

การศึกษาประสิทธิภาพของผงซักฟอกในการป้องกัน
และกำจัดยุงลาย

**THE STUDY ON THE EFFICIENCY OF USING DETERGENT
AGAINST *AEDES AEGYPTI***

รุ่งทิวา ประสานทอง *

Rungtiva Prasantong

ภาควิชากีฏวิทยาการแพทย์ คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล
Department of Medical Entomology, Faculty of Tropical Medicine,
Mahidol University

บทคัดย่อ

การทดลองประสิทธิภาพของผงซักฟอก ในการป้องกันและกำจัดลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) แบ่งเป็น 4 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 ให้อายุยุงวางไข่ในสารละลายของผงซักฟอก แฝบ ความเข้มข้น 0.04-0.08% การทดลองที่ 2 ให้อายุยุงวางไข่ในสารละลายผงซักฟอกแฝบความเข้มข้น 0.07% ที่เก็บไว้นานต่าง ๆ กัน ซึ่งผลการทดลองทั้งสองพบว่าสารละลายผงซักฟอกแฝบความเข้มข้น 0.07% สามารถป้องกันยุงลายวางไข่ได้นาน 22 วัน การทดลองที่ 3 ให้อายุยุงวางไข่ในสารละลายผงซักฟอกแฝบ บรีส เปา และเพค ความเข้มข้น 0.07% พบว่า สารละลายผงซักฟอก ทั้ง 3 ชนิด ยกเว้น เพค สามารถป้องกันยุงลายวางไข่ได้ การทดลองที่ 4 หาค่าความเป็นพิษของผงซักฟอก แฝบ บรีส เปา และ เพค ค่อดูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 พบว่าค่า 24 ชม. LC_{50} ของผงซักฟอก แฝบ บรีส เปา และเพค เป็น 0.0127, 0.0169, 0.0178 และ 0.0193% ตามลำดับ โดยค่า 24 ชม. LC_{50} ของผงซักฟอกแฝบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับผงซักฟอกเพค (p -value = 0.03) แต่ไม่แตกต่างจากผงซักฟอกบรีสและเปา สำหรับค่า 24 ชม. LC_{50} ระหว่างผงซักฟอกบรีส เปา และเพค ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สรุปได้ว่าผงซักฟอกแฝบ บรีส เปา และเพค ความเข้มข้น 0.08% สามารถป้องกันและกำจัดลูกน้ำยุงลายได้

* นักวิชาการควบคุมโรค 4 สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดฉะเชิงเทรา

ABSTRACT

Four experiments were performed to study the efficiency and toxicity of detergents in preventing oviposition and destroy the larvae of *Aedes aegypti*. The 0.04-0.08% of Fab solutions and the set of 0.07% of Fab solutions which were kept for different period of time were offered into the cages of gravid females of *Ae. aegypti* for the first and the second experiments, respectively. The results showed that the lowest effective concentration 0.07% of Fab solution could prevent oviposition of *Ae. aegypti* and its effectiveness was lasting for 22 days. The 0.07% of Fab, Breeze, Pao and Paic solutions were used in the third experiment to compare its effectiveness. It was found that the effectiveness of 0.07% of Fab, Breeze and Pao solution could prevent oviposition of *Ae. aegypti* as well, while Paic solution (0.07%) did not exhibit this activity. The fourth experiment was designed to determine the toxicity of detergents on the 3rd instar larvae of *Ae. aegypti*. It was found that the 24hLC₅₀ of Fab, Breeze, Pao and Paic were 0.0127, 0.0169, 0.0178 and 0.0193%, respectively. The 24hLC₅₀ of Fab was significantly different from that of Paic. However, no significant differences were found in 24hLC₅₀ values of other pairs of comparison. Consequently, the results of this study suggested that these detergents (0.08%) could be added into ant traps, in order to prevent oviposition and destroy the larvae, at present.

คำนำ

ไข้เลือดออกเป็นโรคติดต่อที่ระบาดได้อย่างรวดเร็ว^{5,6} จากรายงานของกองระบาดวิทยา³ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503-พ.ศ. 2530 พบว่าอัตราการป่วยด้วยโรคไข้เลือดออกของประชากรมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วและสม่ำเสมอจาก 5.60 คนต่อประชากร 1 แสนคน ในปี พ.ศ. 2503 มาเป็น 320.10 คนต่อประชากร 1 แสนคนในปี พ.ศ. 2530 ไข้เลือดออกเกิดจากเชื้อไวรัสเด็งกีว สายพันธุ์ 1, 2, 3 และ 4 และเชื้อซิกนุงุนยา²⁰ โดยมียุงเป็นพาหะก่่าวคือเมื่อยุงกัดผู้ป่วย เชื้อไวรัสเด็งกีว จะเจริญอยู่ในต่อมน้ำลายของยุงประมาณ 8-10 วัน จึงจะถ่ายทอดไปยังคนปกติได้หรืออาจจะถ่ายทอดได้ทันที ถ้ายุงกัดผู้ป่วยแล้วไปกัดคนปกติต่อทันที ยุงที่เป็นพาหะที่สำคัญที่สุดคือ ยุงลาย (*Aedes aegypti*) นอกจากนี้ยังมียุง *Aedes albopictus*, *Aedes polynesiensis* และ *Aedes scutellaris* complex ซึ่งเป็นพาหะเช่นกัน²⁰

แหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายในประเทศไทยนั้นอาจจำแนกเป็น 3 ประเภท¹⁰ คือ ประเภทแรก ได้แก่ ภาชนะขังน้ำที่เกิดตามธรรมชาติ เช่น กระบอไม้ไผ่ กะลามะพร้าว ตรวจสอบยุงลายเฉพาะบางแห่งเท่านั้น เช่น ตามสวนมะพร้าวหรือสวนผลไม้อื่น ๆ ประเภทที่ 2 ได้แก่ภาชนะขังน้ำไว้ใช้ เช่น คุ่มน้ำขนาดต่าง ๆ ซีเมนต์ก่อเพื่อขังน้ำ ประเภทที่ 3 ได้แก่ภาชนะเล็ก ๆ เช่น จานรองขาตู้กันมด

งานรองกระดางต้นไม้ แจกกันดอกไม้ รางน้ำฝน เศษภาชนะไม้ใช้แล้วที่ขังน้ำได้

เมื่อ พ.ศ. 2516-2517 ประคอง พันธุ์ไรและบุญล้วน พันธุมจินดา¹¹ ได้สำรวจแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายในเขตกรุงเทพฯ และธนบุรี พบว่าอัตราการพบลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* ตามภาชนะต่าง ๆ มีดังนี้ คุ่มน้ำในบ้าน 30% คุ่มน้ำนอกบ้าน 25-30% งานรองขาตู้ก้นมด 63-64% ปี พ.ศ. 2528 อองอาจ เจริญสุขและคณะ⁴ ได้ทำการศึกษาความชุกชุมของลูกน้ำยุงลายในโอ่งซีเมนต์ขนาดใหญ่และถังคอนกรีตเก็บน้ำฝนในเขตโครงการจัดหาน้ำสะอาดในชนบท อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น มีอัตราการพบลูกน้ำยุงลายดังนี้ โอ่งซีเมนต์ขนาดใหญ่ 32.30% ถังคอนกรีตเก็บน้ำฝน 4.00% คุ่มน้ำภายนอกบ้าน 63.70% คุ่มน้ำภายในบ้าน 95.30% งานรองขาตู้ 63.40% ฉะนั้นจึงอาจเรียงลำดับความสำคัญของภาชนะที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลายได้ดังนี้ คุ่มน้ำค้ำน้ำใช้ งานรองขาตู้ก้นมด และภาชนะอื่น ๆ เช่น แจกกัน งานรองกระดางต้นไม้ ขางรถยนต์ ฯลฯ

วิธีการทางสุขาภิบาลง่าย ๆ ที่สามารถทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุง ได้แก่ ล้างคุ่มน้ำกินน้ำใช้ทุก 2-3 สัปดาห์หรือเมื่อเห็นมีลูกน้ำก็ล้างทิ้งทันที คว้าภาชนะที่ไม้ใช้ เก็บเศษภาชนะต่าง ๆ ทิ้งหรือฝังเพื่อไม่ให้น้ำขังได้ แจกกัน งานรองกระดางต้นไม้ ที่ล้างเท้า งานรองขาตู้ หรือภาชนะขังน้ำต่าง ๆ ให้เปลี่ยนน้ำทุก ๆ 7 วัน แต่ในทางปฏิบัติ การล้างภาชนะบางชนิด เช่น คุ่มน้ำขนาด 250 ลิ. ขึ้นไป และงานรองขาตู้ทำได้ไม่สะดวก อีกวิธีหนึ่งคือใส่ทรายอะเบทลงไป แต่ทรายอะเบทไม่มีขายในท้องตลาดทั่วไป มีกลิ่นเหม็นและอาจจะมีพิษได้ ทำให้ประชาชนไม่ใส่สารเคมีนี้ในคุ่มน้ำค้ำและน้ำใช้หุงต้ม⁸ ฉะนั้นวิธีที่ทำได้ง่าย ๆ ก็คือปิดฝาคุ่มน้ำให้มีชนิดใส่สารเคมีที่มีใช้ในบ้าน และสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ในงานรองขาตู้ก้นมด ซึ่งได้แก่ เกลือและสารส้ม พูนยศ เรียวแรงปัญญาและบุญล้วน พันธุมจินดา¹³ ได้ทำการทดลองใส่เกลือในงานรองขาตู้ก้นมดในขนาด 2 ชั้นชาต่อน้ำ 250 มล. (ความเข้มข้น 9.48%) ปรากฏว่าป้องกันการเกิดลูกน้ำได้ แต่เมื่อใช้นานไปจะเกิดฝ้าที่ผิวหน้าทำให้หมักได้ข้ามไปได้ สำหรับน้ำส้มสายชูนั้น สมเกียรติ บุญญะบัญชาและวิรัตน์ สมุทรพงษ์⁷ ได้นำไปทดสอบกับลูกน้ำยุงลายระยะต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ และพบว่าน้ำส้มสายชูสามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ โดยมีค่า 24 ชม. LC₅₀ ต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 เท่ากับ 0.068% นอกจากนี้ยังมีสารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่ทำได้ที่แทบทุกบ้าน คือ ผงซักฟอก ซึ่งน่าจะมีฤทธิ์ป้องกันและกำจัดลูกน้ำยุงลายได้ และน่าจะให้ผลดีกว่าเกลือและน้ำส้มสายชู เพราะผงซักฟอกมีสารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบ จึงทำให้ไม่มีฝ้าเกิดขึ้น แต่ยังไม่มีการทดลองใช้ผงซักฟอกเพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นการวิจัยครั้งแรกที่ทำการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผงซักฟอกในการป้องกันและกำจัดยุงลาย

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

กรงเลี้ยงยุงตัวเต็มวัย ทำด้วยตาข่ายทองเหลืองขนาด 30 × 30 × 30 ซม.

หลอดพลาสติกสำหรับดูดยุง (aspirator) เป็นท่อพลาสติกสีขาว 2 ขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. และ 0.5 ซม. สวมเข้าด้วยกัน โดยใช้ผ้าขาวบางหุ้มปลายข้างหนึ่งของท่อที่เล็กกว่าก่อนจะสวม

ถ้วยกระดาษ (paper cup) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.5 ซม. สูง 9 ซม. เจาะด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 3 × 5 ซม. ซ้อนกัน 2 ชั้น ชั้นนอกใช้ฟองน้ำปิดสี่เหลี่ยมที่เจาะไว้ แล้วกรีดตรงกลางของฟองน้ำตามขวาง พอที่จะสอดหลอดพลาสติกสำหรับดูดยุงเข้าไปได้ ปิดฝาถ้วยด้วยผ้าขาวบาง

น้ำธรรมดา คือ น้ำประปาที่เก็บพักค้างคืนไว้ในภาชนะที่เปิดฝาทิ้งไว้ ให้คลอรีนระเหยออกไป

หลอดพลาสติกเบอร์ 1 สีขาวใส เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 6 ซม.

ยุงตัวเต็มวัยและลูกน้ำยุงลายชนิด *Aedes aegypti*

ผงซักฟอกยี่ห้อ แฟ็บ เปา บริสและเพค

วิธีการ

ทำการวิจัยแบบทดลอง (True experimental design) ในห้องปฏิบัติการมี 4 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 หาความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของสารละลายผงซักฟอกแฟ็บที่สามารถป้องกันยุงลายวางไข่ได้

วางแผนการทดลองแบบ Randomized block design ดังนี้

เพาะเลี้ยงยุงลาย *Aedes aegypti* ให้ได้ยุงตัวเต็มวัยประมาณ 1,500-2,000 ตัว ใช้หลอดพลาสติกสำหรับดูดยุง ดูดยุงตัวเมียที่ลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย ได้ 1-2 วัน (เพื่อปล่อยให้ยุงผสมพันธุ์กันก่อน) จำนวน 300 ตัว มาใส่ในถ้วยกระดาษ 6 ถ้วย ๆ ละ 50 ตัว ส่วนยุงที่เหลือในกรงให้กินเลือดหนูเพื่อเลี้ยงยุงต่อไป นำยุงในถ้วยกระดาษมาให้กินเลือดคนจนอิ่ม โดยการทาผ้าขาวบางกับแขนคน ยุงจะดูดเลือดผ่านผ้าขาวบาง ทิ้งยุงไว้ในถ้วยกระดาษ 30 นาที จึงนำไปปล่อยในกรงเลี้ยงยุงที่

สะอาดและไม่มียุงอื่นเลย กระจก 50 ตัว ให้อาหารซูโครส 5% โดยชุปสำลีวางไว้ในหลอดพลาสติกเบอร์ 1 แล้ววางไว้ในกรง หลังจากนั้น 3 วัน ยุงจะพร้อมที่จะวางไข่ เตรียมเก็บไข่ยุงโดยเตรียมสารละลายของผงซักฟอกแพ้บในน้ำธรรมดาให้ได้ความเข้มข้น 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% และน้ำธรรมดา ใส่ในหลอดพลาสติกเบอร์ 1 หลอดละ 20 มล. ความเข้มข้นละ 2 หลอด โดยบุกระดาษกรองรอบผิวด้านในของหลอดพลาสติก แล้วนำไปวางในกรงเลี้ยงยุงกระจก 1 ความเข้มข้น นำหลอดพลาสติกที่ใส่ซูโครสออกเพื่อป้องกันยุงวางไข่ในสำลี เมื่อครบ 2 วัน นำหลอดพลาสติกที่ใส่สารละลายผงซักฟอกแพ้บออกมาจะเห็นยุงวางไข่บนกระดาษกรองเหนือผิวสารละลาย นับจำนวนไข่ยุงทั้งหมดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ 2 ตา กำลังขยาย 10 เท่า และนับจำนวนยุงที่ตาย โดยยังไม่ได้อาหารด้วยเครื่องนับมือกด (hand counter) เพราะจะมียุงบางตัวตกลงไปตายในสารละลายผงซักฟอกแพ้บ ยุงที่ตายโดยยังไม่ได้อาหารจะมีลักษณะท้องโตมาก สีขาว ยุงที่วางไข่แล้วท้องจะแฟบถ้าไม่แน่ใจก็ผ่าท้องดูไข่ยุงด้วยกล้องจุลทรรศน์ 2 ตา กำลังขยาย 20 เท่า เมื่อนับไข่ยุงแล้วนำมาแช่ในสารละลายผงซักฟอกแพ้บ ความเข้มข้นเดิมในถ้วยพลาสติกเป็นเวลา 3 วัน ตรวจนับลูกน้ำที่ฟักตัวออกมาทุกวัน ทำการทดลองเช่นเดียวกันนี้อีก 14 ครั้ง

การทดลองที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายผงซักฟอกแพ้บในการป้องกันยุงลายวางไข่

วางแผนการทดลองแบบ post test only with control group design ดังนี้

เตรียมสารละลายผงซักฟอกแพ้บความเข้มข้น 0.07% (ความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดที่ได้จากการทดลองที่ 1) ปริมาตร 4000 มล. ใส่โหลแก้วไม่ปิดฝาวางไว้ในห้องทดลองที่มีสถานะใกล้เคียงกับการวางจานรองขาตู้กันมด ให้มีอายุ 0, 2, 4, 6, 8 30, 32 วัน (ต้องเติมน้ำให้ได้ระดับสม่ำเสมอเพื่อทดแทนการระเหย) พร้อมกับเตรียมยุงตัวเมียเต็มวัย เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ให้กินเลือดคนจนอิ่มกะให้วันที่ยุงพร้อมจะวางไข่ (3 วันหลังจากกินเลือดคน) ตรงกับวันที่สารละลายผงซักฟอกแพ้บมีอายุ 0, 2, 4, 6, 8, 30, 32 วัน ดวงสารละลายผงซักฟอกแพ้บ 0.07% ที่เตรียมไว้ มาใส่หลอดพลาสติกบุกระดาษกรองหลอดละ 20 มล. จำนวน 8 หลอด นำไปใส่ในกรงเลี้ยงยุง (50 ตัว/กรง) จำนวน 4 กรง กระจก 2 หลอด และน้ำธรรมดา 2 หลอด ใส่ในกรงที่ 5 เป็นกลุ่มควบคุม เมื่อครบ 2 วัน นำหลอดพลาสติกมาบันทึกจำนวนไข่ของยุงลายทั้งหมด และนับจำนวนยุงที่ตายโดยยังไม่ได้อาหารเหมือนการทดลองที่ 1 ถ้ายุงเริ่มวางไข่ในสารละลายแพ้บที่ทำการทดลอง ก็บันทึกอัตราการฟักตัวของไข่ยุงเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยแช่ไว้ในสารละลายเดิมเป็นเวลา 3 วันเท่ากัน

การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันยุงลายวางไข่ของสารละลายผงซักฟอกแพ้บ
บรีส เป่า และเพค

วางแผนการทดลองแบบ Randomized block design ดังนี้

เพาะเลี้ยงยุงเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และปล่อยยุงที่พร้อมจะวางไข่ในกรงเลี้ยง 5 กรง กรงละ 50 ตัว พร้อมกับเตรียมสารละลายผงซักฟอกแพ็บ บริส เปาและเพค ความเข้มข้น 0.07% และน้ำธรรมดา บรรจุในหลอดพลาสติกอย่างละ 2 หลอด หลอดละ 20 มล. บุกระดาษกรองแล้ว นำไปใส่ในกรงเลี้ยงยุงกรงละชนิดและน้ำธรรมดากลับมาเป็นกลุ่มควบคุม เมื่อครบ 2 วัน จึงนำหลอดพลาสติก ออกมานับจำนวนไข่และจำนวนยุงที่ตายโดยยังไม่ได้วางไข่เช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 และเปรียบเทียบ ผลการฟักตัวของไข่ยุงในสารละลายผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ กับกลุ่มควบคุม โดยแช่ไข่ยุงในสารละลาย เดิมเป็นเวลา 3 วัน เท่ากันและทำการทดลองเช่นเดียวกันนี้อีก 14 ครั้ง

การทดลองที่ 4 หาค่าความเป็นพิษของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ ต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3

วางแผนการทดลองแบบ Completely random design โดยใช้วิธีการทดลองที่ดัดแปลงมาจากวิธีทดสอบความไวต่อฆ่าแมลงในลูกน้ำยุงขององค์การอนามัยโลก คือ เตรียมสารละลายผงซักฟอก แพ็บ บริส เปาและเพค ความเข้มข้น 0.08, 0.04, 0.02 และ 0.01% ใส่ในชามเคลือบสีขาว ชาม ละ 250 มล. แต่ละชนิดความเข้มข้นละ 4 ชาม และน้ำธรรมดา 4 ชาม ชามละ 250 มล. เพื่อเป็น กลุ่มควบคุม แล้วจึงใส่ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ลงไปในชามสารละลายและน้ำธรรมดาที่เตรียมไว้ ชามละ 25 ตัว ทิ้งไว้ 24 ชม. นับจำนวนลูกน้ำที่ตายหรือมีอาการผิดปกติ (moribund) เช่น ไม่สามารถขึ้นสู่ผิวน้ำได้ มีอาการคัน สีและลักษณะผิดปกติจากธรรมชาติในแต่ละชามเปรียบเทียบกับกลุ่ม ควบคุม ถ้าในกลุ่มควบคุมลูกน้ำมีอัตราการตายสูงกว่า 20% และ/หรือกลายเป็นตัวไม่มั่ง (pupa) มากกว่า 10% จะต้องทำการทดลองใหม่

ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 หาค่าความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดของสารละลายผงซักฟอกแพ็บที่สามารถป้องกันยุงลายวางไข่ได้

ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่เฉลี่ยต่อตัวของยุงที่วางไข่ในสารละลายผงซักฟอกแพ็บ ความเข้มข้น 0.04%, 0.05%, 0.06%, 0.07%, 0.08% และน้ำธรรมดา เป็น 1.75, 0.99, 0.32, 0.00, 0.00 และ 80.85 ฟองตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเหล่านี้ด้วยสถิติวิเคราะห์ความแปรปรวน (Friedman two way analysis of variance) ปรากฏว่าจำนวนไข่เฉลี่ยต่อตัวในสารละลายผงซักฟอกแพ็บทุก ความเข้มข้นที่ทดลอง น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1)

ความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกแพ็บที่ยุงลายเริ่มไม่วางไข่คือ 0.07% ซึ่งจะนำ ความเข้มข้นนี้ไปใช้ในการทดลองที่ 2 ต่อไป

สำหรับอัตราการฟักตัวของไข่ยุงลายในกลุ่มควบคุมและสารละลายผงซักฟอกแห้ง ความเข้มข้น 0.04, 0.05 และ 0.06% ได้เป็น 88.08, 1.92, 1.65 และ 0.00% ตามลำดับ

การทดลองที่ 2 ทดสอบประสิทธิภาพของสารละลายผงซักฟอกแห้งในการป้องกันยุงลายวางไข่

พบว่ายุงลายไม่วางไข่ในสารละลายผงซักฟอกแห้ง 0.07% ที่เก็บไว้จนกระทั่งสารละลายมีอายุได้ 24 วัน และเมื่อเปรียบเทียบจำนวนไข่ยุงลายเฉลี่ยต่อตัวในสารละลายผงซักฟอกแห้ง 0.07% อายุต่าง ๆ กัน กับจำนวนไข่ยุงลายเป็น 0 (เนื่องจากถือว่าการป้องกันยุงลายวางไข่ได้จำนวนไข่ต้องเป็น 0) ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่เฉลี่ยต่อตัวเริ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อสารละลายมีอายุ 26 วัน ($p\text{-value} = 0.02$) จึงสรุปได้ว่าสารละลายของผงซักฟอกแห้ง 0.07% ป้องกันยุงลายวางไข่ได้นาน 22 วัน (ตารางที่ 2)

พบว่าอัตราการฟักตัวของไข่ยุงลายในสารละลายผงซักฟอกแห้ง 0.07% อายุ 24, 26, 28, 30 และ 32 วัน เป็น 0.00, 14.58, 8.33, 31.25 และ 54.17% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมอัตราการฟักตัวของไข่ยุงลายในสารละลายผงซักฟอกแห้งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จนกระทั่งสารละลายมีอายุ 32 วัน อัตราการฟักตัวจึงไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม (ตารางที่ 3)

การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบความสามารถในการป้องกันยุงลายวางไข่ของสารละลายผงซักฟอกแห้ง บรีส เปาและเพค ความเข้มข้น 0.07%

ค่าเฉลี่ยของจำนวนไข่เฉลี่ยต่อตัวในสารละลาย 0.07% ของผงซักฟอก แห้ง บรีส เปา เพคและกลุ่มควบคุมเป็น 0.00, 0.00, 0.00, 0.13 และ 74.13 ฟอง ตามลำดับ สารละลายผงซักฟอกแห้ง บรีสและเปา ไม่มียุงลายวางไข่เลย จึงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างเห็นได้ชัด ส่วนสารละลายผงซักฟอกเพคยุงลายสามารถวางไข่ได้ แต่เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติด้วย t-test แล้ว จำนวนไข่ยุงลายเฉลี่ยในสารละลายผงซักฟอกเพค 0.07% ยังน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.0005$)

เนื่องจากยุงลายสามารถวางไข่ได้แต่ในสารละลายผงซักฟอกเพค 0.07% เท่านั้น จึงได้ศึกษาผลของสารละลายผงซักฟอกเพคที่มีต่อการฟักตัวของไข่เพียงอย่างเดียว ค่าเฉลี่ยของอัตราการฟักตัวของไข่ในกลุ่มควบคุมและในสารละลายผงซักฟอกเพค 0.07% เท่ากับ 90.85 และ 18.52% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันด้วยวิธีการทางสถิติแล้ว อัตราการฟักตัวของไข่ในสารละลายผงซักฟอกเพค 0.07% น้อยกว่าในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.0005$) ดังแสดงในตารางที่ 4

การทดลองที่ 4 หาค่าความเป็นพิษของผงซักฟอกชนิดต่าง ๆ ต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3

จากการทดลองพบว่าอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ในแต่ละความเข้มข้นของ

สารละลายผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด มีดังนี้

ที่ระดับความเข้มข้น 0.08% ผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิดทำให้ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ตาย 100.00% เท่ากันหมด ที่ระดับความเข้มข้น 0.04% ของผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด อัตราการตายของลูกน้ำไม่ต่างกันมากนักอยู่ระหว่าง 92.00-98.00% แต่ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 และ 0.01% อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในสารละลายผงซักฟอกแพ็บ เริ่มแตกต่างจากอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในผงซักฟอกอีก 3 ชนิด (ตารางที่ 5)

เมื่อนำความเข้มข้นของสารละลายของผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด มาเปลี่ยนเป็นค่า log และเปลี่ยนอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 เป็นค่า probit scale แล้ววิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วย probit analysis¹⁵ พบว่าความสัมพันธ์ของผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด กับอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 เป็นเส้นตรง (linear regression line) จริง ($p\text{-value} < 0.0005$) (รูปที่ 1) และจากความสัมพันธ์นี้นำมาหาสมการทำนาย ซึ่งใช้ในการหาค่า lethal concentration (LC) ต่าง ๆ ได้ความแม่นยำในการทำนายสมการทั้ง 4 มีค่าอยู่ระหว่าง 84.28-91.46% และเมื่อทดสอบความเหมาะสมของสมการกับข้อมูลด้วย chi-square test ปรากฏว่า สมการทั้ง 4 มีความเหมาะสมกับข้อมูล ($p\text{-value}$ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.054-0.68) ดังแสดงในตารางที่ 6

จากสมการ นำมาหาความเข้มข้นของผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด ที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ตาย 90.00, 50.00 และ 25.00% ภายใน 24 ชม. ปรากฏว่าค่า lethal concentration ของสารละลายผงซักฟอกเพศสูงกว่าของเป่า บริสและแพ็บ ตามลำดับ คือ ค่า 24 ชม. LC_{50} ของเพศ เป่า บริสและแพ็บเป็น 0.0193, 0.0178, 0.0169 และ 0.0127% ตามลำดับ (ตารางที่ 7) และเมื่อเปรียบเทียบความเป็นพิษของผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด จึงเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า 24 ชม. LC_{50} ทางสถิติ* ผลปรากฏว่า ค่า 24 ชม. LC_{50} ของสารละลายผงซักฟอกแพ็บน้อยกว่าค่า 24 ชม. LC_{50} ของผงซักฟอกเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.03$) แต่ระหว่างคู่อื่น ๆ ค่า 24 ชม. LC_{50} ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 8)

ดังนั้นผงซักฟอกแพ็บ จึงมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายมากกว่าเพศแต่ไม่มากกว่าบริสและเป่า ส่วนบริส เป่าและเพศ มีความเป็นพิษใกล้เคียงกัน

* ใช้ LC_{50} เปรียบเทียบเพราะ LC_{50} เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของค่า LC ทั้งหมด จากการทดสอบยาฆ่าแมลงกับแมลงชนิดเดียวกันแต่ต่างกลุ่มประชากรค่า LC_{50} จะมีความแปรปรวนน้อยที่สุดหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลย¹⁵

อภิปราย

ความสามารถในการป้องกันยุงลายวางไข่ได้อาจจะขึ้นอยู่กับแรงตึงผิวของสารละลายที่เป็นตัวกลาง¹⁴ (medium) เพราะขณะวางไข่จะต้องเกาะกับผิวภาชนะที่เปียกชื้นด้วยตัวกลาง ถ้าตัวกลางนั้นมีแรงตึงผิวสูง การเกาะเพื่อวางไข่จะมั่นคง สามารถวางไข่ได้ตามปกติ หากมีแรงตึงผิวต่ำจะทำให้ยุงลื่นตกลงไปในตัวกลางได้ และจากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่า มียุงที่พร้อมจะวางไข่ตกลงไปตายในสารละลายของผงซักฟอก เนื่องจากสารละลายผงซักฟอก มีสารที่มีคุณสมบัติลดแรงตึงผิว (surfactants) เป็นองค์ประกอบ¹⁷ จึงอาจเป็นสาเหตุให้ยุงลื่นตกน้ำตายขณะจะวางไข่ นอกจากนี้ในผงซักฟอกจะมีสารแต่งกลิ่น (น้ำหอม) ผสมอยู่ด้วย กลิ่นเหล่านั้นอาจทำให้ยุงเกิดอาการอ่อนแอ ไม่สามารถเกาะเพื่อวางไข่ได้อย่างปกติ

ในการทดลองที่ 2 สารละลายผงซักฟอกเพค 0.07% ไม่สามารถป้องกันการวางไข่ได้ แม้ว่าในการทดลองได้ควบคุมสภาวะต่าง ๆ ให้เหมือนกับสารละลายผงซักฟอกแพ็บ บริสและเปาแล้ว อาจเป็นเพราะเพคมีสารลดแรงตึงผิวในสัดส่วนที่น้อยกว่าแพ็บ บริสและเปา

ความสามารถในการป้องกันยุงลายวางไข่ได้ของสารละลายผงซักฟอกแพ็บ 0.07% ยังขึ้นอยู่กับอายุของสารละลาย จากผลการทดลองที่ 2 สารละลายผงซักฟอกแพ็บ 0.07% ป้องกันยุงลายวางไข่ได้นาน 22 วัน ทั้งนี้เพราะผงซักฟอกมีการสลายตัวทางชีวภาพ ในผงซักฟอกทั่วไปมีสารลดแรงตึงผิวเป็นองค์ประกอบที่สำคัญดังกล่าวแล้ว ซึ่งปัจจุบันนี้ได้แก่ LAS^{2,17} (Linear alkylbenzene sulfonates) ซึ่งเป็นสารเคมีจำพวกเกลือโซเดียมของ sulfonates ซึ่งจัดเป็นยาฆ่าแมลงชนิดหนึ่งที่มีพิษต่อไข่ของแมลงและตัวอ่อนที่ฟักจากไข่ของแมลงและยังมีพิษต่อสัตว์น้ำจืดหลายชนิด^{16,19} จากการศึกษาของกองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการได้พบว่า LAS ที่มีน้ำหนักโมเลกุล 350 จะสลายตัว 93.7% ในเวลา 18 วัน¹ อย่างไรก็ตามระยะเวลา 22 วันนี้เพียงพอสำหรับการนำไปใช้ป้องกันยุงลายวางไข่ในจานรองขาตู้กันมด เพราะจานรองขาตู้ ขนาดทั่วไปที่ขายในท้องตลาด มีความจุ 200-250 มล. และน้ำจะระเหยหมดภายใน 10-14 วัน

ผลการทดลองที่ 4 แสดงให้เห็นว่าผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด มีพิษต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 โดยสารละลายผงซักฟอกแพ็บมีค่า 24 ชม. LC₅₀ น้อยกว่าบริส เปา และเพค แสดงว่าแพ็บมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำมากกว่าผงซักฟอกอีก 3 ชนิด ในทางตรงกันข้าม เพคมีค่า 24 ชม. LC₅₀ มากที่สุด จึงมีความเป็นพิษน้อยกว่าผงซักฟอกชนิดอื่น ๆ ซึ่งคงจะเป็นเพราะสารลดแรงตึงผิวน้อยกว่าชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตามที่ความเข้มข้น 0.08% ผงซักฟอกทั้ง 4 ชนิด สามารถกำจัดลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ได้ 100% เท่ากัน

สำหรับพิษของผงซักฟอกต่อไข่ยุงนั้น จากผลการทดลองที่ 2 แสดงว่าแพ็บมีพิษต่อไข่ยุง

โดยทำให้อัตราการฟักตัวน้อยลง กล่าวคืออัตราการฟักตัวของไข่ในสารละลายผงซักฟอกแอ็บ 0.07% ที่มีอายุ 24-30 วัน น้อยกว่าในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) และจากผลการทดลองที่ 3 อัตราการฟักตัวของไข่ในสารละลายผงซักฟอกเพค 0.07% น้อยกว่าในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ($p\text{-value} < 0.0005$)

จากคุณสมบัติของผงซักฟอกนี้อาจกล่าวได้ว่าผงซักฟอกนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการป้องกันและควบคุมไข่เห็ดออกได้ โดยนำไปใส่ในภาชนะที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลาย และนอกจากผงซักฟอกจะป้องกันยุงลายวางไข่แล้วยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันมดด้วย เพราะผงซักฟอกจะลดแรงตึงผิวของน้ำ ไม่ทำให้น้ำเป็นฝ้า มดจึงไต่ข้ามไม่ได้ กรณีเป็นจานรองขาตู้ซึ่งมีความจุ 200-250 มล. จะใช้ผงซักฟอกประมาณ 2 ก. หรือครึ่งช้อนชา ซึ่งในความเข้มข้นนี้จะป้องกันยุงลายวางไข่ได้ตลอดระยะเวลาที่ใส่น้ำครั้งหนึ่ง ๆ (ประมาณ 14 วัน) ถ้าเป็นแหล่งเพาะพันธุ์อื่น ๆ เช่น ที่ล้างเท้า ภาชนะเล็ก ๆ อื่น ๆ ให้ผสมผงซักฟอก 1 ช้อนชาครึ่งกับน้ำ 1 ขวดแม่โจง แล้วจึงค่อยเทใส่แหล่งเพาะพันธุ์นั้น ๆ กรณีที่เป็นสารละลายของผงซักฟอกที่ใช้ซักผ้าแล้ว ตัวลดแรงตึงผิว จะทำปฏิกิริยากับสิ่งสกปรกที่อยู่บนเนื้อผ้า¹⁷ น้ำที่ซักผ้าแล้วนี้อาจจะไม่มีผลต่อการป้องกันและกำจัดลูกน้ำยุงลาย ยกเว้นใช้ผงซักฟอกที่ความเข้มข้นสูง ๆ

สรุป

1. สารละลายของผงซักฟอกแอ็บ สามารถป้องกันยุงลายวางไข่ได้และความเข้มข้นที่ต่ำที่สุดที่ป้องกันยุงลายวางไข่ได้คือ 0.07%
2. สารละลายของผงซักฟอกแอ็บ ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน (0.00%, 0.04%, 0.05%, 0.06%) ป้องกันยุงลายวางไข่ได้ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.001$) แต่ถ้าความเข้มข้นมากกว่า 0.06% ขึ้นไป จะป้องกันได้ 100%
3. สารละลายของผงซักฟอกแอ็บ ความเข้มข้น 0.07% ป้องกันยุงลายวางไข่ได้นาน 22 วัน
4. สารละลายของผงซักฟอกแอ็บ บรีสและเป่า ความเข้มข้น 0.07% ป้องกันยุงลายวางไข่ได้ แต่สารละลายของผงซักฟอกเพค 0.07% ป้องกันไม่ได้
5. ค่าความเป็นพิษ 24 ชม. LC_{50} ของผงซักฟอกแอ็บ บรีส เป่าและเพค ต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 เป็น 0.0127, 0.0169, 0.0178 และ 0.0193% ตามลำดับ และค่า 24 ชม. LC_{50} ของแอ็บแตกต่างจากเพคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} = 0.03$) แต่ค่า 24 ชม. LC_{50} ของคู่อื่น ๆ ไม่แตกต่างกัน

6. ไข่ของยุงลายที่วางในสารละลายผงซักฟอกแพ้ 0.07% อายุต่าง ๆ กันมีอัตราการฟักตัวน้อยกว่าอัตราการฟักตัวของไข่ในน้ำธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) แต่เมื่อสารละลายมีอายุ 32 วันขึ้นไปอัตราการฟักตัวไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($p\text{-value} = 0.089$)

7. ไข่ของยุงลายที่วางในสารละลายผงซักฟอกแพ้ 0.07% มีอัตราการฟักตัวน้อยกว่าอัตราการฟักตัวของไข่ในน้ำธรรมดาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.0005$)

เอกสารอ้างอิง

1. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. ผงซักฟอกสูตรใหม่. *ข่าวกรมวิทยาศาสตร์บริการ*, 2527, 106, 8-13.
2. กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผงซักฟอก. มอก. 78-2528, กรุงเทพมหานคร, 2529, 1-5.
3. กองระบาดวิทยา. รายงานการเฝ้าระวังโรค 2503-2530. กรุงเทพมหานคร, 2503-2530.
4. เจริญสุข, อองอาจ; เสถบุตร, สัจจะ; สิงห์กลาง, กิตตินันท์; เขาวะ, แดงไทย; ภูระหงษ์, สำเร็จ และสุวรรณคีรี, ปรียา. ความชุกชุมของลูกน้ำยุงลายในโอ่งซีเมนต์ขนาดใหญ่และถังคอนกรีตเก็บน้ำฝน. *ว.โรคติดต่อ*, 2528, 11(3), 247-262.
5. ชูณหสุทธิวัฒน์, ศุภมิตร. ระบาดวิทยาของไข่เลือดออกในปัจจุบัน. *คลินิก ว.เวชปฏิบัติและการรักษา*, 2531, 4(3), 182-188.
6. นิมมานนิตย์, สุจิตรา. โรคไข่เลือดออกในสถานการณปัจจุบัน. *คลินิก ว.เวชปฏิบัติและการรักษา*, 2531, 4(3), 87-89.
7. บุญญะบัญชา, สมเกียรติและสมุทพงษ์, วิรัตน์. ผลของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อการตายของลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* L. ในห้องปฏิบัติการ. *ว.กรมวิทย์.พ.*, 2528, 27(3), 251-256.
8. บุตราช, สมศักดิ์. การศึกษาถึงการให้นักเรียนประถมศึกษาใช้ทรายอะเบทควบคุมยุงลายในชุมชนขนาดเล็ก. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต*, มหาวิทยาลัยมหิดล, 2526, 43.
9. พันธุ์จินดา, บุญล้วน. ปัญหาไข่เลือดออกในบ้านเรา. *ว.กรมวิทย์.พ.*, 2526, 25(3), 174-183.
10. พันธุ์อุไร, ประคอง. ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของยุงลาย ยุงรำคาญ และยุงพาหะนำโรคไข่สมองอักเสบ. ใน *สังขวิภา, นาทีรัตน์ (บก.) การควบคุมแมลงที่สำคัญทางการแพทย์*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพมหานคร, 2528, 6-14.

11. พันธุ์อุไร, ประคอง. และพันธุ์จินดา, บุญล้วน. การสำรวจแหล่งเพาะพันธุ์และนิสัยการกัดของยุงลาย (*Aedes aegypti*) ในกรุงเทพฯ-ธนบุรี พ.ศ. 2516-2517. *ว.กรมวิทย์.พ.*, 2519, 18(3), 81-91.
12. ยกसान, สุธี. วัคซีนป้องกันโรคไข้เลือดออก. *คลินิก ว.เวชปฏิบัติและการใช้ยา* 2528, 1(8), 9-11.
13. เรี่ยวแรงปัญญา, พูนยศ และพันธุ์จินดา, บุญล้วน. การใช้เกลือไอโอดีนในจานรองขาตู้ก้นมดเพื่อควบคุมยุงลาย. *ว.กรมวิทย์.พ.*, 2520, 19(3), 157-161.
14. Christopher, S.R. *Aedes aegypti* (L.) The Yellow Fever Mosquito. Cambridge University Press, London, 1960, 131-563.
15. Finney, D.J. Probit Analysis. 3rd ed., Cambridge University Press, London, 1971, 8-80.
16. Hokanson, K.E.F. and Smith, L.L. Some Factors Influencing the Toxicity of Linear Alkylbenzene Sulfonate (LAS) to the Bluegills. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 1971, 100, 1-12.
17. Mark, H.F., Othmar, D.F., Overberger, C.G. and Seaborg, G.T. Surfactants and Detergent Systems. In Greyson, M. (ed.) Kirk-Othmar Encyclopedia of Chemical Technology. 3rd ed., John Wiley & Sons, New York, 1983, 22, 332-432.
18. Matsumura, F. Toxicology of Insecticides. 3rd ed., Plenum Press, New York, 1980, 47-103.
19. Swisher, R.D., O'Rourke, J.T. and Tomlinson, H.D. Fish Bioassay of Linear Alkylate Sulfonate (LAS) and Intermediate Biodegradation Products. *J. AOCS.*, 1964, 41, 746-758.
20. World Health Organization. Dengue Haemorrhagic Fever : Diagnosis Treatment and Control. Geneva, 1988, 1-43.

ตารางที่ 1. แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนไข่เฉลี่ยต่อตัวของฝูงลายในสารละลาย
ผงซักฟอกแป็บ ความเข้มข้นต่างๆ กัน และกลุ่มควบคุม

| ตัวแปร (ความเข้มข้นของผงซักฟอกแป็บ) | Rank Sum |
|--|----------|
| กลุ่มควบคุม | 60 |
| 0.04 | 39 |
| 0.05 | 30 |
| 0.06 | 21 |
| Friedman Test-statistic | 32.49 |
| Probability | < 0.001 |

ตารางที่ 2. แสดงค่าสถิติต่างๆ ของจำนวนไข่ฝูงลายเฉลี่ยต่อตัวในสารละลายผงซักฟอกแป็บ 0.07%
อายุต่างๆ กัน

| อายุของสารละลาย ผงซักฟอกแป็บ 0.07% (วัน) | ค่าสถิติต่างๆ ของจำนวนไข่ฝูงลายเฉลี่ยต่อตัว | | | | |
|---|---|------|-------------|------|---------|
| | mean | S.D. | t-statistic | d.f. | p-value |
| 0, 2, 4, 6,..., 22 | 0.00 | 0.00 | — | — | — |
| 24 | 0.02 | 0.04 | 1.00 | 3 | 0.20 |
| 26 | 0.21 | 0.13 | 3.23 | 3 | 0.02 |
| 28 | 0.22 | 0.18 | 2.44 | 3 | 0.05 |
| 30 | 0.20 | 0.17 | 2.35 | 3 | 0.05 |
| 32 | 1.29 | 1.22 | 2.12 | 3 | 0.07 |

ตารางที่ 3. แสดงอัตราการฟักตัวของไข่ขุ้งลายในสารละลายผงซักฟอกแอ็บ 0.07% อายุ 24, 26, 28, 30 และ 32 วัน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

| อายุของสารละลาย ผงซักฟอกแอ็บ 0.07% (วัน) | อัตราการฟักตัวของไข่(%) | | t- statistic | d.f. | P |
|---|-------------------------|-------------|-----------------|------|-------|
| | ค่าเฉลี่ย 4 ซ้ำ | กลุ่มควบคุม | | | |
| 24 | 0.00 | 86.90 | — | — | — |
| 26 | 14.58 | 95.80 | 9.46 | 3 | 0.003 |
| 28 | 8.33 | 80.89 | 8.71 | 3 | 0.003 |
| 30 | 31.25 | 96.66 | 2.76 | 3 | 0.038 |
| 32 | 54.17 | 91.76 | 1.80 | 3 | 0.089 |

ตารางที่ 4. แสดงค่าสถิติต่าง ๆ ของอัตราการฟักตัวของไข่ขุ้งลายในกลุ่มควบคุมและในสารละลายผงซักฟอกแอ็บ 0.07%

| รายการ | กลุ่มควบคุม | สารละลายของผงซักฟอกแอ็บ 0.07% |
|---|-------------|----------------------------------|
| 1. จำนวนข้อมูล | 15 | 5 * |
| 2. ค่าเฉลี่ยของอัตราการ ฟักตัวของไข่ (%) | 90.85 | 18.52 |
| 3. Standard deviation | 5.80 | 12.49 |
| 4. t - statistic | | 12.44 |
| — d.f. | | 5 |
| — p-value | | <0.0005 |

* มีอยู่ 5 ซ้ำเท่านั้นที่วางไข่

ตารางที่ 5. แสดงอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 ในความเข้มข้นต่างๆ ของสารละลายผงซักฟอก
 แฝ็บ บรีส เปาและเพค

| ความเข้มข้น (%) | อัตราการตาย ของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 (%) | | | |
|--------------------|--|--------|--------|--------|
| | แฝ็บ | บรีส | เปา | เพค |
| 0.08 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 0.04 | 98.00 | 95.00 | 93.00 | 92.00 |
| 0.02 | 90.00 | 73.00 | 70.00 | 58.00 |
| 0.01 | 26.00 | 8.00 | 3.00 | 6.00 |
| กลุ่มควบคุม | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

ตารางที่ 6. แสดงสมการทำนายที่ใช้ในการหาค่า lethal concentration ของ แฝ็บ บรีส เปา และเพค
 ต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3

| รายการ | แฝ็บ | บรีส | เปา | เพค |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1. สมการทำนาย ($Y = a + bx$) | $14.71 + 5.13x$ | $14.43 + 5.32x$ | $13.95 + 5.11x$ | $13.47 + 4.94x$ |
| 2. S.E. ของ slope | 0.47 | 0.47 | 0.54 | 0.45 |
| 3. t-statistic ของ slope | 10.94 | 11.37 | 9.40 | 11.04 |
| -p-value | < 0.0005 | < 0.0005 | < 0.0005 | < 0.0005 |
| 4. χ^2 ของ Y | 11.02 | 23.49 | 16.49 | 11.59 |
| -p-value | 0.68 | 0.054 | 0.21 | 0.64 |
| 5. R-square (%) | 91.46 | 84.63 | 84.28 | 91.32 |

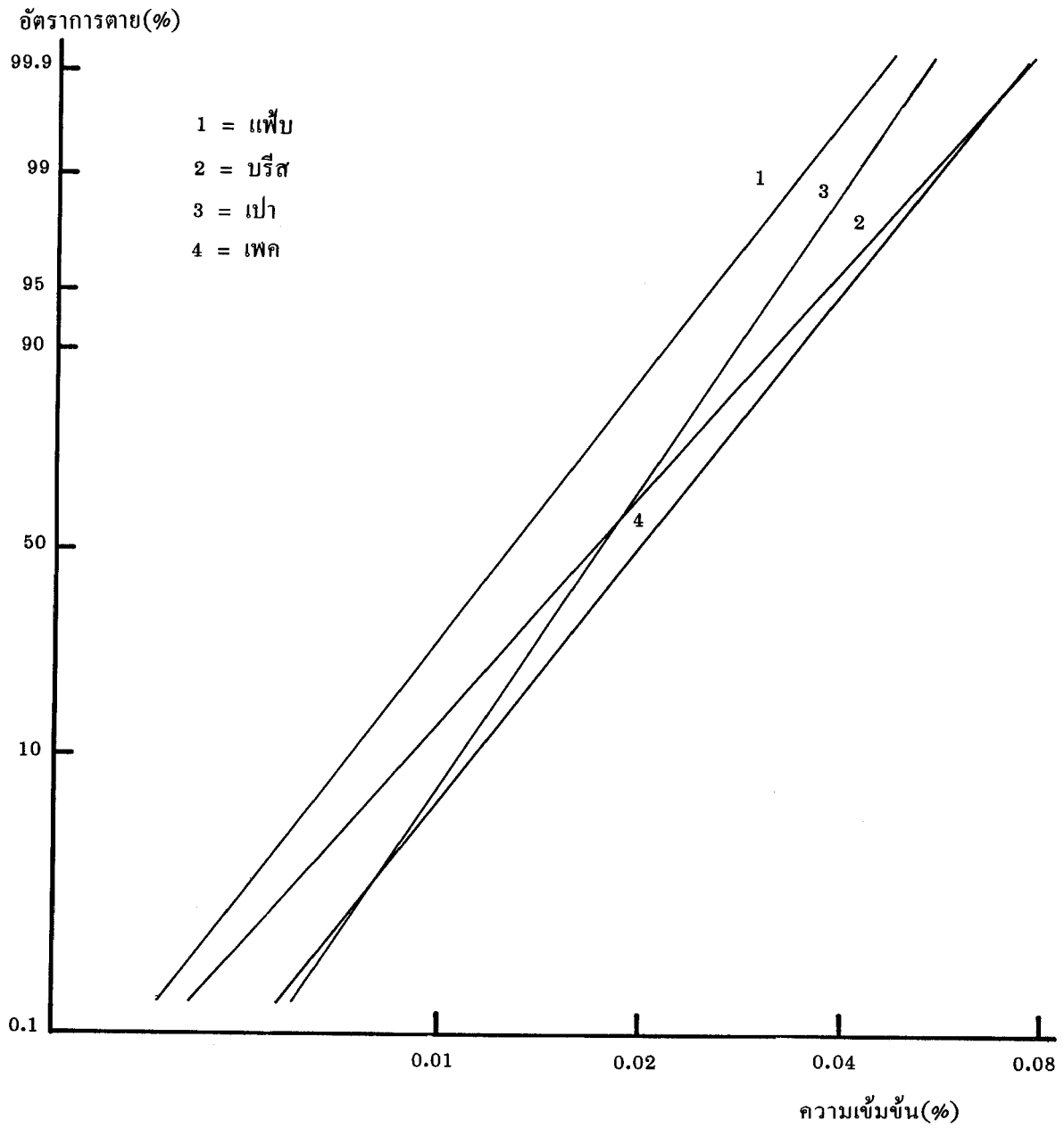
ตารางที่ 7. แสดงค่าความเป็นพิษของสารละลาย แพ้บ บรีส เปาและเพค ที่มีต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 (แสดงเป็นค่าของ 24 ชม. LC₉₀, LC₅₀ และ LC₂₅)

| สารละลายของ ผงซักฟอก | 24 ชม. LC ₉₀ (%) | 24 ชม. LC ₅₀ (%) | 24 ชม. LC ₂₅ (%) | S.E. ของ LC ₅₀ (%) | 95% confidence interval ของ 24 ชม. LC ₅₀ (%) |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|--|
| แพ้บ | 0.0226 | 0.0127 | 0.0094 | 0.0006 | 0.0016-0.0138 |
| บรีส | 0.0294 | 0.0169 | 0.0126 | 0.0007 | 0.0155-0.0183 |
| เปา | 0.0316 | 0.0178 | 0.0131 | 0.0009 | 0.0159-0.0194 |
| เพค | 0.0350 | 0.0193 | 0.0141 | 0.0008 | 0.0177-0.0210 |

ตารางที่ 8. แสดงค่า 24 ชม. LC₅₀ ของผงซักฟอก แพ้บ บรีส เปา เพค และค่าสถิติ t ที่ได้รับจากการทดสอบกับลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3

| สารละลาย ผงซักฟอก | 24 ชม. LC ₅₀ (%) | S.E. ของ 24 ชม.LC ₅₀ (%) | ค่าสถิติ t เมื่อเปรียบเทียบกับ | | | |
|----------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------|------|------|--------|
| | | | แพ้บ | บรีส | เปา | เพค |
| แพ้บ | 0.0127 | 0.0006 | — | 4.55 | 8.71 | 6.60 * |
| บรีส | 0.0169 | 0.0007 | — | — | 0.79 | 2.26 |
| เปา | 0.0178 | 0.0009 | — | — | — | 1.25 |
| เพค | 0.0193 | 0.0008 | — | — | — | — |

* p-value = 0.03 (ไม่มีเครื่องหมาย ⁴ p-value > 0.05)



รูปที่ 1. แสดงกราฟเส้นตรงระหว่างอัตราตายของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 3 กับความเข้มข้นของสารละลายผงซักฟอกฟ้า ฟ้า บรีศ เป่าและเพค