

ผลของสารสกัดจากเมล็ดและใบสะเดาไทยต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้าน
Effect of Thai Neem Seed and Leaf Extracts on Mortality of *Aedes aegypti* (L.) Larvae

รมย์นลิน เขียนจুম¹ วงเดือน บันดี¹ สุภาวดี บุญชื่น¹ สุเทพ ศิลพานันท์กุล¹ ขวัญชัย สมบัติศิริ²

Romnalin Keanjoom¹, Wongdyan Pandii¹, Supawadee Boonchuen¹,

Suthep Silapanuntakul¹, Kwanchai Sombatsiri²

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบสารสกัดสะเดาไทย (*Azadirachta siamensis*) ได้แก่ น้ำมัน สารสกัดจากเมล็ด และสารสกัดจากใบต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านระยะที่ 4 โดยวิธีจุ่มในสารทดสอบ ความเข้มข้นในการทดสอบเป็นแบบเจือจางเป็นลำดับ ทดสอบกับลูกน้ำ 25 ตัว การทดลองทั้งหมดทำซ้ำ 4 ครั้ง ใช้น้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม การทดสอบพบว่าความเข้มข้น 0.16 % ของน้ำมัน และความเข้มข้น 0.8 % ของสารสกัดเมล็ดทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านระยะที่ 4 ตาย 100 % ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ไม่มีการตายเกิดขึ้นในกลุ่มควบคุม สารสกัดสะเดาไทยที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำดีที่สุดคือน้ำมันสะเดาไทยมีค่าความเข้มข้นต่อการตายของลูกน้ำ LC₅₀ และ LC₉₀ ที่เวลา 48 ชั่วโมงเท่ากับ 0.0139 % และ 0.1277 % รองลงมาคือสารสกัดเมล็ดสะเดาไทยซึ่งมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 0.2000 % และ 0.5087 % ส่วนสารสกัดใบสะเดาไทยมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 1.5147 % และ 6.3547 % นอกจากนี้ยังพบว่าสะเดาไทยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ทำให้ระยะการเป็นลูกน้ำและตัวมียาวนานขึ้น อีกทั้งทำให้เกิดความพิการในแต่ละระยะที่พัฒนาจากลูกน้ำไปเป็นตัวมียังเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของลูกน้ำอีกด้วย

ABSTRACT

The study was compare the effects from different formulations of the Thai Neem extracts (*Azadirachta siamensis*) including oil, seed and leaves on mortality of early 4th *Aedes aegypti* larvae were assesses by dip bioassay test, concentrations in the test was serial dilution. These experiments were replicated for four times on 25 larvae, a control group was exposed to distilled water. The result shown that concentration at 0.16% of oil and 0.8% of seed extracts gave early 4th *Aedes aegypti* larvae die at 48 hrs. No mortality occurred in control group. Neem oil was the most effects on larvae died, with LC₅₀ and LC₉₀ values for larvae at 48hrs were 0.0139 % and 0.1277 %. While, seed extract with LC₅₀ and LC₉₀ values were 0.2000 % and 0.5087 %. Leaves extract with LC₅₀ and LC₉₀ values were 1.5147 % and 6.3547 %. In addition, the impact of *Azadirachta siamensis* was further observed, it's found that herb caused effects on inhibit growth regulatory, prolongation of larvae and pupae

¹ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ 10400

Faculty of Public Health, Mahidol University, Bangkok 10400

² ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900

period, deformities in different development stage of larvae to pupa and shown antifeedant effect on larvae stage.

Key word: *Aedes aegypti*, Thai neem, *Azadirachta siamensis*

e- mail address: llbaitoeyll@windowslive.com

คำนำ

ปัจจุบันการควบคุมยุงพาหะเป็นมาตรการหลักในการป้องกันโรคไข้เลือดออก เพราะวัคซีนสำหรับป้องกันโรคไข้เลือดออกกำลังอยู่ระหว่างการทดลองในภาคสนาม คาดว่าต้องใช้เวลาในการพัฒนา และยังไม่มียาที่สามารถกำจัดเชื้อไวรัสเดงกีซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไข้เลือดออก การรักษาจึงเป็นการรักษาตามอาการเท่านั้น โดยพาหะนำโรคที่สำคัญคือยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ส่วนในชนบทบางพื้นที่จะมียุงลายสวน (*Aedes albopictus*) เป็นพาหะนำโรคร่วม (WHO, 2012) จึงมีการนำสารเคมีมาใช้ในการควบคุมและกำจัดยุง แต่การใช้สารเคมีค่อนข้างล้มเหลวเนื่องจากมีราคาค่อนข้างแพง ทำให้เกิดการสร้างความต้านทานของยุง เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของยุง และเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม (Norbert *et al.*, 2010) จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรในการควบคุมยุงมากขึ้น ซึ่งสารที่มีพิษเคมีในการกำจัดศัตรูพืชที่โดดเด่นที่สุดคือสะเดาอินเดีย (*Azadirachta indica*) เนื่องจากฤทธิ์ของสารประกอบทางชีวภาพในเมล็ดและส่วนต่างๆมีผลในการกำจัด การยับยั้งการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของแมลงหลายสกุลรวมถึงยุงด้วย (Schmutterer, 1995 ;ชวัญชัย, 2540) ในต่างประเทศมีการศึกษาฤทธิ์ของสะเดาอินเดียอย่างหลากหลาย พบว่ามีฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุงลาย (*Aedes mosquitoes*) (Marcello *et al.*, 2010; Rajan and Savarimuthu., 2011) ยุงก้นปล่อง (*Anopheles mosquitoes*) (Aliero, 2003; Fredros *et al.*, 2007) และยุงรำคาญ (*Culex mosquitoes*) (Virenda *et al.*, 2009; Lata *et al.*, 2009) ยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงและดักแด้ (Claus *et al.*, 1984 ;Preeti *et al.*, 2006; Andress *et al.*, 2011; Gunasekaran *et al.*, 2009) ส่วนการศึกษาสะเดาในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช การศึกษาสะเดาต่อยุงยังมีน้อยมากในประเทศไทย โดยมานิตย์ นาคสุวรรณ (2543) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาและน้ำมันสะเดาต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) พบว่าสารดังกล่าวมีผลในการเป็นสารฆ่าแมลง สารยับยั้งการวางไข่ และสารไล่ยุงลาย นอกจากนี้มีการศึกษาฤทธิ์ของสะเดาช้าง (*Azadirachta excelsa* Jack.) พบว่าสามารถขับไล่และป้องกันการดูดเลือดของยุง (วิภาวดี, 2547; มนัสวี, 2551) นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำและตัวโม่งได้ (เอกราช, 2552)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบสารสกัดจากสะเดาไทย (*Azadirachta siamensis*) (น้ำมันสารสกัดจากเมล็ด สารสกัดจากใบ) ต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ซึ่งเป็นการใช้พืชสมุนไพรท้องถิ่นที่มีมากในประเทศไทยให้เกิดประโยชน์ และอาจเป็นไปได้ที่จะพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการนำเข้าสารเคมีสังเคราะห์ที่เป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและเกิดการต้านทานสารเคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารสกัดจากสะเดาไทย

น้ำมันสะเดาไทย (ผสมสารอิมัลซิฟายเออร์) สารสกัดเมล็ดสะเดาไทยที่มีปริมาณ Azadirachtin 0.1% ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทผลิตภัณฑ์สะเดาไทย ส่วนสารสกัดใบสะเดาไทยทำการแช่ใบสะเดาสดแห้งในสารละลายเอทานอลเป็นเวลา 5 วัน กรองเศษใบสะเดาสดออกแล้วนำสารละลายไประเหยด้วยเครื่องกลั่นระเหยสารแบบหมุน (rotary evaporator) เมื่อระเหยตัวทำละลายออกหมดแล้ว จะได้สารสกัดจากใบสะเดาไทย นำไปละลายด้วยน้ำกลั่น และเก็บในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อใช้ในการศึกษาขั้นต่อไป

การทดสอบผลของสารสกัดสะเดาไทยต่อลูกน้ำยุงลายบ้าน

การทดสอบผลของสารสกัดสะเดาไทยต่อลูกน้ำยุงลายบ้านได้แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วนคือการหาช่วงความเข้มข้นที่ทำให้เกิดการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านในแต่ละส่วนของสะเดาไทย ได้แก่ (น้ำมันสะเดาไทย สารสกัดเมล็ดสะเดาไทย และสารสกัดใบสะเดาไทย) โดยศึกษาตามวิธีจุ่มในสารทดสอบ (dip bioassay) โดยใช้น้ำกลั่นเป็นส่วนผสม ให้มีความเข้มข้นแบบเจือจางเป็นลำดับ (serial dilution) อย่างน้อย 4 ความเข้มข้นขึ้นไป และการทดสอบความเข้มข้นของสารสกัดสะเดาไทยต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านที่เวลา 12, 24, 36, 48, 60, 72, 84 และ 96 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดสะเดาไทยที่แตกต่างกัน โดยน้ำมันสะเดาไทยศึกษาที่ช่วงความเข้มข้น 0.0012 %, 0.0025%, 0.005%, 0.01%, 0.02%, 0.04%, 0.08% และ 0.16% ส่วนสารสกัดเมล็ดสะเดาไทยศึกษาที่ช่วงความเข้มข้น 0.05%, 0.10%, 0.20%, 0.40%, 0.80% และ 1.6% สำหรับสารสกัดจากใบสะเดาไทยที่ความเข้มข้น 0.125%, 0.25%, 0.50%, 1.00%, 2.00% และ 4.00% (% extracts in 250ml distilled water) โดยทดลองในถ้วยพลาสติกบรรจุน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร จากนั้นนำลูกน้ำยุงลายบ้านระยะที่ 4 จำนวน 25 ตัวใส่ลงในถ้วยที่มีสารสกัดสะเดาไทยดังกล่าว การทดลองทั้งหมดทำซ้ำ 4 ครั้ง ส่วนในกลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นเป็นตัวควบคุม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ช่วงความเข้มข้นของสารสกัดสะเดาไทย (น้ำมันสะเดาไทย สารสกัดเมล็ดสะเดาไทย และสารสกัดใบสะเดาไทย) ที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตายโดยวิธี dip bioassay ความเข้มข้นเป็นแบบ serial dilution พบว่าช่วงความเข้มข้นที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตายสำหรับน้ำมันสะเดาไทยคือ 0.0012 % ถึง 0.16 % สำหรับเมล็ดสะเดาไทยคือ 0.05% ถึง 0.80% สำหรับใบสะเดาไทยคือ 0.125 % ถึง 4.00%

การทดสอบความเข้มข้นของสารสกัดสะเดาไทยต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้านระยะที่ 4 พบว่าความเข้มข้นที่ 0.16 % ของน้ำมันสะเดาไทย และความเข้มข้นที่ 0.8 % ของสารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย สามารถทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านระยะที่ 4 ตาย 100 % ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ในขณะที่สารสกัดจากใบสะเดาไทยที่ความเข้มข้น 4.00% ไม่สามารถทำให้เกิดการตายของลูกน้ำ 100 % ในระยะเวลาที่ทดสอบ แต่สามารถทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านระยะที่ 4 ตายมากกว่า 90 % ที่เวลา 36 ชั่วโมง ส่วนลูกน้ำในกลุ่มควบคุม (น้ำกลั่น) ไม่มีการตายเกิดขึ้น (Table 1-3) นอกจากนี้เมื่อนำอัตราการตายจริงของลูกน้ำยุงลายบ้านระยะที่ 4 ในแต่ละชนิดของสารสกัดสะเดาไทย ไปวิเคราะห์ค่าความเข้มข้นที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำ 50% และ 90% (LC_{50} and LC_{90}) ที่เวลา 48 ชั่วโมง ผลการวิเคราะห์พบว่าสารสกัดสะเดาไทยที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำดีที่สุดคือน้ำมันสะเดาไทยซึ่งมีค่า

LC₅₀ และ LC₉₀ ต่อกการตายของลูกน้ำที่เวลา 48 ชั่วโมงเท่ากับ 0.0139 % และ 0.1277 % รองลงมาคือสารสกัดจากเมล็ดสะเดาไทย ซึ่งมีค่าดังกล่าวต่อกการตายของลูกน้ำที่เวลา 48 ชั่วโมงเท่ากับ 0.2000 % และ 0.5087 % ส่วนสารสกัดจากใบสะเดาไทยมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 1.5147 % และ 6.3547 % ที่เวลา 48 ชั่วโมง (Table 4)

Table 1 Mortality of *Aedes aegypti* larvae after treated with Thai neem oil

Concentration (%)	% mortality in different hours							
	12	24	36	48	60	72	84	96
0.0012	2.0	4.0	6.0	6.0	9.0	11.0	27.0	32.0
0.0025	4.0	6.0	10.0	13.0	15.0	15.0	42.0	47.0
0.005	30.0	32.0	33.0	34.0	36.0	38.0	47.0	50.0
0.01	40.0	42.0	45.0	49.0	51.0	53.0	59.0	62.0
0.02	47.0	49.0	54.0	58.0	60.0	63.0	69.0	72.0
0.04	61.0	64.0	67.0	69.0	72.0	72.0	75.0	81.0
0.08	71.0	72.0	73.0	73.0	73.0	76.0	82.0	86.0
0.16	91.0	97.0	99.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 2 Mortality of *Aedes aegypti* larvae after treated with Thai neem seed

Concentration (%)	% mortality in different hours							
	12	24	36	48	60	72	84	96
0.05	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	5.0
0.10	20.0	20.0	25.0	25.0	28.0	30.0	32.0	32.0
0.20	37.0	40.0	41.0	41.0	43.0	45.0	46.0	46.0
0.40	62.0	69.0	78.0	80.0	85.0	87.0	87.0	88.0
0.80	94.0	99.0	99.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1.60	99.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Table 3 Mortality of *Aedes aegypti* larvae after treated with Thai neem leaves

Concentration (%)	% mortality in different hours							
	12	24	36	48	60	72	84	96
0.125	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
0.25	5.0	5.0	5.0	6.0	6.0	8.0	8.0	10.0
0.50	14.0	18.0	21.0	21.0	22.0	24.0	24.0	24.0
1.00	21.0	26.0	28.0	32.0	36.0	40.0	41.0	41.0
2.00	30.0	34.0	40.0	40.0	40.0	41.0	42.0	45.0
4.00	79.0	90.0	93.0	95.0	97.0	99.0	99.0	99.0

Table 4 LC₅₀ and LC₉₀ values of formulation Thai neem extracts at 48hrs

Formulation of Thai neem	LC ₅₀ (%)	95% CI		LC ₉₀ (%)	95% CI	
		Lower	Upper		lower	Upper
Neem oil	0.0139	0.0088	0.0219	0.1277	0.0666	0.3956
Seed extract	0.2000	0.1531	0.2611	0.5807	0.3683	0.8863
Leaves extract	1.5148	0.8482	3.9071	6.3547	2.8455	98.445

จากผลการทดสอบสามารถอธิบายได้ว่าสารสกัดสะเดาไทยทั้ง 3 ชนิดมีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลายบ้าน (figure 1) A คือลูกน้ำที่ตายด้วยน้ำร้อนโดยไม่สัมผัสสารสกัดสะเดาไทย B,C,D คือลูกน้ำที่ตายจากการสัมผัสน้ำมันสะเดาไทย เมล็ดสะเดาไทย และใบสะเดาไทยตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อความเข้มข้นและเวลาเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การตายของลูกน้ำเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน และเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้นสารสกัดสะเดาไทยที่ความเข้มข้นต่ำสามารถทำให้ลูกน้ำตายเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาของ มานิตย์ (2543) และ เอกราช (2552) ที่ว่าสารสกัดสะเดาในความเข้มข้นต่ำสามารถฆ่าลูกน้ำได้มากขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปนานขึ้น โดยน้ำมันสะเดาไทยมีประสิทธิภาพดีที่สุดในการฆ่าลูกน้ำยุงลายบ้าน อาจเนื่องมาจากสารอิมัลซิฟายเออร์ทำให้สารออกฤทธิ์ในน้ำมันกระจายตัวในน้ำได้ดีทำให้ลูกน้ำสัมผัสสารได้เต็มที่ (เอกราช, 2552) รองลงมาคือสารสกัดเมล็ดสะเดาไทยที่มีปริมาณ Azadirachtin 0.1% ส่วนสารสกัดใบสะเดาไทยมีประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำต่ำที่สุดเพราะต้องใช้สารสกัดในปริมาณมากจึงจะทำให้เกิดการตายของลูกน้ำได้มากกว่า 90 % สอดคล้องกับกับการศึกษาของ Aliero (2003) และ Andreas (2011) ที่ว่าสารสกัดน้ำมัน เมล็ด ใบ ราก รวมถึงกากของสะเดาอินเดีย มีผลต่อการตายของลูกน้ำยุง โดยพบว่าน้ำมันมีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงมากที่สุดรองลงมาคือ เมล็ด และ ใบ



Figure 1 *Aedes aegypti* larvae died after treated with different formulations of Thai neem extracts, control group (A), Thai neem oil (B), Thai neem seed extract (C), Thai neem leaves extracts (D).

นอกจากนี้สารสกัดสะเดาไทยยังมีผลยับยั้งการกินอาหารของลูกน้ำระยะที่ 4 จากการสังเกตเพิ่มเติมพบว่าอาหารที่ให้ลูกน้ำกินขณะทำการทดสอบยังคงอยู่เมื่อเวลาผ่านไปทั้งๆที่ในกลุ่มควบคุมอาหารที่ให้ลูกน้ำหมดไปตั้งแต่เวลา 12 ชั่วโมง สอดคล้องกับ (Schmutterer, 1995) ที่ว่าสะเดาอินเดียมีผลยับยั้งการกินในแมลง อีกทั้งสารสกัดสะเดาไทยยังส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำมีผลต่อการลอกคราบของลูกน้ำและดักแด้ยุง โดยขัดขวางการสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบทำให้ลูกน้ำและดักแด้เจริญเติบโตช้าและตายในที่สุด ทำให้ลูกน้ำไม่พัฒนาไปเป็นตัวโม่งหรือตัวเต็มวัยหรือทำให้ระยะลูกน้ำและตัวโม่งยาวนานขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของ เอกราช (2552) และ Fedros *et al.* (2007) และมีผลทำให้เกิดภาวะพิการในระยะตัวโม่ง (figure 2) A คือตัวโม่งที่ไม่ได้สัมผัสสารสกัดสะเดาไทยและตายด้วยน้ำร้อน B-E ตัวโม่งที่สัมผัสสารสกัดสะเดาไทยทำให้รูปร่างผิดปกติไปจากกลุ่มควบคุม สอดคล้องกับการศึกษาของ Claus *et al.*(1984), Preeti *et al.*(2006), Gunasekaran *et al.*(2009), Andress *et al.*(2011).

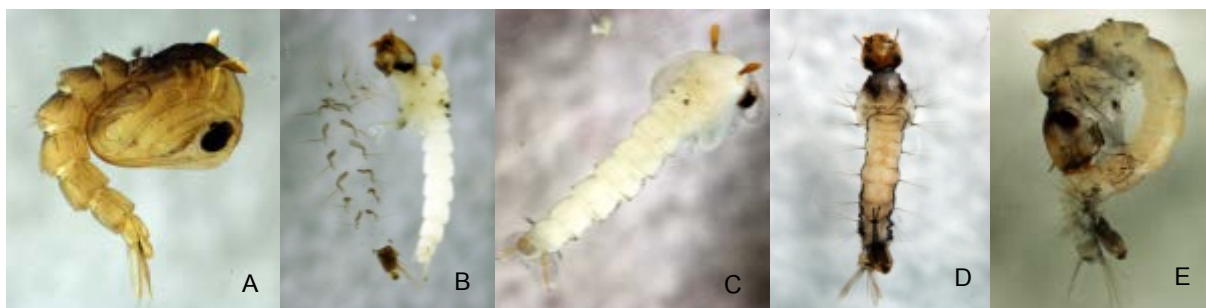


Figure 2 *Aedes aegypti* pupae under control (A), morphological abnormalities of pupae after treated with Thai neem extracts (B-E)

สรุป

สารสกัดสะเดาไทย (*Azadirachta siamensis*) ทั้งในรูปแบบของน้ำมัน สารสกัดเมล็ด และสารสกัดจากใบ ล้วนมีผลต่อลูกน้ำยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ทั้งในแง่ของการเป็นสารฆ่าแมลง สารยับยั้งการเจริญเติบโต ทำให้ระยะของลูกน้ำและตัวโม่่งยาวนานขึ้น อีกทั้งทำให้เกิดความพิการในแต่ละระยะที่พัฒนาจากลูกน้ำไปเป็นตัวโม่่ง และยังเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของลูกน้ำอีกด้วย ความเข้มข้น 0.16 % ของน้ำมันสะเดาไทย และความเข้มข้น 0.8 % ของสารสกัดเมล็ดสะเดาไทย ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านระยะที่ 4 ตาย 100 % ในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ในขณะที่สารสกัดใบสะเดาไทยที่ความเข้มข้น 4.00% ไม่ทำให้ลูกน้ำยุงลายบ้านตาย 100 % ในระยะเวลาที่ทดสอบ แต่สามารถทำให้ลูกน้ำตายมากกว่า 90 % ที่เวลา 36 ชั่วโมง สารสกัดสะเดาไทยที่มีผลต่อการตายของลูกน้ำดีที่สุดคือน้ำมันสะเดาไทย ซึ่งมีค่าความเข้มข้นต่อการตายของลูกน้ำ LC_{50} และ LC_{90} ที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0.0139 % และ 0.1277 % รองลงมาคือสารสกัดเมล็ดสะเดาไทย ซึ่งมีค่าดังกล่าวต่อการตายของลูกน้ำ เท่ากับ 0.2000 % และ 0.5087 % ส่วนสารสกัดใบสะเดาไทยมีค่าดังกล่าวเท่ากับ 1.5147 % และ 6.3547 % ดังนั้นอาจมีความเป็นไปได้ที่จะนำสะเดาไทย (*Azadirachta siamensis*) ซึ่งเป็นสมุนไพรท้องถิ่นที่สามารถพบได้ทั่วไปในประเทศไทย มาพัฒนาเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมยุงในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยกับสิ่งแวดล้อม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทผลิตภัณฑ์สะเดาไทยที่เอื้อเฟื้อน้ำมันสะเดาไทยและสารสกัดสะเดาไทย 111 ในการศึกษาครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญชัย สมบัติศิริ. 2540. **สะเดา มิติใหม่ของการป้องกันและกำจัดแมลง:** ห้างหุ้นส่วนจำกัด ป.สัมพันธ์ พาณิชย์, กรุงเทพฯ.
- มานิตย์ นาคสุวรรณ. 2543. **ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาและน้ำมันสะเดาต่อยุงลาย *Aedes aegypti* (L.)**.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เอกราช แก้วนางโอ. 2552. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำมันและสารสกัดหยาบเนื้อในเมล็ดสะเดาช้าง**

(*Azadirachta excelsa* Jack.) เพื่อควบคุมยุงลายบ้าน *Aedes aegypti* (L.). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

- Aliero, B.L. 2003. Larvaecidal effects of aqueous extracts of *Azadirachta indica* (neem) on the larvae of *Anopheles* mosquito. **African Journal of Biotechnology**. 2(9): 325-7.
- Andreas, A. A., M.A. Ben, B.A. Mary. 2011. Aqueous neem extract versus neem powder on *Culex quinquefasciatus*: implications for control in anthropogenic habitats. **Journal of Insect Sci.** 11:142.
- Claus P.W. 1984. Effect of some crude and azadirachtin-enriched neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts on larvae of *Aedes aegypti*. **Entomol exp appl Journal**. 35: 11-16.
- Fredros O.O., G.J. Bart and F. Ulrike. 2007. Larvicidal effects of a neem (*Azadirachta indica*) oil formulation on the malaria vector *Anopheles gambiae*. **Malaria Journal**.6:63.
- Gunasekaran,K., T. Vijayakumar and M. Kalyanasundaram. 2009. Larvicidal & emergence inhibitory activities of NeemAzal T/S 1.2 per cent EC against vectors of malaria, filariasis & dengue. **Indian Journal Med Res**. 130: 138-145.
- Lata, B., S. Preeti, M. Lalit, M. Prejwlta and C.N. Srivastava. 2009. Relative toxicity of neem fruit, bitter gourd, and castor seed extracts against the larvae of filaria vector, *Culex quinquefasciatus* (Say). **Journal of Parasitology Research**.105: 1205-1210.
- Marcello, N., S. Mauro, A. Andrea, A.D. Andrea and M. Susana. 2010. Toxic effects of neem cake extracts on *Aedes albopictus* (Skuse) larvae. **Journal of Parasitology Research**. 107(1): 89-94.
- Norbert, B., P. Dusan, Z. Marija, C. Clive, M. Minoo, D. Christen and A. Kaiser. 2010. **Mosquitoes and their control**. Springer, New York.
- Preeti, S., M. Lalit and C.N. Srivastava. 2006. Impact Analysis of Neem Kernel Extracts on the Developmental Profile of *Anopheles stephensi* . **Journal of Asia-Pacific Entomology**. 9(1): 11-17.
- Rajan, M. and I. Savarimuthu. 2012. A novel herbal formulation against dengue vector mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. **Journal of Parasitology Research**.110: 1801-1813.
- Schmutterer, H. 1995. **The neem tree, *Azadirachta indica* A. juss. and Other Meliaceous Plants**. VCH Publishers., Germany.
- World Health Organization. 2012. **Dengue and severe dengue**. Available source: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>, 4 January, 2012.