 5 แล้วจึงนำช่วงความเข้มข้นที่ได้มาแบ่งละเอียดออกเป็น 7 ความเข้มข้น ดำเนินการทดสอบขั้นต้นในสารสกัดในตัวทำละลายจากเอทิลแอลกอฮอล์ 90% จึงดำเนินการทดสอบจริง (Final Test)⁽⁶⁾

การวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าที่ได้จากการตายของลูกน้ำยุงลายและยุงรำคาญ นำมาหาร้อยละของการตายที่ถูกต้อง โดย

1. หากอัตราการตายในกลุ่มควบคุมมีการตายต่ำกว่าร้อยละ 5 ให้ใช้อัตราจริง
2. หากอัตราการตายสูงกว่าร้อยละ 20 ให้ทดลองใหม่
3. หากอัตราการตายมีค่าระหว่าง 5 – 20 จะต้องปรับค่าร้อยละของการตายที่ถูกต้องโดยใช้สูตรของ Abbott's Formula ดังนี้

ร้อยละของการตายที่ถูกต้อง

$$= \frac{(\text{ร้อยละของการตายในกลุ่มทดลอง} - \text{ร้อยละของการตายในกลุ่มควบคุม}) \times 100}{100 - \text{ร้อยละของการตายในกลุ่มควบคุม}}$$

เปรียบเทียบความเป็นพิษเฉียบพลันในรูป LC₅₀ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% CI⁽⁹⁾ โดยใช้ Probit Analysis และหาปริมาณสารออกฤทธิ์ซาโปนินในสารสกัดหยาบที่สกัดจากใบมะละกอสายพันธุ์แขกดำและพันธุ์ศรีราชภัฏที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 90% ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ซึ่งใช้

Mobile Phase แบบ Mix โดยใช้ Acetonitrile กับน้ำกลั่น ในอัตราส่วน 70:30 ใช้อัตราการไหลที่ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้ Detector เป็น PDA ใช้ Column C18⁽¹⁰⁻¹¹⁾ สารมาตรฐานซาโปนิน จะปรากฏ Retention Time ในช่วงนาที่ที่ 12 โดยมีค่าความชันของเส้นตรง (R²) เท่ากับ 0.8588

ผลการศึกษา

ลักษณะทางกายภาพของสารที่สกัดได้จากใบมะละกอพันธุ์แขกดำ ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 90% และความเข้มข้นของสารสกัดจากมะละกอพันธุ์แขกดำ และพันธุ์ศรีราชภัฏ ในการนำไปกำจัดลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญระยะที่ 3 เปรียบเทียบระหว่างใบสดและใบแห้ง ซึ่งได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ลักษณะของสารสกัด ค่า pH ความเข้มข้น % Yield และปริมาณสารชาโปนิน

ชนิดพืช	สีของสารสกัด	ค่า pH	ความเข้มข้น (g/mL)	% Yield (w/w)	ปริมาณสารชาโปนิน (mg L ⁻¹)
พันธุ์แขกดำ (ใบแห้ง)	สีเขียวเข้ม	4.98	0.0481	8.892	386.489
พันธุ์แขกดำ (ใบสด)	สีเขียวเข้ม	4.52	0.0256	7.669	132.340
พันธุ์ศรีราชภัฏ (ใบแห้ง)	สีเขียวเข้ม	4.65	0.0386	7.465	204.827
พันธุ์ศรีราชภัฏ (ใบสด)	สีเขียวเข้ม	4.56	0.0255	7.122	93.371

สารสกัดหยาบจากใบแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำ มีความเข้มข้นสูงสุด มีค่าเท่ากับ 0.0481 g/mL รองลงมาคือ สารสกัดหยาบจากใบแห้งของมะละกอพันธุ์ศรีราชภัฏ สารสกัดหยาบจากใบสดของมะละกอพันธุ์แขกดำ และสารสกัดหยาบจากใบสดของมะละกอพันธุ์ศรีราชภัฏ มีค่าเท่ากับ 0.0386, 0.0256 และ 0.0255 g/mL ตามลำดับ

สารสกัดหยาบจากใบแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำมีค่า %Yield สูงสุด มีค่าเท่ากับ 8.892% w/w รองลงมาคือ สารสกัดหยาบจากใบสดของมะละกอพันธุ์แขกดำ สารสกัดหยาบใบแห้งของมะละกอพันธุ์

ศรีราชภัฏ และสารสกัดหยาบจากใบสดของมะละกอพันธุ์ศรีราชภัฏ มีค่าเท่ากับ 7.669, 7.465 และ 7.122% w/w ตามลำดับ

สารสกัดหยาบจากใบแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำ มีปริมาณสารชาโปนินสูงที่สุดมีค่าเท่ากับ 386.489 mg L⁻¹ รองลงมาคือ สารสกัดหยาบจากใบแห้งของมะละกอพันธุ์ศรีราชภัฏ สารสกัดหยาบจากใบสดของมะละกอพันธุ์แขกดำ และสารสกัดหยาบจากใบสดของมะละกอพันธุ์ศรีราชภัฏ มีค่าเท่ากับ 204.827, 132.340 และ 93.371 mg L⁻¹ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ความเป็นพิษในรูปมัยฐานของระดับความเข้มข้น LC₅₀ ในเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีต่อลูกน้ำยุงลาย

ชนิดพืช	ค่า pH	ความเข้มข้น (g/mL)	% Yield (w/w)	LC mg L ⁻¹ 50
พันธุ์แขกดำ (ใบแห้ง)	4.98	0.0481	8.892	0.00487
พันธุ์แขกดำ (ใบสด)	4.52	0.0256	7.669	0.00975
พันธุ์ศรีราชภัญญ์ (ใบแห้ง)	4.65	0.0386	7.465	0.00980
พันธุ์ศรีราชภัญญ์ (ใบสด)	4.56	0.0255	7.122	0.01110

ตารางที่ 3 ความเป็นพิษในรูปมัยฐานของระดับความเข้มข้น (LC₅₀) ในเวลา 24 ชั่วโมง ที่มีต่อลูกน้ำยุงรำคาญ

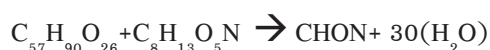
ชนิดพืช	ค่า pH	ความเข้มข้น (g/mL)	% Yield (w/w)	LC mg L ⁻¹ 50
พันธุ์แขกดำ (ใบแห้ง)	4.98	0.0481	8.892	0.00928
พันธุ์แขกดำ (ใบสด)	4.52	0.0256	7.669	0.01375
พันธุ์ศรีราชภัญญ์ (ใบแห้ง)	4.65	0.0386	7.465	0.01228
พันธุ์ศรีราชภัญญ์ (ใบสด)	4.56	0.0255	7.122	0.01672

สรุป และอภิปรายผล

จากการเปรียบเทียบความเป็นพิษในรูปมัยฐานของความเข้มข้น (LC₅₀) พบว่า สารสกัดหยาบจากใบแห้งและสดของมะละกอพันธุ์แขกดำและมะละกอพันธุ์ศรีราชภัญญ์ ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 90% พบว่า สารสกัดหยาบจากใบแห้งมะละกอพันธุ์แขกดำมีความเป็นพิษสูงที่สุดในการกำจัดลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญ โดยมีค่า LC₅₀ ต่ำที่สุด แสดงว่าค่าความเป็นพิษที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญตายสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารซาโปนินของสารสกัดหยาบจากใบแห้งและสดของมะละกอทั้งสองสายพันธุ์ พบว่า สารสกัดหยาบจากใบแห้งของมะละกอพันธุ์แขกดำมีปริมาณสารซาโปนินสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 386.489 mg L⁻¹ และทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารซาโปนินในสารสกัดหยาบจากใบมะละกอ ด้วยสถิติ t-test พบว่า ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบของพันธุ์แขกดำใบแห้งและสด ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05) ส่วนความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากใบแห้งและสด

พันธุ์ศรีราชภัญญ์ ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากใบแห้ง พันธุ์แขกดำและพันธุ์ศรีราชภัญญ์ และความเข้มข้นของสารสกัดหยาบจากใบสดพันธุ์แขกดำและพันธุ์ศรีราชภัญญ์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (p>0.05)

จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า สารสกัดหยาบจากใบมะละกอพันธุ์แขกดำและพันธุ์ศรีราชภัญญ์ มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญในเวลา 24 ชั่วโมง โดยในสารสกัดหยาบมีสารสำคัญคือ ซาโปนิน สารสกัดหยาบจากใบมะละกามีสารซาโปนิน (C₅₇H₉₀O₂₆) เมื่อทำปฏิกิริยา cuticle (C₈H₁₃O₅N) ทำให้เกิดน้ำในเซลล์จำนวนมาก ซึ่ง cuticle ทำหน้าที่เป็นเยื่อเลือกผ่านป้องกันไม่ให้น้ำเข้าสู่ร่างกายลูกน้ำจึงเสียสภาพ cuticle คือ chitin ซึ่งเป็นสารโมเลกุลเชิงซ้อนของไนโตรเจนัสโพลีแซคคาไรด์ (nitrogenous polysaccharide) ซึ่งเป็นชั้นนอกที่ปกคลุมร่างกายของลูกน้ำยุง เมื่อ cuticle ถูกทำลาย จะทำให้เสียสมดุลของร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุให้ลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญตายได้ เพราะมีน้ำเข้าเซลล์เป็นจำนวนมาก⁽¹²⁻¹⁴⁾ ดังสมการ



ซึ่งสารสกัดหยาบจากใบแห้งมะละกอพันธุ์แขกดำมีความเป็นพิษสูงต่อลูกน้ำยุงลายและลูกน้ำยุงรำคาญเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารสกัดหยาบเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดหยาบ (%Yield) ปริมาณสารซาโปนิน และค่ามัธยฐานของระดับความเข้มข้น (LC_{50}) สูงกว่าสารสกัดหยาบจากใบสดมะละกอพันธุ์แขกดำ และใบสดและแห้งมะละกอพันธุ์ศรีราชภักดิ์ การที่สารสกัดหยาบจากใบแห้งมีความเข้มข้น เปอร์เซ็นต์ของสารสกัด (%Yield) ปริมาณสารซาโปนิน และค่ามัธยฐานของระดับความเข้มข้น (LC_{50}) สูงกว่าใบสด เพราะใบแห้งได้จากการนำใบสดประมาณ 5-6 กิโลกรัมมาหั่นและอบให้ได้ใบแห้ง 1 กิโลกรัม ซึ่งความหนาแน่นจะยังเท่าเดิมจึงส่งผลให้มีปริมาณสารสำคัญสูงกว่า

ข้อเสนอแนะ

- 1) การนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์กำจัดลูกน้ำยุงที่สามารถนำไปใช้ในพื้นที่ได้ง่าย และมีความปลอดภัย
- 2) ควรศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหยาบจากใบมะละกอกับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่อยู่ในน้ำ เช่น กุ้ง ปลา เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พ.ญ.ศศิธร ตั้งสวัสดิ์ ผู้อำนวยการสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 จังหวัดขอนแก่น คุณกองแก้ว ยะอุป คุณบุญส่ง กุลโสง ที่อำนวยความสะดวกในการให้สถานที่เพาะเลี้ยงยุงลาย ยุงรำคาญ และหนูตะเภา และอุปกรณ์ในการทดลอง ไข่ยุงลาย (*Aedes aegypti* borabora) รวมถึงสนับสนุนข้อมูลทางวิชาการ และให้คำปรึกษาแนะนำในการทำวิจัย และขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ที่ให้ความอนุเคราะห์ลูกน้ำ และไข่ยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus*)

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักโรคติดต่อทางแมลง กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. สารระงับโรคไข้เลือดออก[ออนไลน์]. [เข้าถึงเมื่อ 17 มิถุนายน 2558]. เข้าถึงได้จาก <http://www.thaivbd.org/>.
2. กาญจนา สาณกุล, ธนิสร ปทุมานนท์ ยลฤดี ตันทสิทธิ์. การควบคุมลูกน้ำยุงลายโดยใช้สมุนไพร. วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธรจังหวัดขอนแก่น:สถาบันพระบรมราชชนก สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข; 2553.
3. ทวี หอมขง. แนวทางการวินิจฉัยและรักษาโรคไข้เลือดออกเดงกี. กรุงเทพฯ. กระทรวงสาธารณสุข; 2556.
4. Dwi Wahyuni. New bioinsecticide granules toxin from extract of papaya (*Carica papaya*) seed and leaf modified against *Aedes aegypti* larvae. J of Procedia Environ Sci 2015; 23: 323-8.
5. คูณลักษณ์ ศรีจารนัย. โครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง. ขอนแก่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552.
6. อรรณพ จงเจริญ. ความเป็นพิษที่มีต่อลูกน้ำยุงลายบ้านของสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่สกัดด้วยตัวทำละลายและกลั่นด้วยไอน้ำ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2552.
7. รักษ์สา จันทาศรี. พันธุ์มะละกออีสาน. วารสารทางอีสาน 2556; 2(16): 42-4.
8. นรินทร์พร สงศรี. ความเป็นพิษของสารสกัดจากเมล็ดพริกไทย เมล็ดแมงลัก เมล็ดขึ้นฉ่ายและเมล็ดผักชีลาว ต่อลูกน้ำยุงลายบ้าน [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2552.

9. ประชุมพร ดาซดา. ความเป็นพิษของสารสกัดจากดาวเรืองน้อย (*Tagete spatula* Linn.) ที่มีต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti* Linn.) [วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2542.
10. Sesanti H, Arsunan AA, Ishak H. Potential test of papaya leaf and seed extract (*Carica Papaya*) as Larvaicides against Anopheles mosquito Larvae mortality. Sp in Jayapura, Papua Indonesia. IJSRP.2014;4(6):1-8.
11. ชุติมา เพชรกระจ่าง, นงลักษณ์ เรืองวิเศษ, ประพัฒน์ วิไลรัตน์, ปิยนุช โจนส์ง่า, พวงแก้ว ลัดคนทินพร, พิสมัย กุลกาญจนาธร และคณะ. High-performance liquid chromatography. กรุงเทพฯ, พี.เอช.พรีนซ์; 2553.
12. มรุต รุจิรวัฒน์, จุฑามาศ สัตยวิวัฒน์. พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ, บริษัท ทรินิตี้พับลิชชิง จำกัด; 2549.
13. Jayapal Subramaniam, K. K., Palanisamy Mahesh Kumar, and W. W. Kadarkarai Murugan. Mosquito larvicidal activity of aloe vera (Family: Liliaceae) leaf extract and *Bacillus sphaericus*, against Chikungunya vector, *Aedes aegypti*. Saudi Journal of Biological Sciences 2012;19: 503-9.
14. Natalia N. dos S. Nunes a, L. A. S. a., Misako U. Sampaio a, Francisco J.A. Lemos b, and M. L. Oliva. The component of *Carica papaya* seed toxic to *A. aegypti* and the identification of tegupain, the enzyme that generates it. Chemosphere 2013; 92: 413-20.