b155257

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากควบคุมลูกน้ำยุงลาย

ชูลีพร วณิชกุลชัยพร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
2550

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากควบคุมลูกน้ำยุงลาย

ชุลีพร วณิชกุลชัยพร
คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาแล้วเห็นสมควรอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)

รองศาสตราจารย์.....ประธานกรรมการ
(ดร. ธวัชชัย ศุภดิษฐ์)

รองศาสตราจารย์.....กรรมการ
(ดร. บุญจง ขาวสิทธิวงษ์)

ผู้ช่วยศาสตราจารย์.....กรรมการ
(ดร. แตงอ่อน มั่นใจตน)

รองศาสตราจารย์.....รักษาราชการแทนคณบดี
(ดร. สุรสิทธิ์ วชิรขจร)
วันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2550

บทคัดย่อ

ชื่อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากควบคุมลูกน้ำยุงลาย
ชื่อผู้เขียน	นางสาวชุลีพร วณิชกุลชัยพร
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการสิ่งแวดล้อม)
ปีการศึกษา	2550

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากควบคุมลูกน้ำยุงลาย ในน้ำกลั่นและน้ำคลองแสนแสบ ที่ระดับความเข้มข้น 6 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร เปรียบเทียบกับน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด โดยดูจากอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพ

ผลการศึกษา พบว่า ลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 86.33 และที่ระดับความเข้มข้น 10 ถึง 50 มิลลิลิตรมีอัตราการตายร้อยละ 100 ส่วนลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 78.33 และที่ระดับความเข้มข้น 10 ถึง 50 มิลลิลิตรมีอัตราการตายร้อยละ 100 ลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพจากสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 10 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 85.33 และ 93.33 ตามลำดับ และที่ระดับความเข้มข้น 20 ถึง 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 100 และลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพจากสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 0 และ 10 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 72.67 และ 80.67 ตามลำดับ และที่ระดับความเข้มข้น 20 ถึง 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 100

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของน้ำที่ใช้ในการทดลอง พบว่า น้ำกลั่น มีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายสูงสุดร้อยละ 97.08 ส่วนชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ พบว่า น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายสูงสุดร้อยละ 96.55 และระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10 ถึง 50 มิลลิลิตร พบว่ามีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายสูงสุดร้อยละ 100

จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายในทุกระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร โดยมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายร้อยละ 100 ในทุกหน่วยการทดลอง ส่วนในน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร ซึ่งจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพที่เพิ่มขึ้นจะมีผลต่อจำนวนการตายของลูกน้ำยุงลาย

ABSTRACT

Title of Thesis	The Study of Possibility of Using Biological Extracted Water from Stemona Herb to Control Mosquito Larva
Author	Miss Chuleeporn Wanichkulchaiporn
Degree	Master of Science (Environmental Management)
Year	2007

The study of possibility of using biological extracted water from Stemona herb to control mosquito larva in distilled water and Sansab canal at 6 intensity levels of 0, 10, 20, 30, 40 and 50 milliliters compared with experiment using biological extracted water from Pineapple was carried out the dead rate of mosquito larva was used as an indicator to measure efficiency of the biological extracted water.

The results showed that mosquito larva in distilled water mixed with biological extracted water from Stemona herb at intensity of 0 milliliters had the dead rate of mosquito larva about 86.33% and at intensity of 10 to 50 milliliters had the dead rate about 100 % and the mosquito larva in canal mixed with biological extracted water from Stemona herb at intensity of 0 milliliters had the dead rate about 78.33 % and at intensity of 10 to 50 milliliters had the dead rate about 100 %. In addition mosquito larva in distilled water mixed with biological extracted water from Pineapple at intensity of 0 and 10 milliliters had the dead rate about 85.33 % and 93.33 %, at intensity of 20 to 50 milliliters had the dead rate about 100 %, and mosquito larva in canal mixed with extracted water from Pineapple at intensity of 0 and 10 milliliters had the dead rate about 72.67 % and 80.67 % and intensity of 20 to 50 milliliters had the dead rate about 100 %.

When comparing the types of water distilled water and Sansab canal, the results showed that distilled water had the highest dead rate of mosquito larva about 97.08 %. For the type of biological extracted water, the results showed that biological extracted water from Stemona herb

had the highest dead rate about 96.55 % and at intensity from 10 to 50 milliliters, the highest dead rate was at about 100 %.

From this study, it can be said that biological extracted water from Stemona herb had the poison to control mosquito larva at intensity from 10, 20, 30, 40 and 50 milliliters and had the mosquito larva dead rate about 100 % all experiment unit, and for the biological extracted water from Pineapple, it had the poison to control mosquito larva at intensity from 20, 30, 40 and 50 milliliters. In conclusion, when the intensity of the biological extracted water increased, the dead rate of mosquito was increased.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากควบคุมลูกน้ำยุงลาย สามารถสำเร็จลุล่วงได้เนื่องมาจากผู้เขียนได้รับความช่วยเหลือในการให้ข้อมูล คำปรึกษา ข้อแนะนำ ความคิดเห็น และความอนุเคราะห์วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง จากบุคคลหลายท่าน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ธวัชชัย ศุภดิษฐ์ ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ของผู้เขียน ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ ข้อแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ในทุกขั้นตอน ตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้เขียนในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้ตลอดมา และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แตงอ่อน มั่นใจตน และรองศาสตราจารย์ ดร. บุญจง ขาวสิทธิวงษ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการศึกษาครั้งนี้ รวมทั้งกรุณาพิจารณาและตรวจสอบวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านแห่งสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ที่ได้ถ่ายทอดและสร้างความรู้ให้แก่ผู้เขียน และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ของคณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อมทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาในครั้งนี้เป็นอย่างดี และต้องขอขอบคุณเพื่อน ๆ ที่รักทุกคนของผู้เขียน สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือที่มีให้มาโดยตลอด

ท้ายสุด ผู้เขียนขอขอบพระคุณ และขอมอบความสำเร็จทั้งหมดจากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แด่ บิดา มารดา พี่ชาย และพี่สาว ครอบครัววณิชกุลชัยพรของผู้เขียน ที่เป็นผู้ช่วยส่งเสริม สนับสนุน และเป็นกำลังใจ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่สำคัญยิ่งของผู้เขียนตลอดมา จนทำให้การศึกษาครั้งนี้ประสบผลสำเร็จได้ตามที่ตั้งใจ

ชุลีพร วณิชกุลชัยพร

ตุลาคม 2550

b155257

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (3)

ABSTRACT (5)

กิตติกรรมประกาศ (7)

สารบัญ (8)

สารบัญตาราง (10)

สารบัญภาพ (11)

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.4 ขอบเขตการศึกษา 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ชีววิทยาของยุงลาย 4

2.2 ลักษณะทั่วไปของยุงลาย 5

2.3 วงชีวิตของยุงลาย 6

2.4 นิเวศวิทยาของยุงลาย 10

2.5 ปัญหาของยุงลายทางสาธารณสุข 11

2.6 การควบคุมและกำจัดยุง 12

2.7 สารที่ใช้ในการกำจัดยุง 14

2.8 ลักษณะการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง 17

2.9 การประเมินความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง 19

2.10 สารจากพืชที่มีพิษต่อแมลง 20

2.11 น้ำสกัดชีวภาพ 21

2.12 หนอนตายหยาก 25
2.13 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 29
บทที่ 3 กรอบแนวคิดและวิธีการศึกษา 33
3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา 33
3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา 34
3.3 สมมติฐานการศึกษา 34
3.4 รูปแบบการศึกษา 35
3.5 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา 35
3.6 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการศึกษา 35
3.7 วิธีดำเนินการทดลอง 36
3.8 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 38
3.9 สถานที่และระยะเวลาทำการศึกษา 38
บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล 40
4.1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย 40
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 53
5.1 สรุปผลการทดลอง 53
5.2 ข้อเสนอแนะ 55

บรรณานุกรม 57
ภาคผนวก 60
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์หาปริมาณ DO และ BOD ในน้ำก่อนและหลัง การทดลอง/ การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารในน้ำสกัดชีวภาพ 61
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ 65
ประวัติผู้เขียน 76

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 สารที่ใช้ในการควบคุมยุง ประเภทของสาร และระยะของยุงที่ได้ผล 17

2.2 ปริมาณธาตุอาหารพืชหลักที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ 24

4.1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง 41

4.2 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและ น้ำสกัดชีวภาพสับปะรด 42

4.3 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 43

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพที่มีผลต่อ อัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย 45

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย 46

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพ สับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย 48

4.7 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพ หนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 50

ก. 1 การวิเคราะห์หาปริมาณ DOและ BODในน้ำตัวอย่างก่อนและหลังทำการ ทดลอง 65

ก. 2 การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก และน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด 67

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ตัวเต็มวัยของ *Aedes aegypti* 5

2.2 วงชีวิตของยุงลาย *Aedes aegypti* 6

2.3 ไข่ของ *Aedes aegypti* 7

2.4 ลูกน้ำของ *Aedes aegypti* 7

2.5 ดักแด้หรือตัวไม่งของ *Aedes aegypti* 8

2.6 ลักษณะตัวเต็มวัยของ *Aedes aegypti* เพศเมียและเพศผู้ 9

3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา 33

3.2 แบบแผนขั้นตอนการทดสอบความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดควบคุมลูกน้ำยุงลาย 39

4.1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง 41

4.2 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด 42

4.3 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 44

4.4 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด 45

4.5 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 47

4.6 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 48

4.7 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 51

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยุงเป็นแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์และทางด้านสาธารณสุขเป็นอย่างมาก เพราะนอกจากจะดูดกินเลือดและก่อให้เกิดความรำคาญต่อมนุษย์แล้ว ยุงบางชนิดยังเป็นพาหะนำโรคติดต่อได้อีกด้วย โดยโรคที่เกิดจากยุงลายเป็นพาหะ เช่น โรคไข้เลือดออก (Dengue Hermorrhagic Fever) ไข้เหลือง (Yellow Fever) ไข้สมองอักเสบ (Japanese Encephalitis) และไข้มาลาเรีย (Malaria) ซึ่งในแต่ละปีจะมีผู้เสียชีวิตจากการป่วยเป็นโรคไข้เลือดออกอยู่เป็นจำนวนมาก และปัจจุบันถือได้ว่าโรคไข้เลือดออกเป็นโรคประจำถิ่นของประเทศไทย โดยมียุงลายซึ่งเป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกที่สำคัญมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti* Limmaeus) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2526: 217) โดยยุงลายบ้าน มีถิ่นกำเนิดจากแอฟริกา ส่วนยุงลายสวนมีถิ่นกำเนิดในเอเชีย เนื่องจากยุงลายมีแหล่งเพาะพันธุ์ใกล้ชิดกับมนุษย์ เช่น โอ่งน้ำ ภาชนะที่สามารถเก็บกักน้ำภายในและภายนอกบ้านเรือน ดังนั้น จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมกำจัดยุงลายเพื่อลดอุบัติการณ์และความชุกของโรค ซึ่งวิธีที่ดีที่สุด คือ การตัดวงจรชีวิตของยุง โดยช่วงที่อ่อนแอที่สุดของยุง คือ ระยะตัวอ่อน ซึ่งสามารถกำจัดได้ง่ายกว่าตัวเต็มวัย (ดาริวรรณ เศรษฐีธรรม, 2540: 6 – 12) การควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีหลายวิธี ที่นิยมที่สุด คือ วิธีทางเคมี โดยใช้สารเคมีฆ่าแมลง ทั้งนี้เนื่องจากให้ความสะดวกและรวดเร็วกว่าวิธีอื่น ๆ แต่การใช้สารเคมีฆ่าแมลงก็ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพมนุษย์และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะทวีความรุนแรงขึ้น หากไม่ได้มีการแก้ไขโดยเร่งด่วน โดยสารเคมีที่นิยมใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุงส่วนมากจัดอยู่ในสารเคมีกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (Organophosphate) แต่ละอองของสารเคมีสลายตัวได้ยากทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมี ก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของมนุษย์ผ่านห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) นอกจากนี้สารเคมีฆ่าแมลงยังทำลายระบบนิเวศที่ไม่เฉพาะเจาะจง จึงทำลายแมลงหรือสัตว์อื่นที่เป็นศัตรูทางธรรมชาติของยุง อีกทั้งยุงยังสามารถปรับตัวให้มีความต้านทานต่อสารเคมีฆ่าแมลง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม มีความสามารถต้านทานสารฆ่าแมลงได้

ทำให้ต้องใช้สารเคมีในปริมาณมากขึ้นเรื่อย ๆ ในการที่จะกำจัดแมลงเท่าเดิม ทำให้ปัญหาต่าง ๆ ติดตามมาอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (พาลาภ สิงหเสนี, 2535: 1 – 4)

จากปัญหาการสลายตัวยากของสารเคมีฆ่าแมลงและการต้านทานของยุงต่อสารเคมีฆ่าแมลงที่เพิ่มขึ้น สารฆ่าแมลงที่สกัดได้จากพืช (Botanical Insecticides) จึงได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก เพราะสารสกัดจากพืชที่มีประสิทธิภาพสูงสามารถฆ่ายุงได้และยุงมีความสามารถสร้างความต้านทานต่ำ สลายตัวได้ดีในธรรมชาติ และที่สำคัญมีพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงน้อย (สุธรรม อารีกุล, 2534: 45 – 67) โดยพืชที่มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงนั้นมีหลายชนิด เช่น น้อยหน่า สารภี สะเดา หางไหลหรือโล่ติ้น (นิจศิริ เรืองรังสี และพยอม ตันติวัฒน์, 2534 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27 – 28) หนอนตายหยาก (Stemona) เป็นสมุนไพรอีกชนิดหนึ่ง ที่มีสารอัลคาลอยด์สามารถฆ่าแมลงและลูกน้ำยุงลายได้เช่นเดียวกับโล่ติ้น โดยสารอัลคาลอยด์จากต้นหนอนตายหยาก สามารถละลายน้ำได้ง่ายและสลายตัวเร็ว ไม่ทำให้มีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม (ฝ่ายเผยแพร่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2536 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 30)

ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการนำรากหนอนตายหยากมาหมักเป็นน้ำสกัดชีวภาพเพื่อทดสอบการเจริญเติบโตและควบคุมลูกน้ำยุงลาย ซึ่งเป็นแนวทางในการกำจัดลูกน้ำยุงลายพาหะสำคัญของโรคไข้เลือดออก และเป็นการใช้พืชสมุนไพรทดแทนสารเคมีนำเข้าที่มีอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และลดความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเป็นการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่น มาใช้ให้เกิดประโยชน์

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากควบคุมการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลาย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบถึงประสิทธิภาพในการกำจัดและควบคุมการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก

1.3.2 เป็นแนวทางในการลดแหล่งเพาะพันธุ์ของยุงลายได้ ทำให้การแพร่ระบาดของโรคที่มียุงลายเป็นพาหะลดลง

1.3.3 เป็นแนวทางในการนำทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ลดปัญหาการนำเข้าสารเคมี และเป็นทางเลือกที่ปลอดภัยในการทดแทนสารเคมี

1.4 ขอบเขตการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ในการควบคุมการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 จนถึงระยะตัวเต็มวัย ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยเปรียบเทียบกับน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถของรากหนอนตายหยากที่ได้จากการหมักเป็นน้ำสกัดชีวภาพที่ใช้ในการควบคุมยุงลาย

1.5.2 น้ำสกัดชีวภาพ หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการย่อยสลายของเศษพืช หรือสัตว์ซึ่งถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ โดยใช้กากน้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ ผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

1.5.3 หนอนตายหยาก หมายถึง พันธุ์ไม้ในวงศ์ Stemonaceae เป็นเถาไม้เนื้อแข็ง มีรากคล้ายกระสวยเป็นพวง ขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ดหรือแทงหน่อใหม่จากกอเดิม ขึ้นได้ในดินทุกชนิด ทนทานต่อทุกสภาพแวดล้อม พบทั้งในที่ชื้นและที่แห้ง แต่เป็นพืชที่เจริญได้ดีในฤดูฝน

1.5.4 น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการย่อยสลายของรากหนอนตายหยากกับกากน้ำตาล โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

1.5.5 น้ำสกัดชีวภาพสับปะรด หมายถึง สารละลายเข้มข้นที่ได้จากการย่อยสลายของสับปะรดกับกากน้ำตาล โดยผ่านกระบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน

1.5.6 การควบคุมลูกน้ำยุงลาย หมายถึง การใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากควบคุมลูกน้ำยุงลายไม่ให้มีการเจริญเติบโตไปเป็นตัวเต็มวัย

1.5.7 ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 หมายถึง ลูกน้ำที่ฟักออกจากไข่แล้วเป็นเวลา 96 ชั่วโมง

1.5.8 การตายของลูกน้ำยุงลาย หมายถึง การที่ลูกน้ำยุงลายไม่เคลื่อนไหว และจมอยู่ที่ก้นภาชนะ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย ผู้ศึกษาได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 ชีววิทยาของยุงลาย

2.1.1 อนุกรมวิธาน

ยุงเป็นแมลงขนาดเล็กที่จัดอยู่ในอันดับดิพเทอรา (Oder Diptera) ซึ่งลักษณะสำคัญของแมลงในอันดับดิพเทอรา คือ ระยะตัวเต็มวัยมีปีกคู่หน้าเด่นชัดเพียงคู่เดียวใช้สำหรับบิน ส่วนปีกคู่ที่สองจะลดขนาดลงจนเห็นเป็นตุ่มเล็ก ๆ เรียกว่า Halteres ซึ่งทำหน้าที่ในการทรงตัวขณะบิน (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2526: 184 – 185)

ยุงมีมากกว่า 4,000 ชนิด (Species) อยู่ใน 38 สกุล (Genus) มีอยู่ 3 วงศ์ย่อย (Subfamilies) (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2544 อ้างถึงใน สุระ รักความซื่อ, 2546: 7) คือ

Subfamilies Toxorhyncitinae มีอยู่สกุลเดียว คือ Toxorhyncites เรียกโดยทั่วไปว่า ยุงยักษ์

Subfamilies Anophelinae เรียกรวม ๆ ว่ายุง Anopheline

Subfamilies Culicinae เรียกรวม ๆ ว่ายุง Culicine

ยุงลายมีชื่อสามัญว่า Day Bitting Mosquito, Yellow Fever Mosquito หรือ Domestic Mosquito และจัดอนุกรมวิธาน ได้ดังนี้

Phylum Arthropoda

Subphylum Mandibulata

Class Insecta (Hexapoda)

Order Diptera

Suborder Nematocera

Family Culicidae

Subfamily Culicinae

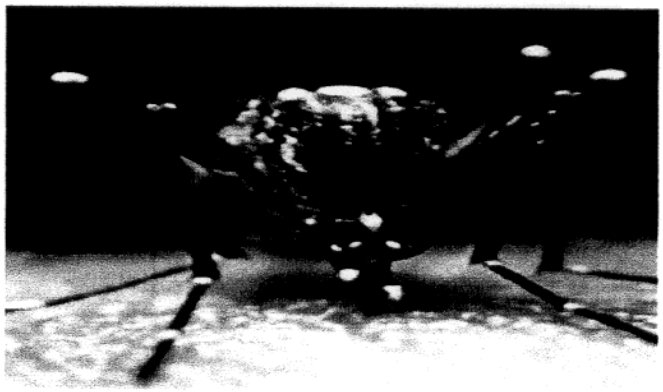
Genus Aedes

Subgenus Stegomyia

ยุงมีหลายชนิด ที่มีการสำรวจและรายงานไว้มีอย่างน้อย 13 ชนิด แต่ชนิดที่เป็นพาหะสำคัญของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทยมี 2 ชนิด คือ ยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) และยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) (สุชาติ อุปถัมภ์และคณะ, 2526: 217)

2.2 ลักษณะทั่วไปของยุงลาย

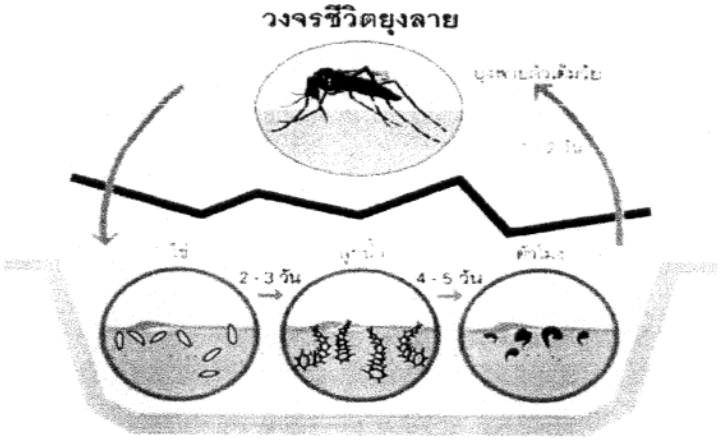
ยุงลายตัวเต็มวัยมีขนาดยาวประมาณ 4 – 5 มิลลิเมตร มีสีดำหรือสีน้ำตาล ลักษณะสำคัญของยุงลายตัวเต็มวัย คือ ปีกจะปกคลุมด้วยเกล็ดขนาดเล็กและแคบ ทุกเกล็ดมีขนาดเท่ากันหมด และมีสีเดียวกันตลอดทั้งปีก คือ สีเทาหรือสีน้ำตาล ยุงลายเกือบทุกชนิดบนด้าน Dorsal ของส่วนหลังจะมีกลุ่มเกล็ดสีขาวเรียงตัวเป็นลายหรือริ้วแทรกกลุ่มเกล็ดสีเทาหรือสีน้ำตาล ทำให้เกิดมีลวดลายสีขาวตรงอกด้านบน โดยที่ยุงลาย *Aedes aegypti* จะมีกลุ่มเกล็ดสีขาวลักษณะเป็นรูปเดียวสีขาว 1 คู่ตามด้านข้างแผ่นที่คลุมด้านบนของท้องในแต่ละปล้องมีกลุ่มเกล็ดสีขาวแทรกเป็นแผ่นบนพื้นสีเทาหรือสีน้ำตาล ทำให้มองดูตามด้านข้างของท้องมีลายสีขาว ตรงปล้องข้อต่อของขาจะมีลายขาวพาดขวาง (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ตัวเต็มวัยของ *Aedes aegypti*
แหล่งที่มา: กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2548

2.3 วงชีวิตของยุงลาย

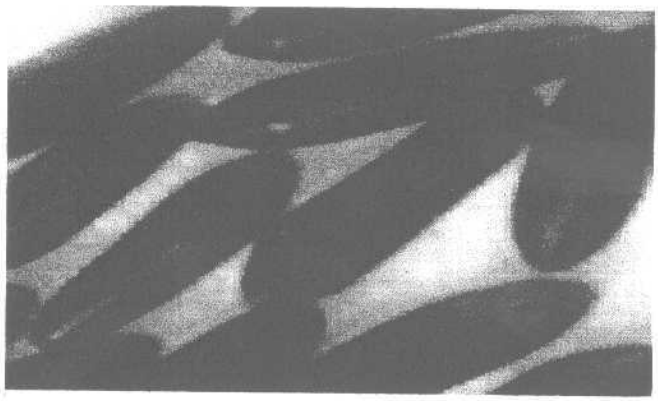
การเจริญของยุงลาย มีการเปลี่ยนรูปร่างแบบสมบูรณ์ (Complete Metamorphosis) ซึ่งประกอบด้วยไข่ (Egg) ระยะตัวอ่อน (Larva) ระยะดักแด้หรือตัวโม่ง (Pupa) และระยะตัวเต็มวัย (Adult) (ภาพที่ 2.2)



ภาพที่ 2.2 วงชีวิตของยุงลาย *Aedes aegypti*
แหล่งที่มา: กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2548

2.3.1 ไข่ (Egg)

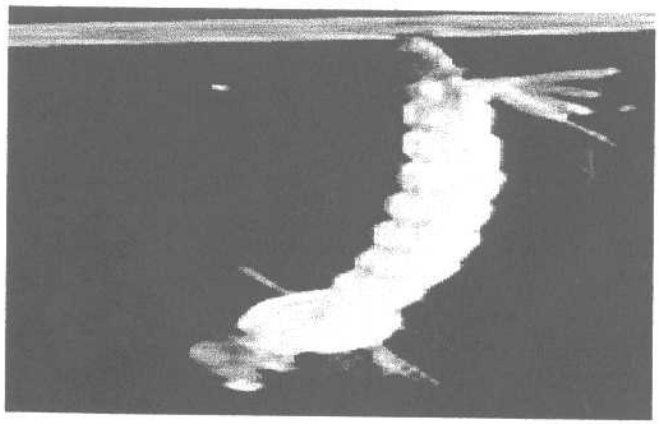
ไข่ของยุงลายมีขนาดเล็ก ยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร ลักษณะคล้ายซิการ์สีดำ (ภาพที่ 2.3) ไข่ที่วางใหม่ ๆ จะมีสีขาวแล้วค่อย ๆ กลายเป็นสีดำภายในเวลา 2 ชั่วโมง การเจริญเติบโตของคัพภะ (Embryo) ภายในไข่ใช้เวลา 30 – 40 ชั่วโมง จึงเจริญเติบโตเต็มที่ แต่ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากที่ยุงลายวางไข่ ไข่ต้องการความชื้นมาก สำหรับไข่ที่เจริญเต็มที่แล้วสามารถทนความแห้งแล้งได้ประมาณ 6 เดือน หรืออาจจะนานเป็นปี (สัมฤทธิ์ สิงหอาษา, 2540: 93 – 118) ตามปกติระยะไข่ใช้เวลาประมาณ 67 ชั่วโมง แต่ถ้าไข่ที่เก็บไว้เป็นเวลานาน เมื่อมีน้ำท่วมจะฟักตัวภายในเวลา 5 – 10 นาที



ภาพที่ 2.3 ไข่ของ *Aedes aegypti*
แหล่งที่มา: กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2548

2.3.2 ลูกน้ำ (Larvae)

ลูกน้ำยุงที่ฟักออกมาใหม่ ๆ จะมีสีขาวใส แต่ส่วนหัว ลำตัวปล้องสุดท้าย และท่ออากาศ (Siphon) จะมีสีน้ำตาลจาง ๆ เมื่อมีอายุมากขึ้นลำตัวจะมีขนาดใหญ่และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ท่ออากาศทู่ สั้น มีสีคล้ำกว่าลำตัว ลูกน้ำยุงลายจะมีพฤติกรรมที่หลบเลี่ยงแสงสว่าง เวลาพักจะเอาท่ออากาศมาแตะที่ผิวน้ำ และลำตัวจะทำมุมประมาณ 45 องศากับผิวน้ำ การเคลื่อนที่ของลูกน้ำยุงลายจะสะบัดตัวไปมาคล้ายกับงูเลื้อย เคลื่อนที่ไปอย่างไม่มีจุดหมาย เมื่อถูกรบกวนจะหลบอยู่ใต้ผิวน้ำได้นานกว่าลูกน้ำของยุงชนิดอื่น ๆ (ภาพที่ 2.4)



ภาพที่ 2.4 ลูกน้ำของ *Aedes aegypti*
แหล่งที่มา: กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2548

ระยะลูกน้ำเป็นระยะที่ต้องการอาหารมาก เมื่อฟักออกมาใหม่ ๆ จะเริ่มกินอาหารทันที อาหารของลูกน้ำยุงลาย ได้แก่ จุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำ ลูกน้ำจะกินอาหารตลอดเวลา โดยใช้แปรงขนที่มีลักษณะคล้ายพัดที่อยู่บริเวณปาก โบกพัดอาหารเข้าปาก นอกจากนี้จะแทะเล็มสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเป็นอาหาร การเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลายมี 4 ระยะ (Instar) แต่ละระยะของการเจริญเติบโตจะมีการลอกคราบ 1 ครั้ง ลูกน้ำจะใช้เวลา 6 – 8 ชั่วโมง จึงลอกคราบเป็นดักแด้หรือตัวโม่ง (Pupa)

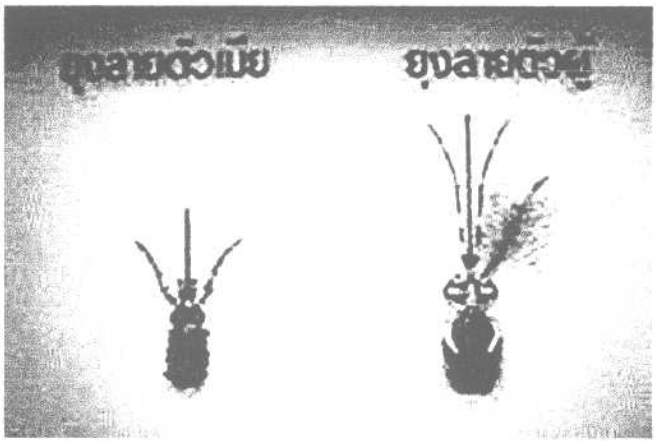
2.3.3 ดักแด้หรือตัวโม่ง (Pupa)

ระยะตัวโม่งของยุงลายยังคงอาศัยอยู่ในน้ำ รูปร่างของตัวโม่งจะมีลักษณะคล้ายเลขหนึ่ง (Comma Shape) ส่วนหัวและส่วนอกจะรวมกันเรียกว่า Cephalothorax ทางด้านบน (Dorsal) จะมีท่ออากาศ (Respiratory Trumpets) ที่มีลักษณะคล้ายปากแตร 1 คู่ ลักษณะสั้นและแคบกว่าท่ออากาศของตัวโม่งยุงชนิดอื่น ส่วนท้องจะเห็นได้ชัดเพียง 8 ปล้อง แต่ความจริงมี 10 ปล้อง ปล้องสุดท้ายเป็นใบพาย (Paddles) 1 คู่ ตรงกลางระหว่างใบพายจะมีถุงเล็ก ๆ ซึ่งเป็น External Genitallia ที่เจริญไปเป็นอวัยวะเพศในตัวเต็มวัย ตัวโม่งที่ออกมาจากคราบใหม่ ๆ จะมีสีน้ำตาลจาง ๆ และเปลี่ยนเป็นสีดำเมื่ออายุมากขึ้น (ภาพที่ 2.5) ระยะตัวโม่งจะไม่กินอาหารแต่ภายในจะพัฒนาต่อไปเรื่อย ๆ โดยปกติจะลอยอยู่ที่ผิวน้ำเพื่อหายใจ และจะดำลงใต้ผิวน้ำอย่างรวดเร็วเมื่อถูกรบกวน ระยะตัวโม่งจะใช้เวลา 2 – 3 วัน จึงลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย (สัมฤทธิ์ สิงหอาษา, 2540: 93 – 118)

ภาพที่ 2.5 ดักแด้หรือตัวโม่งของ *Aedes aegypti*
แหล่งที่มา: กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2548

2.3.4 ตัวเต็มวัย (Adult)

ยุงลายเป็นยุงขนาดเล็กยาวประมาณ 4 – 5 มิลลิเมตร ที่ปีกจะมีเกล็ดสีเทาหรือสีน้ำตาลปกคลุม ด้านบนของส่วนอกมีเกล็ดสีขาวเรียงเป็นริ้วหรือเป็นลายแทรกกลุ่มเกล็ดสีเทาหรือสีน้ำตาล ทำให้เกิดลวดลายหรือแถบสีขาวเงินรูปเดียวสองเล่มหันด้านเว้าเข้าหากัน หรือมีลวดลายเป็นรูป Lyre – shape ตามด้านข้างของ Tergum (แผ่นที่ปกคลุมด้านบนของปล้องท้องแต่ละปล้อง) มีกลุ่มเกล็ดสีขาวเป็นแผ่นบนพื้นสีเทาหรือสีน้ำตาล ทำให้มองดูตามลำตัวมีลวดลายสีขาวสลับดำ ส่วนปลายของท้องตัวเมียจะมีลักษณะแหลมเพราะมี Circus ยาวและยื่นออกมา (ภาพที่ 2.6)



ภาพที่ 2.6 ลักษณะตัวเต็มวัยของ *Aedes aegypti* เพศเมียและเพศผู้
แหล่งที่มา: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2548

ตัวเต็มวัยของยุงลายทั้งตัวผู้และตัวเมียมีลักษณะคล้ายกัน แต่จะสังเกตความแตกต่างได้โดยดูลักษณะของหนวด ตัวผู้จะมีหนวดแบบ Plumose ส่วนตัวเมียจะมีหนวดแบบ Pilose และตัวผู้จะมีขนาดเล็กกว่าตัวเมียเล็กน้อย ยุงลายทั้งตัวผู้และตัวเมียจะกินน้ำหวานเป็นอาหารเพื่อสร้างพลังงาน แต่ตัวเมียจะดูดกินเลือดเพื่อใช้โปรตีนจากเลือดสร้างไข่ ยุงลายออกหากินในเวลากลางวัน การผสมพันธุ์จะเกิดขึ้นหลังจากที่ลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยได้ 2 – 3 ชั่วโมง โดยจะผสมพันธุ์เพียงครั้งเดียว สเปิร์มของยุงตัวผู้จะถูกเก็บไว้ที่ถุงเก็บสเปิร์ม (Spermatheca) ของยุงตัวเมียและปล่อยออกมาผสมกับไข่ที่มดลูกตรงบริเวณท่อนำไข่รวม (Common Oviduct) ตัวเมียจะวางไข่หลังจากที่ได้ดูดกินเลือดเป็นอาหารแล้วประมาณ 2 – 3 วัน (สัมฤทธิ์ สิงหอาษา, 2540: 93 – 118) และสามารถวางไข่ได้ครั้งละประมาณ 50 – 100 ฟอง และวางไข่ได้ทุก ๆ 3 – 4วัน ถ้าได้กินเลือดเป็นอาหารอย่างเพียงพอ ยุงลายตัวเมียชอบวางไข่ในที่มืดโดยเฉพาะภาชนะที่วางอยู่ในที่ร่มที่มีน้ำสีคล้ำ

ๆ หรือมีใบไม้เน่าปะปนอยู่ จะกระตุ้นให้ยุงลายวางไข่ได้ดีมาก แต่ในน้ำเน่ามีกลิ่นเหม็นยุงลายจะไม่ชอบวางไข่ ส่วนมากยุงลายจะวางไข่ตอนบ่าย ถ้าผิวด้านในของภาชนะที่จะวางมีลักษณะเรียบ เช่น ขวดน้ำ ไข่ของยุงลายจะตำลงไม่ลอยอยู่บนผิวน้ำ โดยทั่วไปแล้วยุงลายจะวางไข่เดี่ยว ๆ ไม่เกาะกันเป็นแพ และไข่จะติดอยู่ที่ผิวด้านในของภาชนะเหนือระดับน้ำเล็กน้อย (อาคม สังข์วรานนท์, 2538 อ้างถึงใน สุระ รักความซื่อ, 2546: 10)

2.4 นิเวศวิทยาของยุงลาย

2.4.1 ชีววิทยาและอุปนิสัยของยุงลาย

ยุงลายชนิด *Aedes aegypti* เป็นยุงที่มีนิสัยใกล้ชิดกับคนมาก ในเมืองใหญ่ ๆ ที่มีคนอยู่อย่างหนาแน่น ภาชนะต่าง ๆ หรือสิ่งที่ทิ้งไว้แล้วสามารถรองรับน้ำทำให้มีน้ำท่วมขังชั่วคราวหรือถาวร เช่น ถังน้ำ ยางรถยนต์เก่า เศษกระป๋อง จานรองตู้กับข้าวกันมด และตุ่มน้ำ เป็นต้น จะกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย การวางไข่ของยุงลายนั้น ยุงลายตัวเมียวางไข่ในเวลาบ่าย โดยทั่วไปยุงลายจะวางไข่ข้างผนังด้านในของภาชนะเหนือระดับน้ำ โดยวางไข่ครั้งละ 50 – 100 ฟอง (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2526: 197 – 199) ยุงลายมักจะเกาะพักในบ้าน โดยเฉพาะบริเวณที่แขวนเสื้อผ้า หรือที่มืด สำหรับแหล่งเกาะพักนอกบ้าน ได้แก่ บริเวณที่ไม่ร้อนจัด และบริเวณที่มีร่มเงาแสงแดดส่องไม่ถึง

ยุงลายจะออกหากินในเวลากลางวัน ปรากฏตัวบ่อยสุดเวลาเช้าประมาณ 9.00 – 11.00 น. และบ่ายแก่ ๆ ประมาณ 14.00 – 15.00 น. (วรรณภา สุวรรณเกิด, 2540: 288 – 295) ยุงลายชอบกัดกินเลือดคนและชอบกัดในบ้านมากกว่านอกบ้าน เวลาจะกินเลือด ยุงตัวเมียจะเข้าหาคนทางด้านมืดหรือมีเงา โดยเข้ามาทางด้านล่างของตัวคน ส่วนมากจะกัดแถว ๆ ข้อเท้า ยุงตัวเมียจะดูดกินเลือดตั้งแต่วันแรกที่กลายเป็นตัวเต็มวัย หลังจากยุงตัวเมียได้รับการผสมพันธุ์และกัดกินเลือดแล้ว 2 – 3 วันจะสร้างไข่แล้วออกหาที่วางไข่ ก็เท่ากับครบวงชีวิตหนึ่งระยะ (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2526: 197 – 199)

2.4.2 อาหารของยุงลาย

อาหารที่มีความจำเป็นในการสร้างพลังงานต่าง ๆ ให้ยุงลายตัวผู้ คือ น้ำหวานจากพืชหรือหยดน้ำผึ้ง ส่วนยุงลายตัวเมียทั่ว ๆ ไปต้องการเลือดเป็นอาหารที่สำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากว่าโปรตีนในเลือดมีความสำคัญในการช่วยสร้างไข่และสร้างพลังงาน เลือดที่ได้นี้จะได้จากสัตว์เลือดอุ่น พวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหรือสัตว์ปีก จากการทดลองชั่งน้ำหนักยุงที่กินเลือด พบว่า ยุงสามารถกินเลือด

ได้มากกว่าน้ำหนักของตัวมันเอง ค่าเฉลี่ยของเลือดที่ยุงลายกินประมาณ 4.2 ลูกบาศก์มิลลิเมตร (สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ, 2526: 197 – 199)

2.4.3 การแพร่กระจายของยุงลายในประเทศไทย

ยุงลายมีแหล่งกำเนิดเดิมอยู่ที่ทวีปแอฟริกา ต่อมา ได้แพร่กระจายไปยังประเทศต่าง ๆ ตามเส้นละติจูดที่ 50 องศาเหนือและใต้ โดยติดไปกับพาหนะที่ใช้ในการคมนาคมโดยเฉพาะทางเรือ รายงานเกี่ยวกับการพบยุงลายครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อปี พ.ศ. 2450 โดย F.V. Theobald โดยจะแพร่พันธุ์อยู่เฉพาะเมืองใหญ่ ๆ ปัจจุบันพบยุงลายชนิดนี้ทั้งในเขตเมืองและเขตชนบท (กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2544 อ้างถึงใน อัจรา บุญหล้า, 2546: 11 – 12) การแพร่กระจายของยุงลายถูกจำกัดโดยความสูงของพื้นที่ คือ จะไม่พบยุงลายบ้าน (*Aedes aegypti*) ที่ระดับความสูง 1,000 ฟุต (ประมาณ 300 เมตร) จากระดับน้ำทะเล ต่างจากยุงลายสวน (*Aedes albopictus*) สามารถพบได้ทุกระดับความสูงแม้กระทั่งบนยอดเขาสูง 6,000 ฟุต (ประมาณ 1,800 เมตร) ปัจจุบันมีรายงานจากบางประเทศว่าสามารถพบยุงลายที่ระดับความสูงมาก 2,200 เมตร เนื่องจากอุณหภูมิบนภูเขาสูงขึ้นทำให้ยุงลายสามารถเพาะพันธุ์ได้ (สมเกียรติ บุญญะบัชชา, 2536 อ้างถึงใน อัจรา บุญหล้า, 2546: 11 – 12)

2.5 ปัญหาของยุงลายทางสาธารณสุข

ปัญหาของยุงลายที่มีผลกระทบทางสาธารณสุข ประกอบด้วย

2.5.1 รบกวน

เมื่อยุงลายกัดและดูดเลือดจะทำให้ผู้ถูกกัดเกิดความรำคาญ นอกจากนี้บาดแผลที่ถูกยุงกัดจะบวม แดง หรือเป็นผื่นคัน บางคนอาจจะเกิดอาการแพ้

2.5.2 เป็นพาหะนำเชื้อโรค

ยุงลายบางชนิดสามารถเป็นตัวนำ Arbovirus ซึ่งทำให้เกิดโรคในคนได้ ที่สำคัญ ได้แก่ โรคไข้เลือดออก โรคชิกุนกุนย่า และโรคไข้เหลือง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.5.2.1 โรคไข้เลือดออก (Dengue Hemorragic Fever; DHF) เกิดจากเชื้อไวรัส Dengue Virus ซึ่งมีอยู่หลาย Type คือ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 ในประเทศไทย พบว่า ยุงลาย *Aedes aegypti* เป็นพาหะนำโรคไข้เลือดออกที่สำคัญที่สุด โรคนี้พบในทุกพื้นที่ของภูมิภาคแถบร้อน

2.5.2.2 โรคชิกุนกุนย่า (Chikungunya) เกิดจากเชื้อ Chikungunya Virus (CHIK) การเกิดโรคนี้มักเกิดร่วมกับการระบาดของโรคไข้เลือดออก พบว่า ยุงลาย *Aedes aegypti* เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญที่สุด

2.5.2.3 โรคไข้เหลือง (Yellow Fever) เกิดจากเชื้อ Yellow Fever Virus โรคไข้เหลืองยังไม่พบในประเทศไทย แต่เป็นโรคที่มีความสำคัญและอันตรายมาก พบว่า ยุงลาย *Aedes aegypti* เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญอีกเช่นกัน แหล่งระบาดโรคนี้อยู่ที่ทวีปแอฟริกาและอเมริกาใต้

2.6 การควบคุมและกำจัดยุง

2.6.1 การควบคุมยุงโดยวิธีการทางชีววิทยา (Biological Control)

โดยการใช้สิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ในการกำจัดลูกน้ำยุง สำหรับสิ่งมีชีวิตที่มีการศึกษามานานแล้วว่าสามารถกำจัดหรือควบคุมลูกน้ำยุงได้ มีดังนี้

2.6.1.1 พืช (Larvicide Plants) พืชฆ่าลูกน้ำยุงมีหลายชนิด เช่น เม็ดแมงลัก (Mustard Seed) ซึ่งให้เมือกลื่น (Mucilage) ไปจับกับส่วนหนวดและปากของลูกน้ำ ทำให้ลูกน้ำยุงจมน้ำตาย สาหร่ายข้าวเหนียว (Bladderwort; *Utricularia* spp.) ซึ่งอยู่ในน้ำ ดอกของมันจะมียางเหนียว เมื่อลูกน้ำเข้าไปเกาะจะติดแน่น ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ และสาหร่าย (Algae) ชนิดอื่น ๆ เช่น *Cladophora* spp. และ *Chara* spp. ที่มักพบตามขอบบ่อหรือท้องนา โดยจะไม่มีลูกน้ำยุงปรากฏในแหล่งน้ำนั้น เชื่อว่าสาหร่ายนี้ปล่อยสารพิษ ทำให้ลูกน้ำยุงตาย (วิชิต พิพิธกุล และคณะ, 2541: 76 – 80)

2.6.1.2 ปลากินลูกน้ำยุง (Larviovorous Fish) ปลาที่นำมาควบคุมลูกน้ำยุง คือ ปลาหางนกยูง (*Peocilia reticulator*) ปลาแกมบูเซีย (*Gambusia affinis*) และปลาหัวตะกั่ว (*Panchax* spp.) แต่ข้อจำกัดของปลาทั้ง 3 ชนิดนี้ คือ ต้องอาศัยในแหล่งน้ำถาวร เพราะถ้าเป็นแหล่งน้ำชั่วคราวที่สามารถแห้งได้เป็นบางครั้งจะทำให้ปลาทั้ง 3 ชนิดตาย นอกจากนี้ปลาแกมบูเซีย (*Gambusia affinis*) จะไม่กินเฉพาะลูกน้ำเท่านั้น แต่จะกินตัวอ่อนของแมลงชนิดอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ด้วย

2.6.1.3 ตัวอ่อนของแมลงที่กินลูกน้ำยุงเป็นอาหาร ได้แก่ ตัวอ่อน (ลูกน้ำ) ยุงยักษ์ชนิด *Toxorhynchites* spp ซึ่งลูกน้ำยุงยักษ์สามารถนำมาควบคุมลูกน้ำยุงลายที่มีแหล่งเพาะพันธุ์ตามธรรมชาติ แต่ข้อจำกัดของลูกน้ำยุงยักษ์ในการนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลาย คือ ไข่ของยุงยักษ์จะไม่ทนต่อความแห้งแล้งและการกระจายสู่แหล่งน้ำอื่นไม่ค่อยดี ดังนั้น การใช้ลูกน้ำยุงยักษ์จะไม่ให้ผลที่รวดเร็ว แต่จะให้ผลในระยะยาว (สีวิกา แสงธาราทิพย์, 2540: 72 – 80)

2.6.1.4 เชื้อโรค (Pathogens) ที่นำมาใช้กำจัดยุง ได้แก่ *Bacillus thuringiensis* และ *Bacillus sphaericus* เป็นแบคทีเรียที่สามารถสร้างสปอร์ได้ มีคุณสมบัติย้อมติดสีแกรมบวก รูปร่างเป็นแท่ง ต้องการออกซิเจน สามารถสร้างเอนโดสปอร์ ในขณะที่เกิดกระบวนการสร้างสปอร์ เซลล์ของแบคทีเรียก็จะสร้างผลึกโปรตีนในเวลาใกล้เคียงกัน ผลึกที่สร้างขึ้นเรียกว่า "Parasporal Crystal" จะอยู่ในรูปของ Protoxin ที่ไม่มีพิษ แต่ถ้าอยู่ในสภาพ Toxin แล้วจะจัดเป็นสารพิษชื่อ Delta – endotoxin กลไกการออกฤทธิ์ของ *Bacillus thuringiensis* โดยที่ผลึกโปรตีนมีคุณสมบัติเป็นพิษต่อลูกน้ำยุง ผลึกโปรตีนนี้จะไม่มีพิษจนกระทั่งถูกย่อยด้วยน้ำย่อยโปรตีน (Proteolysis Enzyme) ที่มีสภาพเป็นด่าง ในทางเดินอาหารของยุงจะย่อยผลึกโปรตีนให้เป็นโปรตีนที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยลง ซึ่งจะเปลี่ยนสภาวะจากไม่มีพิษ (Protoxin) ให้เป็นสภาวะมีพิษ (Toxin) พิษของชิ้นโปรตีนนี้จะทำให้เซลล์ในกระเพาะอาหารยุงมีความเป็นด่างสูง เซลล์จะบวมและแตก ลูกน้ำจะเป็นอัมพาตและตายในที่สุด (สีวิกา แสงธาราทิพย์, 2540: 72 – 80)

แม้ว่าแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมลูกน้ำยุง แต่ค่าใช้จ่ายค่อนข้างจะสูง คือ มีค่าใช้จ่าย 7.77 บาท ในการใช้ทรายเคลือบ *Bacillus thuringiensis* 10 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร และประชาชนไม่ค่อยนิยมเนื่องจากเป็นจุลชีพ (สีวิกา แสงธาราทิพย์, 2540: 72 – 80)

2.6.1.5 โปรโตซัว (Parasitic Protozoa) ที่นิยมนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุง ได้แก่ *Tetrahymena* spp., *Helicosporidium* spp., *Microsporidians* spp. และ *Lanborheila* spp. เป็นต้น โดย *Microsporidians* spp. ชนิด Vovraia ulicis เป็นปรสิตของยุง *Culex* spp. และชนิด Nosema algerae เป็นปรสิตของยุง *Anopheles* spp. เช่น *Anopheles albimanus* การติดเชื้อของโปรโตซัวในลูกน้ำยุง เกิดขึ้นเมื่อลูกน้ำยุงกินโปรโตซัวชนิดต่าง ๆ เข้าไป โปรโตซัวเหล่านี้จะเข้าไปแทรกที่ผนังลำไส้ ระบบเลือดและระบบน้ำเหลือง ผลิตเซลล์ใหม่ 4 – 8 เซลล์ มีผลทำให้ลำไส้แตก ลูกน้ำยุงจะติดเชื้อและตายในที่สุด การเจริญเติบโตของสปอร์ยังคงอยู่และปล่อยสปอร์ลงสู่ลำน้ำอีกครั้ง แต่จากการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพในการควบคุมยุงของโปรโตซัวยังไม่เป็นที่น่าพอใจ เพราะสปอร์จมน้ำเร็วเกินไป จึงไม่ถูกกินโดยลูกน้ำยุง และโปรโตซัวเหล่านี้ทนอยู่ในสภาพแวดล้อมได้ไม่ดี

2.6.2 การควบคุมยุงโดยวิธีทางพันธุวิศวกรรม (Bioengineering Control)

ใช้หลักการ คือ ให้ตัวเมียผสมพันธุ์กับตัวผู้ที่เป็นหมัน ซึ่งเมื่อยุงวางไข่ จะไม่สามารถฟักออกมาเป็นตัวได้ เพราะโดยปกติแล้วตลอดชีวิตของยุงจะผสมพันธุ์ครั้งเดียว และเชื้อของตัวผู้จะถูกเก็บไว้ในถุงเก็บ และนำออกมาผสมกับไข่ในรังไข่ วิธีที่จะทำให้ยุงตัวผู้เป็นหมันมีหลายวิธี เช่น การใช้สารเคมี (กลุ่ม Aziridinyl Compound) หรือรังสี (X ray, Cobalt) โดยทำให้ยีน (Gene) ที่

ควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์มีการเปลี่ยนแปลง หรือทำงานผิดปกติไป ถ้ายุงตัวเมียผสมพันธุ์กันในธรรมชาติกับยุงตัวผู้ที่เป็นหมัน ยุงตัวเมียก็จะวางไข่ที่ไม่สามารถฟักเป็นลูกน้ำได้ (วิชิต พิพิธกุล และคณะ, 2541: 76 – 80)

2.6.3 การควบคุมยุงโดยวิธีทางเคมี (Chemical Control)

โดยใช้สารเคมีฆ่าลูกน้ำยุง เช่น ทรายอะเบท (Temphos, Abate) ซึ่งเป็นสารเคมีที่มีพิษค่อนข้างต่ำ นอกจากนี้ยังมีสารเคมีในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตอีกหลายชนิดที่นิยมใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุง เช่น Malathion, Naled, Fenitrothion และ Propoxur ฉีดพ่นแบบ Ultra Volume Spray (สีวิกา แสงธาราทิพย์, 2540: 72 – 80)

2.6.4 วิธีทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ (Mechanical or Environmental Control)

วิธีนี้มุ่งไปในการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุงและทำให้หรือปรับสภาพแวดล้อมให้ไม่เหมาะสมแก่การอาศัย เช่น การทำลายกระป๋อง ไห หรือยางรถยนต์ที่มีน้ำขัง การจัดระบบระบายน้ำให้ถูกต้องไม่ให้เกิดน้ำขัง รวมทั้งภาชนะที่ใส่น้ำไว้บริโภคควรมีฝาปิดเพื่อป้องกันการวางไข่ของยุง การเติมสารหรือวัสดุบางอย่าง เช่น ทรายหรือยางลงไปในโพรงหรือรูบนต้นไม้เพื่อไม่ให้ยุงมาวางไข่ (คาริวรรณ เศรษฐีธรรม, 2540: 6 – 12)

2.6.5 วิธีป้องกันยุงของแต่ละบุคคล (Personal Protection)

วิธีป้องกันยุงของแต่ละบุคคล เช่น กางมุ้งนอน เปิดพัดลม ติดตั้งมุ้งลวดตามบ้านเรือนหรือที่อยู่อาศัย สวมเสื้อผ้าหนา ๆ และการใช้ยาทากันยุงจำพวก Indalone, Diethyl Toluamide โดยใช้ทาตามผิวหนังหรือเสื้อผ้า หรือใช้ยาพวก Repellant จุดไล่ยุง ซึ่งยาเหล่านี้จะมีกลิ่นหรือควันที่ยุงเกลียดไม่ยอมเข้ามาใกล้ (สีวิกา แสงธาราทิพย์, 2540: 72 – 80)

2.7 สารที่ใช้ในการกำจัดยุง

สารที่ใช้ในการกำจัดยุงที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีหลายชนิด ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้ (วรรณภา สุวรรณเกิด, 2538: 184 – 190)

2.7.1 น้ำมันขี้โล้ (Crude Oil)

นำมาใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุง โดยการพ่นหรือเทลงในแหล่งน้ำที่มีลูกน้ำยุงอาศัยอยู่ น้ำมันจะลอยเป็นแพที่ผิวน้ำ ทำให้ลูกน้ำยุงไม่มีอากาศหายใจ

2.7.2 Copper Aceto - arsenite

โดยทั่วไปเรียกว่า Paris Green เป็นสารผสมระหว่างสารหนูและทองแดง ลักษณะเป็นผงสีเขียว ใช้พ่นหรือโรยตามแหล่งน้ำเพื่อฆ่าลูกน้ำยุง ซึ่งถือว่าเป็น Larvicide แต่เป็นสารที่มีพิษต่อมนุษย์มาก

2.7.3 ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid)

ส่วนมากเรียกว่า สารไพรีทรินเทียม เพราะสร้างขึ้นมาให้มีคุณสมบัติคล้ายสารไพรีทริน มีหลายชนิดแต่ที่นิยมใช้ คือ Bioresmethrin และ Bioallerthrin นอกจากนี้สารไพรีทรอยด์ยังมีคุณสมบัติเป็น Synergist เช่น เมื่อนำ Bioresmethrin 0.0001 ppm ไปผสมกับสารที่ไม่มีฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุง คือ Periphenyl Butoxide 10 ppm จะทำให้มีฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุงได้ดี

2.7.4 Chlorinated Hydrocarbon Compounds หรือ Organo – chlorine

ยาฆ่าแมลงพวกนี้ถือว่าเป็นยาฆ่าแมลงยุคที่สองที่ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน คาร์บอน และคลอรีน สารเคมีกลุ่มนี้มี การสลายตัวช้าและพบว่ามีการสะสมอยู่ตามดินและน้ำ โดยเฉพาะในร่างกายมนุษย์และสัตว์เลี้ยง สารเคมีที่นิยมใช้และรู้จักกันดี ได้แก่ ดีดีที (DDT) ดีลดริน (Dieldrin) อัลดริน (Aldrin) ที่อกซาฟีน (Toxaphene) คลอเดน (Chlordane) และลินเดน (Lindane)

2.7.5 Organo Phosphorus Compounds

เป็นสารประกอบระหว่างไฮโดรคาร์บอนและฟอสฟอรัส แต่บางชนิดอาจจะมีกำมะถันและคลอไรด์ผสมอยู่ด้วย ใช้มากด้านการเกษตรและสาธารณสุข ซึ่งได้นำมาใช้หลังจากที่พบว่ายุงดื้อต่อดีดีทีแล้ว ที่นิยมใช้กำจัดยุง ได้แก่ มาลาไธออน (Malathion) ใช้พ่นเพื่อฆ่าตัวเต็มวัยของยุง เฟนิโตรไธออน (Fenitrothion) และอะเบทใช้ฆ่าลูกน้ำยุง

2.7.6 Carbamate Compounds

เป็นยาฆ่าแมลงยุคที่สามหรือยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นสารประกอบระหว่างไฮโดรคาร์บอนกับออกซิเจน และไนโตรเจน สลายตัวเร็ว และอาการเกิดพิษเร็ว มีพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นน้อย

มาก แต่มีพิษต่อปลาและผึ้งสูงมาก ที่นิยมนำมาใช้กำจัดยุงคือ เบย์กอน (Baygon) หรือ Approcarb หรือ Propxur ลักษณะเป็นผงใช้ผสมน้ำมันฉีดพ่นติดตามผนังบ้านเพื่อฆ่าตัวเต็มวัยของยุง

2.7.7 ยาฆ่าแมลงที่สกัดจากจุลินทรีย์ (Microbial Insecticide)

เป็นสารที่สกัดจากไวรัส แบคทีเรีย หรือเชื้อรา ส่วนมากอยู่ในขั้นทดลอง ใช้ได้ดีในการกำจัดลูกน้ำยุง เริ่มผลิตออกมาในรูปของผงเอนโดทอกซิน (Endotoxin) สกัดมาจากผลึกที่อยู่ภายในสปอร์ของแบคทีเรีย

2.7.8 สารยับยั้งการเจริญเติบโต (Insect Growth Regulator)

เป็นสารที่สังเคราะห์ขึ้น และมีผลในการยับยั้งการทำงานของฮอร์โมนบางชนิดในตัวแมลง เช่น ฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบ (Ecdyting Hormone)

และจากการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ในการกำจัดยุง จะพบทั้งข้อดีและข้อเสียของการใช้สารเคมีชนิดนั้น ๆ ซึ่งข้อดีของการใช้สารเคมีกำจัดยุง คือ เป็นการใช้วิธีการควบคุมและกำจัดลูกน้ำที่สะดวก และให้ผลรวดเร็วกว่าวิธีการอื่นๆ โดยจะให้ผลดีในด้านการป้องกันและกำจัดลูกน้ำยุงได้ ส่วนข้อเสียของการใช้สารเคมีกำจัดยุง คือ จะส่งผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1) อันตรายของสารเคมีกำจัดลูกน้ำยุงต่อสุขภาพของมนุษย์

สารเคมีที่นิยมใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุง ส่วนมากจัดอยู่ในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต สารเคมีกลุ่มนี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอร์เรส ซึ่งเอนไซม์นี้มีความสำคัญอย่างมากต่อระบบประสาท สมอง และระบบควบคุมสารสื่อประสาท นอกจากนี้ยังสามารถซึมเข้าสู่ผิวหนัง และไปสู่ระบบไหลเวียนโลหิตของร่างกายได้ จึงนับว่าเป็นสารเคมีฆ่าแมลงที่มีความเป็นพิษเฉียบพลัน

2) อันตรายของสารเคมีกำจัดลูกน้ำยุงลายต่อสิ่งแวดล้อม

ละอองของสารเคมีฆ่าแมลงในกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตสลายตัวได้ยาก ทำให้เกิดการสะสมของสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างในสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสะสมในเนื้อเยื่อไขมันของมนุษย์และสัตว์ และพบว่าความคงทนของสารเคมีฆ่าแมลงประเภทออร์แกโนฟอสเฟตในดินจะสูงกว่าในน้ำ เพราะดินเป็นแหล่งสะสมสารพิษเหล่านั้นไว้เป็นส่วนใหญ่ สารพิษที่สะสมในดินสามารถสลายตัวได้ แต่อัตราการสลายตัวของวัตถุมีพิษจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับชนิดและสมบัติของสารพิษนั้น นอกจากนี้สารเคมีฆ่าแมลงยังเป็นสาเหตุในการทำลายระบบนิเวศ ที่พบ

บ่อย คือ ยุงเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว เพราะสารเคมีฆ่าแมลงไปทำลายแมลงหรือสัตว์อื่นที่เป็นศัตรูทางธรรมชาติของยุง และประการสำคัญยุงสามารถปรับตัวให้มีความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดยุง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางพันธุกรรม เมื่อยุงรุ่นต่อไปเกิดขึ้นก็สามารถต้านทานสารเคมีฆ่าแมลงได้

การที่ยุงลายมีความต้านทานต่อสารเคมีฆ่าแมลงมากกว่ายุงชนิดอื่นเป็นเพราะว่าในตัวของยุงลายมีไขมันสะสมอยู่มากกว่า จึงทำให้พิษจากสารเคมีฆ่าแมลงถูกนำไปสะสมในชั้นไขมัน สารเคมีเหล่านั้นจึงออกฤทธิ์ได้น้อย เพราะเมื่อยุงลายได้รับสารฆ่าแมลง จะสามารถขับถ่ายสารฆ่าแมลงที่ร่างกายดูดซึมเข้าไปผ่านทางผนังลำตัว (วิชิต พิพิธกุล และสุชาติ ปริยานนท์, 2526: 45 – 50)

ตารางที่ 2.1 สารที่ใช้ในการควบคุมยุง ประเภทของสาร และระยะของยุงที่ได้ผล

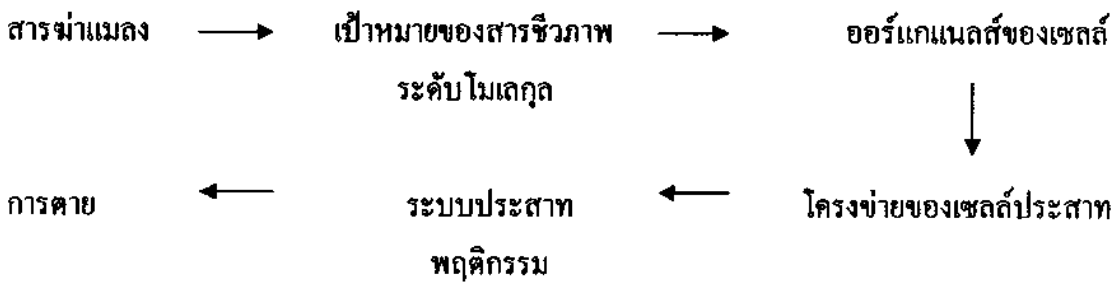
ชื่อสามัญ	ชื่ออื่น	ประเภทสาร	ใช้ควบคุม
อาเบท (Abate)	เทมฟอส (Temphos)	ออร์แกโนฟอสเฟต	ลูกน้ำ
อัลเลทริน (Allethrin)	-	ไพรีทรอยด์	ยุงตัวเต็มวัย
เบย์เทก (Baytex)	เฟนไธออน	ออร์แกโนฟอสเฟต	ลูกน้ำ ยุงตัวเต็มวัย
เบนดิโอคาฟ	ไฟคัม (Ficam)	คาร์บาเมท	ยุงตัวเต็มวัย
ไบโอเรสเมทริน	เอ็นอาร์ดีซี 107	ไพรีทรอยด์	ยุงตัวเต็มวัย
บี เอช ซี	เอช ซี เอช HCH	ออร์แกโนคลอรีน	ยุงตัวเต็มวัย
คลอร์ไพริฟอส	เบร์ไธออน – ซี	ออร์แกโนฟอสเฟต	ลูกน้ำ ยุงตัวเต็มวัย

แหล่งที่มา: วรรณภา สุวรรณเกิด, 2538: 184 – 190

2.8 ลักษณะการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง

ลักษณะการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงที่เป็นพิษต่อแมลง มีดังต่อไปนี้ (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2532: 370 – 372)

2.8.1 ฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต่อระบบประสาท สารฆ่าแมลงบางชนิดออกฤทธิ์ทำลายระบบทางเดินอาหาร เช่น Trypsin ย่อยโปรตีนในกระเพาะอาหารทำให้แมลงตาย สารบางชนิดออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท ทำให้แมลงตาย ดังแผนผังการเกิดพิษของสารฆ่าแมลงที่มีผลต่อระบบประสาท



สารฆ่าแมลงส่วนใหญ่จะมีผลกับสารสื่อประสาท (Neurotransmitter) โดยตรง สารสื่อประสาทที่มีสำคัญมี Acetylcholine (Ach), Gamma Aminobutyric Acid (GABA) สำหรับ Acetylcholine จะแพร่กระจายใน Synapse และไปจับกับ Acetylcholine Receptor ที่เยื่อเซลล์ Post – synapse เกิดสัญญาณไอออนขึ้น และต้องถูกเปลี่ยนอย่างรวดเร็วเพื่อให้เยื่อ Post – synapse เข้าสู่ภาวะปกติ โดยมี Acetylcholinesterase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา สารฆ่าแมลงยับยั้งการทำงานของ Acetylcholinesterase ทำให้ Acetylcholine สะสมมาก ๆ เกิดการขัดขวางการทำงานของระบบประสาท อาการที่แมลงแสดงออกจะสั่นหรือชัก เป็นอัมพาตและตายในที่สุด

2.8.2 ฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต่อพัฒนาการของแมลงและการเจริญเติบโต สารฆ่าแมลงที่มีผลกับกลไกการออกฤทธิ์รบกวนระบบการเปลี่ยนวัย Metamorphosis หรือการเจริญเติบโตและพัฒนาการโดยปกติของแมลงเรียกรวม ๆ ว่า สารควบคุมการเจริญเติบโต (Insect Growth Regulator, IGRs) แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

2.8.2.1 Benzoeyl Fenyluric มีผลขัดขวางการสร้าง Cuticle ใหม่ของแมลง การรวมตัวกับ Metabolite ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการผลิต Polymerization ของ Cutin หากแมลงได้รับสารกลุ่มนี้แล้วยังไม่ตายทันทีจนกว่าจะมีการลอกคราบ หรือแมลงสามารถดำเนินชีวิตต่อไปได้โดยไม่มีอาการผิดปกติ แต่ต่อมาแมลงจะไม่กินอาหาร และอดตายในที่สุด หรือแมลงพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ไม่สมบูรณ์ หรือเป็นหมัน

2.8.2.2 กลุ่มออกฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนและสารยับยั้งการสร้างฮอร์โมน ซึ่งการเจริญเติบโตแต่ละขั้นของแมลง จะถูกควบคุมโดยฮอร์โมนหลายชนิด ที่สำคัญมี 3 กลุ่ม คือ ฮอร์โมนจากสมอง (Brain Hormone) ฮอร์โมนสำหรับการลอกคราบ เปลี่ยนคราบ (Ecdysone Hormone) และฮอร์โมนทำให้เจริญเต็มวัย (Juvenile Hormone; JH) หากแมลงขาดฮอร์โมนมีผลให้การเจริญเติบโตผิดปกติไม่ลอกคราบ อ่อนแอ และตายในที่สุด

2.9 การประเมินความเป็นพิษของสารฆ่าแมลง

การประเมินความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงที่นิยมใช้โดยทั่วไปมี 3 ประเภท คือ (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2532: 370 – 372)

2.9.1 การประเมินความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Test) เป็นการให้สัตว์ทดลองได้รับสารพิษเพียงครั้งเดียว หรือได้รับหลายครั้งในระยะเวลาสั้น ๆ โดยทั่วไปสัตว์ทดลองจะแสดงอาการให้เห็นภายใน 24 ชั่วโมง และเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นภายใน 1 – 3 วัน

2.9.2 การประเมินความเป็นพิษกึ่งเรื้อรัง (Subchronic Test) เป็นการประเมินความเป็นพิษโดยใช้ช่วงเวลาที่ยาวนานขึ้น ใช้ช่วงเวลาการทดลองประมาณ 1 – 3 เดือน นิยมใช้หนู กระต่าย หรือสุนัข เป็นสัตว์ทดลอง ตรวจดูผลของสารพิษที่มีต่อสุขภาพสัตว์ โดยดูจากน้ำหนักตัว การเปลี่ยนแปลงทางเคมีของเลือด การผ่าดูการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับอวัยวะภายในระบบต่าง ๆ

2.9.3 การประเมินความเป็นพิษเรื้อรัง (Chronic Test) หมายถึง การให้สัตว์ทดลองได้รับสารพิษในปริมาณต่ำ แต่ได้รับหลายครั้งติดต่อกันเป็นเวลานาน ปริมาณสารพิษในร่างกายไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดอาการพิษอย่างรุนแรง แต่สัตว์จะมีอาการป่วยอย่างช้า ๆ การประเมินความเป็นพิษเรื้อรัง โดยทั่วไปใช้ระยะเวลา 2 – 7 ปี ขึ้นกับชนิดของสัตว์ที่ใช้ทดลอง และตรวจดูผลของสารพิษที่มีต่อสุขภาพสัตว์เช่นเดียวกับการประเมินความเป็นพิษกึ่งเรื้อรัง

การประเมินความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงที่นิยมใช้โดยทั่วไป คือ วิธีวัดผลความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity) ซึ่งเป็นวิธีการวัดความเป็นพิษของสารฆ่าแมลงหลังจากสัตว์ทดลองได้รับสารฆ่าแมลงหนึ่งขนาด หนึ่งครั้ง ภายในเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปกำหนดเวลาอยู่ในช่วง 24 – 120 ชั่วโมง วิธีการทดลองได้รับสารฆ่าแมลงทำได้ 4 วิธี (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2532: 370 – 372) คือ

1) ทางปาก หรือทางอาหาร (Oral Method) ส่วนใหญ่ใช้ผสมกับอาหารหรือเคลือบอาหารให้สัตว์ทดลองกิน แต่เนื่องจากการให้สารโดยวิธีนี้จะไม่ทราบปริมาณของสารที่ได้รับอย่างแน่นอน ในอรณีของสัตว์ที่มีขนาดใหญ่จึงอาจใช้วิธีใส่สารในแคปซูลให้กินทั้งเม็ด หรือใส่ในท่อผ่านทางปากลงในกระเพาะอาหาร

2) ทางผิวหนัง (Dermal Method) กรณีสัตว์มีกระดูกสันหลังใช้วิธีทาสารลงบนผิวหนัง โดยโกนขนบริเวณที่จะทาสารก่อน ในกรณีของแมลงอาจใช้วิธีต่าง ๆ ดังนี้

(1) หยดสารที่มีปริมาตรแน่นอนลงบนตัวแมลงแต่ละตัว เรียกวิธีการนี้ว่า Topical Application เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมใช้เป็นมาตรฐานในการประเมินประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงมากที่สุด โดยอาจใช้เข็มฉีดยาขนาดเล็ก หรือชุดเครื่องมือที่เรียกว่า Microapplicator

(2) จุ่มแมลงลงในสารละลายของสารฆ่าแมลง

(3) เคลือบสารฆ่าแมลงบนผิวภายในภาชนะแก้ว หรือพื้นผิววัสดุต่าง ๆ แล้วปล่อยแมลงให้สัมผัสกับสารฆ่าแมลงที่เคลือบอยู่

(4) ในกรณีการทดสอบกับแมลงที่อยู่ในน้ำ เช่น ลูกน้ำยุง ใช้วิธีละลายสารฆ่าแมลงในน้ำ

3) ทางการหายใจ (Inhalation Method) วิธีการนี้ใช้กับสารฆ่าแมลงที่ระเหยเป็นไอได้ง่าย หรือพ่นแล้วเป็นละอองฝอยลอยอยู่ในอากาศได้นาน วิธีนี้ต้องทำในภาชนะหรือบริเวณที่มิดชิดและปล่อยให้สัตว์ทดลองอยู่ในภาชนะหรือบริเวณนั้น ๆ

4) วิธีฉีดเข้าลำตัว (Injection Method) ใช้เข็มฉีดยาเข้าเส้นเลือด กล้ามเนื้อ ผิวหนังหรือใต้ผนังลำตัว วิธีนี้สัตว์จะได้รับสารเข้าร่างกายโดยตรงและแสดงอาการอย่างรวดเร็ว

2.10 สารจากพืชที่มีพิษต่อแมลง

2.10.1 ไพรีทรีน (Pyretrin) เป็นสารที่สกัดได้จากดอกไพรีทัม (*Chrysanthenum Cinerariaefolium*) เป็นพืชที่ขึ้นตามภูเขาสูง อากาศหนาว มีพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นน้อยมาก ไพรีทรีนมีลักษณะเป็นผงสีเหลือง กลิ่นหอม ละลายได้ดีในน้ำมัน สลายตัวได้ง่ายในอากาศและสิ่งแวดล้อม เข้าสู่แมลงโดยการซึมผ่านทางผนังลำตัว และโดยการกิน จะออกฤทธิ์ต่อระบบประสาท เมื่อยุงได้รับสารนี้จะสลบและตายในที่สุด นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยเสริมให้ยาฆ่าแมลงชนิดอื่นมีฤทธิ์สูงขึ้นเมื่อผสมสารไพรีทรีนลงในยาฆ่าแมลงนั้น ๆ

2.10.2 โรทีโนน (Rotenone) เป็นสารที่สกัดจากต้นหางไหลหรือโล่ติ้น (*Derris chinensis*) หางไหลแดง (*Derris elliptica*) หางไหลขาว (*Derris malaecensis*) หางไหลเป็นพืชตระกูลถั่ว นิยมใช้เบื่อปลาและฆ่าแมลง รากหางไหลจะมีโรทีโนนอยู่ประมาณร้อยละ 8 – 12 สารนี้มีพิษต่อระบบประสาทส่วนกลางของแมลง เมื่อแมลงได้รับสารนี้จะขาดออกซิเจน เป็นอัมพาต และตายในที่สุด นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าหางไหลสามารถใช้กำจัดลูกน้ำยุงได้

2.10.3 สทีโมโนน (Stemonone) สกัดได้จากหนอนตายหยาก (*Stemona* spp.) สามารถนำมาใช้กำจัดลูกน้ำยุง เรือด หมัด และหนอนแมลงวันได้ ต้นหนอนตายหยากเป็นไม้เลื้อย ใบมีลักษณะคล้ายใบพลู ปากเรียวแหลม ชอบขึ้นตามป่า ฤดูแล้งจะเหลือแต่เหง้าและรากใต้ดิน

2.10.4 ยูโฟบอน (Euphobon) สกัดได้จากต้นพญาไร้ใบ *(Euphorbia tirucallic)* เป็นพืชยืนต้นขนาดกลาง ทุกส่วนของต้นจะมียางสีขาวครีม ในยางนี้จะมีสารยูโฟบอน มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงและเบื่อปลา ใช้รมควันเพื่อไล่และฆ่ายุง ถ้ามนุษย์กินเข้าไปจะเกิดอาการท้องร่วง อาเจียน และมีเลือดออกในลำไส้

2.10.5 นิโคติน (Nicotine) สกัดได้จากต้นยาสูบ (*Nicotiana tobaccum*) ในใบยาสูบจะมีนิโคตินอยู่ประมาณร้อยละ 40 สารนิโคตินเท่านั้นจึงจะมีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง นิโคตินเป็นสารที่ละลายได้ในน้ำ แต่สลายตัวได้เร็วมาก เข้าสู่ตัวแมลงโดยการกินและหายใจ มีผลต่อระบบหายใจ ออกฤทธิ์ช้าแต่รุนแรง ปัจจุบันมีผลิตออกจำหน่ายมีชื่อทางการค้าว่า Black Leaf 40 มักนำมาใช้กำจัดศัตรูพืช เช่น เพลี้ยต่าง ๆ สารนิโคตินจะเข้าสู่มนุษย์โดยการกินและหายใจ ถ้าได้รับมาก ๆ จะมีอาการมึนงง เวียนศีรษะ และอาเจียน ใช้ผสมน้ำให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 40 ฉีดพ่นพืชเพื่อป้องกันแมลง

2.11 น้ำสกัดชีวภาพ

2.11.1 น้ำสกัดชีวภาพ (Bioextract; BE) คือ สารละลายเข้มข้นหรือของเหลวสีน้ำตาลที่ได้จากการย่อยสลายของเศษวัสดุเหลือใช้จากส่วนต่าง ๆ ของพืชและสัตว์ ผ่านขบวนการหมักในสภาพที่ไม่มีออกซิเจน (Anaerobic Condition) โดยมีจุลินทรีย์จากธรรมชาติทำหน้าที่ย่อยสลายเศษพืชเศษสัตว์เหล่านั้น นำเศษพืชเศษสัตว์มาทำการหมักกับกากน้ำตาล ในอัตราส่วน 3 : 1 ในน้ำสกัดชีวภาพจากพืช และในอัตรา 1 : 1 ในน้ำสกัดชีวภาพจากสัตว์ นอกจากนั้นในขั้นตอนการหมักอาจมีการเติมเอ็นไซม์หรือกรดอินทรีย์เพื่อเร่งขบวนการย่อยสลายให้รวดเร็วขึ้นอีกด้วย (ราชาวดี ยอดเศรณี, 2546: 10 – 14)

2.11.2 สารละลายที่ได้จากการหมัก จะประกอบไปด้วยน้ำที่สกัดมาจากเซลล์พืชและจากเซลล์สัตว์ สารอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน กรดอะมิโน เอ็นไซม์ ฮอร์โมน และแร่ธาตุที่เป็นอาหารของพืช เป็นต้น ซึ่งปริมาณของน้ำสกัดชีวภาพที่ได้จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิด

ของวัตถุดิบที่นำมาทำ หากใช้พืชสดอวบน้ำจะได้ปริมาณน้ำสกัดชีวภาพที่มาก เนื่องจากพืชเหล่านี้มีน้ำอยู่ร้อยละ 90 ถึง 98 น้ำสกัดชีวภาพจะเกิดขึ้นภายในสองวันที่ทำการหมัก ยิ่งหมักนานยิ่งได้ปริมาณน้ำสกัดที่มากขึ้น ส่วนที่ย่อยได้ช้า เช่น เซลลูโลส แทนนิน ต้องใช้เวลาย่อยสลายนานกว่าส่วนอื่น ๆ

2.11.3 กระบวนการหมักที่เกิดขึ้นขณะทำน้ำสกัดชีวภาพ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนหลัก ๆ ขั้นแรกจะเป็นกระบวนการที่เรียกว่า พลาสโมไลซิส (Plasmolysis) เป็นการเติมกากน้ำตาลเพื่อดึงน้ำออกจากเซลล์พืชและสัตว์ ขั้นที่สองจะเป็นขั้นที่จุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลายเศษพืชเศษสัตว์ทำให้สารอินทรีย์ต่าง ๆ ถูกย่อยให้เล็กลง ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจจะมีการสร้างสารอินทรีย์บางชนิดขึ้นมาใหม่ โดยจุลินทรีย์ทำให้เกิดการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมา สำหรับสารอินทรีย์ที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น นั้นจะรวมทั้งกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ด้วย เมื่อนำน้ำสกัดชีวภาพมาวิเคราะห์จะพบเอธานอลและกรดอะซิติก เป็นส่วนใหญ่ และจะมีมากในช่วง 60 วันแรกของการหมัก หลังจากนั้นก็จะมีปริมาณลดลง นอกจากนี้บางสูตรอาจมีการเติมเกลือเพื่อช่วยในขบวนการพลาสโมไลซิสด้วย แต่ในการเติมต้องระวังเรื่องปริมาณเพราะอาจส่งผลกระทบหรือเป็นพิษต่อดินและพืชได้ (ราชาวดี ยอดเศรณี, 2546: 10 – 14)

2.11.4 จุลินทรีย์ที่พบในน้ำสกัดชีวภาพ มีทั้งพวกที่ต้องการออกซิเจนและไม่ต้องการออกซิเจน สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม ๆ ดังนี้ (สุริยา สาสนรักกิจ, 2542: 15)

2.11.4.1 กลุ่มแบคทีเรีย ได้แก่ *Bacilus* spp., *Lactobacillus* spp., *Streptococcus* spp.

2.11.4.2 กลุ่มเชื้อรา ได้แก่ *Rhizopus* spp., *Penicilium* spp., *Aspergillus niger*

2.11.4.3 กลุ่มยีสต์ ได้แก่ *Canida* spp., *Saccharomyces* spp.

จากรายงานการตรวจนับจำนวนของจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพที่ขายในท้องตลาด พบว่า มีแบคทีเรีย 2.4×10^5 CFU/กรัม มีเชื้อรา 1×10^2 CFU/กรัม โดยพบแบคทีเรีย 12 สายพันธุ์ และรา 1 สายพันธุ์ (กลุ่มเกษตรอินทรีย์, 2542 อ้างถึงใน ราชาวดี ยอดเศรณี, 2546: 10 – 14) นอกจากนั้นยังได้ตรวจนับจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพของกองอนุรักษ์ดินและน้ำ กรมพัฒนาที่ดิน โดยแบคทีเรียมีปริมาณสูงสุด คือ 2.12×10^9 CFU/กรัม ในน้ำสกัดชีวภาพอายุ 20 วัน และจะมีปริมาณลดลงเมื่ออายุการเก็บนานขึ้น ส่วนแอคติโนมัยซีสจะพบในน้ำสกัดชีวภาพที่อายุ 40 วันขึ้นไปและมีปริมาณ 4.56×10^3 CFU/กรัม (ราชาวดี ยอดเศรณี, 2546: 10 – 14)

ภาวนา ลิกขนานนท์ (2542: 173 – 181) ได้กล่าวว่า จุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพยังไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นชนิดใดบ้าง เพราะจุลินทรีย์ในธรรมชาติมีหลายล้านชนิด การย่อยสลายจึงอาจเกิดจากจุลินทรีย์ได้หลายพวก ขณะทำการย่อยสลายนั้นจะเกิดฮอร์โมนกลุ่มอินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อพืชปะปนกันออกมาอยู่ในรูปน้ำจึงสูญสลายได้ง่าย จึงต้องมีการนำจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพมาขยายเชื้อต่อในรูปของแข็ง (หัวเชื้อจุลินทรีย์) เพื่อสะดวกต่อการใช้ และป้องกันการสูญเสียคุณสมบัติต่าง ๆ ไป

2.11.5 ประเภทของน้ำสกัดชีวภาพ น้ำสกัดชีวภาพหมักได้จากการนำเศษพืชและสัตว์มาเป็นวัตถุดิบหลัก จึงสามารถ แบ่งประเภทน้ำสกัดชีวภาพได้ 2 ชนิด คือ

2.11.5.1 น้ำสกัดชีวภาพจากพืช ได้จากการนำพืชผักมาเป็นวัถุดิบในการทำ มาหมักกับกากน้ำตาล โดยพืชที่นิยมใช้เป็นผักอวบน้ำ เช่น ผักบุ้ง กล้วย มะละกอ ฟักทอง กะหล่ำปลี คะน้า หรือเปลือกผลไม้ที่ยังไม่เน่าเปื่อย เช่น แตงโม ในการทำน้ำสกัดชีวภาพโดยการนำพืชสดลงในภาชนะที่เตรียมไว้ นำมาผสมกับกากน้ำตาล ถ้าพืชยังมีขนาดใหญ่ให้สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ จัดเรียงพืชเป็นชั้น ๆ โรยกากน้ำตาลทับสลับกันกับพืชในอัตราน้ำตาล 1 ส่วน พืช 3 ส่วน มาหมักรวมกันในที่ร่มหรือในภาชนะมีฝาพยายามไม่ให้มีความชื้นเกินร้อยละ 30 หมักทิ้งไว้ 3 – 7 วัน จะเกิดของเหลวข้นสีน้ำตาล มีกลิ่นหอมของสิ่งที่หมักเกิดขึ้น ของเหลวนี้เป็นน้ำสกัดจากเซลล์พืชผัก ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรท โปรตีน กรดอะมิโน ฮอร์โมน เอนไซม์ และอื่น ๆ (ชมรมเกษตรธรรมชาติแห่งประเทศไทย, 2542 อ้างถึงใน ราชาวดี ยอดเศรณี, 2546: 10 – 14)

2.11.5.2 น้ำสกัดชีวภาพจากสัตว์ มีขั้นตอนการทำเหมือนกับน้ำสกัดชีวภาพจากพืชเพียงแต่เปลี่ยนวัตถุดิบที่ใช้ น้ำสกัดชีวภาพจากสัตว์ได้จากการย่อยสลายวัสดุเหลือใช้จากปลา ได้แก่ หัวปลา ก้างปลา หางปลา พุงปลา และเลือด มาผ่านกระบวนการหมักโดยการย่อยสลายโดยเอนไซม์ซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หลังจากที่หมักจนได้ที่แล้วจะได้สารละลายสีเข้มประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน ธาตุอาหารเสริม ได้แก่ เหล็ก ทองแดง แมงกานีส และยังประกอบด้วยโปรตีนและกรดอะมิโน นอกจากปลาแล้ว หอยเชอรี่ซึ่งเป็นศัตรูพืชที่สำคัญตัวหนึ่ง ก็สามารถนำมาทำเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์น้ำสกัดชีวภาพจากสัตว์ได้ ซึ่งจะใช้ได้ทั้งในรูปทั้งเปลือก เปลือกรวมเนื้อ หรือเอามาแต่เนื้อกับไข่ก็ได้ โดยพบว่าร้อยละไนโตรเจนในสูตรที่ใช้ทั้งเปลือกจะน้อยกว่าสูตรที่ใช้ไข่หรือเนื้อหอยมาทำ (สุริยา สาสนรักกิจ, 2544: 5 – 13)

ตารางที่ 2.2 ปริมาณธาตุอาหารพืชหลักที่พบในน้ำสกัดชีวภาพชนิดต่าง ๆ

ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ	ธาตุอาหารพืช (ร้อยละ)				
	N	F	K	Ca	Mg
น้ำสกัดชีวภาพจากพืช	0.25	0.05	1.40	0.01	0.30
น้ำสกัดชีวภาพจากปลา	0.58	0.10	0.55	0.01	0.03
น้ำสกัดชีวภาพจากหอยเชอรี่	0.97	0.62	0.72	1.08	0.12
หัวเชื้อจุลินทรีย์จากปลา	5.70	0.40	2.40	0.48	0.08

แหล่งที่มา: สุริยา สาสนรักกิจ, 2544: 13

2.11.6 ประโยชน์ของน้ำสกัดชีวภาพ

2.11.6.1 ประโยชน์ด้านกสิกรรม ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด – ด่างให้เป็นกลางในดินและน้ำ ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืชและโรคระบาดต่าง ๆ ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุให้เป็นอาหารของพืช และช่วยให้ผลผลิตคงทน มีคุณภาพสูง และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน

2.11.6.2 ประโยชน์ด้านประมง จะช่วยปรับสภาพน้ำให้เป็นกลาง ควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ช่วยรักษาโรคแผลต่าง ๆ ในปลา กุ้ง กบ และช่วยลดปริมาณขี้เลนในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ

2.11.6.3 ประโยชน์ด้านปศุสัตว์ จะทำให้มูลสัตว์ไม่มีกลิ่นเหม็น สุขภาพของสัตว์แข็งแรงและปลอดโรค คอกสัตว์จะไม่มีกลิ่นเหม็น ช่วยบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์

2.11.6.4 ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม จะช่วยกำจัดกลิ่นและย่อยสลายตะกอนในส้วม ทำให้ส้วมไม่เต็ม ทำความสะอาดพื้นห้องการเกษตร ปศุสัตว์ โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และสถานประกอบการทั่ว ๆ ไป กำจัดกลิ่นอับชื้นต่าง ๆ ได้ นอกจากนี้ยังใช้ฉีดพ่นกองขยะเพื่อลดกลิ่นและปริมาณของกองขยะให้เล็กลงรวมทั้งจำนวนแมลงวัน

2.11.6.5 ประโยชน์ด้านการแพทย์ ช่วยให้สุขภาพพลานามัยดีขึ้น เนื่องจากน้ำสกัดชีวภาพจะช่วยผลิตอาหารที่ปลอดภัยจากสารพิษตกค้าง ซึ่งจะทำให้อาหารนั้นเป็นยารักษาโรค ช่วยลดการเจ็บป่วยเพิ่มภูมิคุ้มกันโรคได้

2.11.6.6 ประโยชน์ด้านเศรษฐกิจ เกษตรกรที่หันมาใช้น้ำสกัดชีวภาพแทนที่การใช้ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าหญ้า ยาฆ่าแมลงและเชื้อโรคต่าง ๆ ทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง แต่ได้ผลผลิตเพิ่มขึ้นและมีคุณภาพ เกษตรกรมีรายได้มากขึ้นและรายจ่ายลดลง

นอกจากจะมีการนำพืชและสัตว์มาเป็นวัตถุดิบในการทำน้ำสกัดชีวภาพแล้ว ยังได้มีการนำวัตถุดิบซึ่งมีและหาได้ง่ายในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการผลิตน้ำสกัดชีวภาพ ได้แก่ การนำสมุนไพรที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชหรือกำจัดหนอน มาทำเป็นน้ำสกัดชีวภาพ เช่น หางไหลขาว (โล่ติ้น) หางไหลแดง (กะเพียด) ยาสูบ (ยาฉุน) เถาบอระเพ็ด สาบเสือ ข่าแก่ ตะไคร้หอม พริก กระชาย ใบผกากรอง ใบดาวเรือง สะเดา (ใบ+ผล) หนอนตายหยาก เป็นต้น

2.12 หนอนตายหยาก

หนอนตายหยากเป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Stemonaceae มีชื่อสามัญว่า Stemona พบอยู่ทั่วไปในทวีปเอเชีย เช่น ประเทศจีน ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย ลาว และไทย มีประมาณ 30 ชนิดทั่วโลก ในแถบอินโดจีนพบประมาณ 11 ชนิด สำหรับประเทศไทยพบว่ามีมากในภาคกลางและภาคเหนือ ภาคใต้มีบ้าง ซึ่งในแต่ละท้องถิ่นจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไป มักพบตามป่าดิบชื้น ป่าผลัดใบและป่าไผ่บางแห่งพบเป็นวัชพืช หรือใช้ปลูกประดับในบ้าน และจากการรวบรวมของสุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด (2544 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2546: 26 – 27) พบว่ามีพืชในวงศ์ *Stemona* spp. 8 ชนิด คือ

Stemona aphylla Craib.	เครือปุ่ง (ลำปาง)
S. burkillii Prain.	โป่งมดง่าม (เชียงใหม่)
S. collinsae Craib.	หนอนตายหยาก (ภาคกลาง) ปงช้าง (ภาคเหนือ)
S. curtisii Hook f.	รากลิง (ภาคใต้)
S. tuberose Lour.	กะเพียด (ประจวบคีรีขันธ์ ชลบุรี) หนอนตายหยาก (นครสวรรค์)
S. gribbthiana Kurz.	ไม่มีรายงานชื่อไทย พบในจังหวัดแพร่
S. beerii Craib.	ไม่มีรายงานชื่อไทย พบในจังหวัดเชียงใหม่
S. phyllantha Gangep	ไม่มีรายงานชื่อไทย พบในจังหวัดเพชรบุรี จังหวัดภูเก็ต

ต่อมา Chuakul (2000 อ้างถึงใน วาสนา ไชยคำ, 2545: 6) ได้รายงานเพิ่มอีก 1 ชนิด คือ

S. hutunguriana สามสิบกลีบน้อย (อุบลราชธานี) หญ้าปอบน้อย (ศรีสะเกษ)

2.12.1 ลักษณะทั่วไป

หนอนตายหยากเป็นพืชหัวเดียว เป็นเถาไม้เนื้อแข็ง เถากลมเล็กสีเขียว ขณะต้นเล็กจะตั้งตรง เมื่อโตขึ้นจะเป็นไม้เลื้อยพันต้นไม้อื่น ใบสีเขียวเข้ม รูปไข่ ปลายแหลม ฐานใบเว้ารูปหัวใจยาว 10 เซนติเมตร กว้าง 7 เซนติเมตร ลักษณะใบบางด้านบนสีเขียว ผิวใบเรียบ ใต้ใบสีจางกว่า ผิวสากกระด้างเมื่อสัมผัส เส้นใบลักษณะเป็นร่องลึกที่ผิวใบด้านบน แต่เป็นเส้นนูนที่ผิวใบด้านล่าง และมีเส้นแขนงเล็ก ๆ จำนวนมากเห็นได้ชัดทั้งสองด้านของขอบใบ ก้านใบยาว 5 – 7 เซนติเมตร ดอกสีครีมเกิดที่ซอกใบ เป็นดอกเดี่ยวหรือบางครั้งเกิดเป็นช่อ ก้านดอกยาว 2.5 – 4.5 เซนติเมตร กลีบดอกเป็นชนิดกลีบดอกรวม ลักษณะยาว แต่มีก้านเกสรตัวผู้สั้น ส่วนด้านล่างแผ่กว้าง รังไข่ของพืชสกุลนี้มีไข่ 2 – 3 ใบ หัวของหนอนตายหยากออกเป็นพวงคล้ายกระชาย เมื่อเจริญเต็มที่จะมีความยาว 20 – 25 เซนติเมตร (พนัส บูรณศิลปิน, 2539 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27) เท่าที่พบในปัจจุบันมีอยู่ 3 ชนิด คือ หนอนตายหยากชนิดหัวใหญ่ ชนิดหัวเล็ก และหัวยาวหรือไหล ผลและเมล็ด มีลักษณะแบนเล็กปลายแหลมยาวราว 2 เซนติเมตร มีเมล็ดตั้งแต่ 4 – 8 เมล็ด มีสีแดง สำหรับการขยายพันธุ์นั้นสามารถทำได้โดยการเพาะเมล็ดและใช้เหง้าปักชำ (สถานีวิจัยผลผลิตของป่าจังหวัดนครราชสีมา, 2544 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27) การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวทำได้โดยนำหัวที่เก็บเกี่ยวได้ไปล้างน้ำให้สะอาดแล้วตากแดดให้แห้ง เก็บในถุงพลาสติกกันความชื้น เมื่อจะใช้ประโยชน์จึงนำหัวแห้งไปบดให้ละเอียด แล้วจึงนำไปสกัดสารต่อไป อีกวิธีหนึ่ง คือ บดหัวสดแล้วอบในตู้อบใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง ผงแห้งที่ได้เก็บไว้ไม่ให้ถูกความชื้น และนำออกมาสกัดเมื่อต้องการใช้

2.12.2 สารออกฤทธิ์สำคัญในรากหนอนตายหยาก

Ye et al. (1994 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27) ได้ศึกษาสารอัลคาลอยด์ในรากหนอนตายหยากชนิด *S. japonica* ที่นำมาจากมณฑลซีเจียง ซึ่งการศึกษาพบสารอัลคาลอยด์ 2 ชนิดใหม่ คือ Stemonamid และ Isostemonamide ในปีเดียวกัน Ye et al. (1994 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27) ได้ศึกษาสารอัลคาลอยด์ในรากหนอนตายหยากชนิด *S. japonica* ที่นำมาจากมณฑลซีเจียง พบสารอัลคาลอยด์เพิ่มอีก 4 ชนิด คือ Neostemonine, Bisdehydroneostemonine, Bisdehydroprotostemonine และ Isoprotostemonine นอกจากนี้ Ye et al. (1994 อ้างถึงใน อาทิตย์

บัวระภา, 2545: 27) ได้ศึกษาสารอัลคาลอยด์ในรากหนอนตายหยากชนิด *S. tuberosa* ที่นำมาจากมณฑลยูนนาน พบสารอัลคาลอยด์อีก 2 ชนิด คือ Neotuberostemonine และ Bisdehydroneotuberostemonine

Lin et al. (1994 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27) ได้ศึกษาสารอัลคาลอยด์ที่ได้จากรากหนอนตายหยากชนิด *S. tuberosa* ที่นำมาจากมณฑลกวางตุ้ง พบสารอัลคาลอยด์ 2 กลุ่มใหม่ คือ Tuberostemoninol และ Stemoninoamide

Zhao et al. (1995 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27 – 28) ได้ศึกษา Bibenzyl จากรากหนอนตายหยากชนิด *S. tuberosa* โดยการวิเคราะห์โครงสร้างใช้วิธี Spectroscopic พบ Bibenzyl 3 ชนิดใหม่ คือ 3, 5 – dihydroxy – 4 – methylbenzyl, 3, 5 – dihydroxy – 2 – methoxy – 4 – methybibenzyl และ 3 – hydroxy – 2 , 5 – dimethoxy – 2 – mwthylbibenzyl

กฤษณา ภูตะคาม (2525: 28 – 34) รายงานว่า มีนักวิทยาศาสตร์ชาวญี่ปุ่นพบสารอัลคาลอยด์ที่สกัดได้จากพืชวงศ์ Stemona spp.18 ชนิด ที่ทราบสูตรโครงสร้างทางเคมีทั้งหมด 9 ชนิด และยังไม่ทราบสูตรโครงสร้างทางเคมีอีก 9 ชนิด

นิจศิริ เรืองรังษี และพยอม ตันติวัฒน์ (2534 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27 – 28) รายงานว่า ในรากหนอนตายหยากประกอบด้วยอัลคาลอยด์ Temonine, Tuberostemonine, Stemonidine และ Isostemonidine

โสรยา พันธุ์วิริยะพงษ์ (2531 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27 – 28) กล่าวว่า สารในรากหนอนตายหยากที่เป็นพิษต่อแมลง คือ โรทีโนน (Rotinone) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์ในพืชหลายชนิดในวงศ์ Leguminosae เช่น พบในรากหางไหล หรือโล่ติ้น (*Derris elliptica* Benth.) ซึ่งเป็นพืชสมุนไพรที่ใช้เบื่อปลาและใช้กำจัดแมลงที่รู้จักกันแพร่หลาย

บำรุง ตันติเสวี และคณะ (2526 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 27 – 28) รายงานว่า โรทีโนนเป็นสารอนุพันธุ์ของสารจำพวก Isoflavanone ซึ่งโรทีโนนจะมีลักษณะเป็นผลึกรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น หลอมตัวที่อุณหภูมิ 163 องศาเซลเซียส ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์หลายชนิด เช่น อะซิโดน ตัวอย่างสารในกลุ่มนี้ ได้แก่ ดีกลูเอลิน (Degluelin) โรทีโนน (Rotinone) เอลิปโตน (Eliptone) โรทีโนโลน (Rotenolone) เทโพรซิน (Tephrosin) แทกซิคาโรล (Taxicarol) และซูมาตรอล (Sumatrol) เป็นต้น สารเหล่านี้มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ฆ่าไร และฆ่าปลาได้ โดยเฉพาะโรทีโนน จากรายงาน พบว่า มีพิษสูงต่อปลาและมีฤทธิ์ฆ่าแมลงมากที่สุด สารละลายของโรทีโนนเป็น Strongly Laevorotatory และคงตัวได้ดีเมื่ออยู่ในสภาพสารละลายในเบนซีน สำหรับสารประกอบกลุ่มโรทีนอยด์ที่พบในรากหนอนตายหยาก มีอยู่ 3 ชนิด คือ สตีโมนาซีตอล (Stemonacetal) สตีโมนอล (Stemonal) และสตีโมโนน (Stemonone) ซึ่ง

สกัดได้จาก *Stemona collinsae* Craib ได้รับการเสนอสูตรโครงสร้างโดย เทพ เชียงทอง และโสภณ เริงสำราญ (2517 อ้างถึงใน สุทราพันธ์ โพธิ์กำเนิด, 2544: 18 – 19) ดังนี้

1) Stemonacetal ($C_{21}H_{20}O_8$)

สารบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มสีเหลือง จุดหลอมเหลว (Melting Point) 203 องศาเซลเซียส น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 400

2) Stemona ($C_{19}H_{16}O_8$)

สารบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มสีเหลืองเป็นมัน จุดหลอมเหลว (Melting Point) 215 – 216 องศาเซลเซียส น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 372

3) Stemonone ($C_{19}H_{14}O_8$)

สารบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึกรูปเข็มสีแสด จุดหลอมเหลว (Melting Point) 229 – 230 องศาเซลเซียส น้ำหนักโมเลกุล (Molecular Weight) 370

2.12.2.1 กลไกการออกฤทธิ์ (Mode of Action)

โรทีโนนเป็นพิษต่อแมลงและต่อปลาทุกชนิด โดยทำให้กล้ามเนื้อหัวใจ และระบบหมุนเวียนโลหิตของสัตว์เป็นอัมพาต ทำให้ขาดออกซิเจนและตาย กลไกการออกฤทธิ์ของสารโรทีโนน พบว่า มีผลไปยับยั้งระบบการขนส่งอิเล็กตรอนในไมโตรคอนเดรีย โดยเฉพาะในขั้นตอนระหว่าง NADH กับไซโตโครมซี ทำให้การขนส่งอิเล็กตรอนถูกขัดขวาง การหายใจของเซลล์ก็ถูกยับยั้งไปด้วย นอกจากนี้โรทีโนนยังมีผลต่อการนำส่งความรู้สึกของเส้นประสาท ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการที่การหายใจของเซลล์ไม่เกิดขึ้นนั่นเอง

2.12.3 ประโยชน์ของหนอนตายหยาก

ทางด้านเป็นยารักษาโรค ทางการแพทย์ สาธารณสุข ในประเทศจีนมีขายในรูปรากแห้งใช้เป็นยาแผนโบราณ เรียกว่า Pai – pu สรรพคุณใช้เป็นยาแก้ไอ ขับเสมหะ ขับลม ขับพยาธิ (Stuart, 1911: 558) โดยใช้รากหนอนตายหยากแช่เหล้านำเอาสารละลายที่ได้ใช้เป็นยาแก้ไอ (Qin and Xu, 1996 อ้างถึงใน วาสนา ไชยคำ: 6 – 8) ในอินโดจีนมีผู้ใช้รากรักษาโรคไอวัณโรค เจ็บหน้าอก แก้ผิวหนังเป็นตุ่มหนอง ประเทศลาวใช้รากหนอนตายหยากชนิด *S. collinsae* ฆ่าหมัดและเหา (Vidal, 1958 อ้างถึงใน วาสนา ไชยคำ: 6 – 8) ในประเทศไทย พบว่า ได้มีการนำรากหนอนตายหยากชนิด *S. collinsae* ต้มรับประทานแก้โรคผื่น (Burkill, 1935 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 30 – 31) รักษาโรคผิวหนัง ถ่ายพยาธิและฆ่าหิด เหา แก้ปวดฟัน (Saralamp, 1996 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา,

2545: 30 – 31) จากรายงานสมาคมแพทย์แผนโบราณได้มีการนำรากของหนอนตายหยากโดยใช้หัวทุบให้แตกแล้วต้มกับยาฉุน ใช้รมหัวริดสีดวง ทำให้หัวริดสีดวงทวารฝ่อแห้งหายไปได้ หรือเข้ากับตัวยาไทยอื่น ๆ เช่น หัวข้าวเย็นทั้งสอง กระดูกควายเผือก เป็นต้น ต้มรับประทานแก้โรคมะเร็งในมดลูก ส่วนใบตำละเอียดแล้วอมแก้ปวดฟันได้ (พนัส บูรณศิลปิน, 2539 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 30 – 31) และกองวิจัยทางการแพทย์ (2527 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 30 – 31) แนะนำให้ใช้รากแห้งของหนอนตายหยากชนิด *S. tuberose* ต้มกับน้ำดื่มแก้ไอ ขับเสมหะ

ทางด้านการเกษตร ได้ถูกนำมาใช้เป็นสารกำจัดแมลง สมจิตร พงษ์พงัน และสุภาพ ภู่ประเสริฐ (2534: 167) รายงานว่า ชาวบ้านนำรากหนอนตายหยากตำละลายน้ำหยอดใส่แผลโคกระบือ ที่มีหนอนไชอยู่หนอนจะตายหมด รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา (2543: 32) รายงานว่า ชาวบ้านนำรากหนอนตายหยากตำละลายน้ำ หรือแช่ในน้ำมะพร้าว ทาแผลสัตว์เลี้ยงเพื่อป้องกันแมลง ฆ่าหนอนที่เกิดในบาดแผล ใช้ฉีดป้องกันแมลงที่กัดกินใบของต้นพริกไทย สารสกัดหนอนตายหยากชนิด *S. collinsae* มีความเป็นพิษสูงต่อหนอนแมลงวันบ้าน (*Musca domestica* L.) เลาขนา ธีระภัทรสกุล และประคอง พันธุ์อุไร (2520: 54) ได้อธิบายลักษณะการตายของหนอนที่เกิดจากหนอนตายหยาก คือ หนอนจะมีสีเขียวคล้ำจนถึงน้ำตาลดำ และถ้าหนอนนี้รอดจะทำให้เป็นดักแด้ที่ไม่ปกติ กล่าวคือ ตามข้อพับของผนังดักแด้จะโป่งนูนออก ขนาดของดักแด้จะเรียวงอหงิกผิดรูปร่าง และดักแด้จะไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ (ฝ่ายเผยแพร่กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2536 อ้างถึงใน อาทิตย์ บัวระภา, 2545: 30 – 30)

2.13 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประคอง พันธุ์อุไร (2520: 145 – 154) ได้ศึกษาคุณสมบัติในการกำจัดแมลงของราก *Stemona curtisii* Hook. F. ต่อตัวอ่อนของลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti* Linn.) และลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex pipiens fatigans* Wiedmann) ผลการศึกษา พบว่า สารสกัดจากรากหนอนตายหยากจะไม่มีฤทธิ์แบบสัมผัสตาย (Contact Poisoning) ต่อยุงลาย แต่จะมีผลต่อลูกน้ำยุงลาย โดยจะทำให้การปิดเปิดของท่อหายใจ (Abdominal Spiracles) และปลายสุดของท่อหายใจ (Siphon) มีการปิดเปิดไม่ถูกจังหวะ ทำให้ลูกน้ำหายใจไม่ได้และตายในที่สุด

โสภณ รัตนสุมาวงศ์ และวีระวัฒน์ หาญบรรเจิด (2522: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาฤทธิ์ของน้ำสกัดรากหนอนตายหยากต่อการเกิดพลังประสาท ผลการศึกษา พบว่า สารละลายสกัดนี้มีฤทธิ์รบกวนการเกิดหรือส่งผ่านประสาทได้ โดยไปลดความสูงของ Nerve Action Potential โดยฤทธิ์จะ

มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลาย กล่าวคือ สารละลายความเข้มข้น 5, 2.5 และ 1.875 กรัมต่อมิลลิกรัม จะลดความสูงของ Nerve Action Potential ได้ร้อยละ 82.14, 69.36 และ 20.71 ตามลำดับ สารละลายขนาด 1.25 กรัมต่อมิลลิกรัม จะไม่มีฤทธิ์ดังกล่าว สำหรับกลไกในการลดความสูงของ Nerve Action Potential ยังไม่ทราบแน่นอน

คูณ เครือวรรณ (2532: 56 – 57) ได้ศึกษาพิษของพืชบางชนิดต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*) จากการศึกษา พบว่า พืช 5 ชนิด คือ พริกไทย ส้มเขียวหวาน มะกรูด หนอนตายหยาก และกระเทียม มีพิษสูงต่อการตายของลูกน้ำยุงลาย จากการเปรียบเทียบค่า LC_{50} ของสารสกัดจากพืชทั้ง 5 ชนิด ที่มีต่อลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 ที่เวลา 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.0627, 0.3587, 0.4068, 0.6093 และ 1.8658 g/l ตามลำดับ ที่เวลา 48 ชั่วโมง เท่ากับ 0.3190, 0.3704, 0.5140 และ 1.7461 g/l ตามลำดับ ที่เวลา 72 ชั่วโมง เท่ากับ 0.2974, 0.3557, 0.4798 และ 1.2155 g/l ตามลำดับ และที่เวลา 96 ชั่วโมง เท่ากับ 0.2799, 0.3474, 0.4633 และ 1.160 g/l ตามลำดับ

กวินหาญ พลหาญ (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากพืชกระทู้หอม (*Spodoptera eaigua* Hubne) โดยนำพืช 56 ชนิดมาสกัดด้วยแอลกอฮอล์ได้ตัวอย่าง 66 ตัวอย่าง และพบว่า 12 ตัวอย่างจากพืช 10 ชนิดมีประสิทธิภาพเป็นสารฆ่าแมลง ได้แก่ สารสกัดจากดอกบานบุรีสีเหลือง สารสกัดจากฝักแก่ของต้นคูน สารสกัดจากลำต้นผสมกับใบของผักเสี้ยนผี สารสกัดจากใบของไทร สารสกัดจากใบของต้นเสน่ห์จันทร์แดง สารสกัดจากใบของต้นสบู่ สารสกัดจากเมล็ดของต้นเสี้ยน สารสกัดจากใบของต้นลั่นทมแดง สารสกัดจากลำต้นของผักเบี้ยใหญ่ สารสกัดจากรากหนอนตายหยาก ผลการศึกษา พบว่า สารสกัดจากรากหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 4 มีประสิทธิภาพต่อการกำจัดหนอนกระทู้หอมในวัยที่ 2, 3 และ 4 ได้ดี

ขจรศักดิ์ ตระกูลพัว (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาสารสกัดจากพืชสมุนไพร 8 ชนิดต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช 4 ชนิดและสาเหตุของโรคผิวหนัง 4 ชนิด โดยพืชสมุนไพรที่ใช้ในการศึกษา คือ กานพลู ว่านน้ำ โป๊ยกั๊ก ดองดึง สารภี หนอนตายหยาก ดีปลี และบัวบก ผลการศึกษาพบว่า กานพลูและว่านน้ำที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10,000 ppm มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสาเหตุของโรคพืช รองลงมา ได้แก่ โป๊ยกั๊ก ดีปลี สารภี หนอนตายหยาก ตามลำดับ ส่วนพืชสมุนไพรที่ยังยั้งเชื้อราสาเหตุโรคผิวหนังรองลงมา ได้แก่ หนอนตายหยาก ดีปลี โป๊ยกั๊ก ดองดึง บัวบก และสารภี ตามลำดับ

วุฒิกรณ์ รอดความทุกข์ (2539: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากหนอนตายหยาก และสารภีต่อแมลงศัตรูของผักคะน้าเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงเมวินฟอส ผลการศึกษา พบว่า หนอนตายหยากที่สกัดด้วยร้อยละ 95 เอทานอล ณ อุณหภูมิห้อง และหนอนตายหยากที่สกัดด้วยน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง มีประสิทธิภาพในการกำจัดหนอนและด้วงหมัดผักดีที่สุด และสารภีที่สกัดด้วยน้ำ ณ อุณหภูมิห้อง มีประสิทธิภาพในการกำจัดเพลี้ยอ่อนดีที่สุด โดยไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับสารฆ่าแมลงเมวินฟอส

สุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด (2544: บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สมุนไพรหนอนตายหยากชนิด *Stemona tuberose* Lour. ผสมอาหารไก่เพื่อควบคุมปริมาณหนอนแมลงวันในมูลไก่ ผลการศึกษา พบว่า จำนวน ขนาด และน้ำหนักของหนอนแมลงวันที่เพาะจากมูลไก่ที่กินอาหารทดลองทุกระดับมีแนวโน้มลดลง ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการใช้รากสมุนไพรหนอนตายหยากสภาพสดและแห้งคลุกผสมกับมูลไก่โดยตรง คือ มีแนวโน้มลดลงเมื่อระดับความเข้มข้นของสมุนไพรหนอนตายหยากเพิ่มขึ้น

วาสนา ไชยคำ (2545: บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาฤทธิ์ฆ่าแมลงของสารสกัดจากหนอนตายหยาก (*Stemona* spp.) และเถาวัลย์เปรียง (*Derris scandens* Benth.) โดยวิธีการสกัดอย่างต่อเนื่องด้วยเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และร้อยละ 70 เมทานอล เมื่อนำมาทดสอบความเป็นพิษด้วยวิธี Feeding Leaf Disc กับหนอนกระทู้ผัก ใช้วิธี Residual Film กับด้วงงวงข้าวโพด และใช้วิธี Test with Aqueous Dispersion กับลูกน้ำยุงลาย ผลการศึกษา พบว่า สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนจากหนอนตายหยากแสดงความเป็นพิษสูงต่อหนอนกระทู้ผัก ที่ระดับความเข้มข้น 40,000 พีพีเอ็ม เป็นร้อยละ 46 ส่วนสารสกัดหยาบร้อยละ 70 จากหนอนตายหยากแสดงความเป็นพิษสูงต่อด้วงงวงข้าวโพด ที่ระดับความเข้มข้น 50,000 พีพีเอ็ม เป็นร้อยละ 48 และทดสอบกับลูกน้ำยุงลาย พบว่า สารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทนจากหนอนตายหยากมีความเป็นพิษสูงสุด โดยมีอัตราการตายร้อยละ 100 ที่ระดับความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม

ชยาคม ปุริมศักดิ์ และวิจิตรา เลิศกมลกาญจน (2548: website) ได้ทำการตรวจหาฤทธิ์ต้านไวรัสของสมุนไพรไทย ได้แก่ กระชายดำ นมแมวป่า และหนอนตายหยาก ที่มีต่อไวรัสเดงกี้ Type 2 โดยในขั้นแรกได้หาความเป็นพิษที่มีต่อเซลล์และความเข้มข้น ที่ทำให้เซลล์ตายไปครึ่งหนึ่งก่อนด้วยเทคนิคเอ็มทีที จากนั้นจึงตรวจหาฤทธิ์ในการต้านไวรัส ที่กลไกการออกฤทธิ์รูปแบบ ต่าง ๆ ผลการศึกษา พบว่า สารสกัดหยาบจากใบและลำต้นของนมแมวป่าไม่สามารถยับยั้งเชื้อเดงกี้ไวรัส

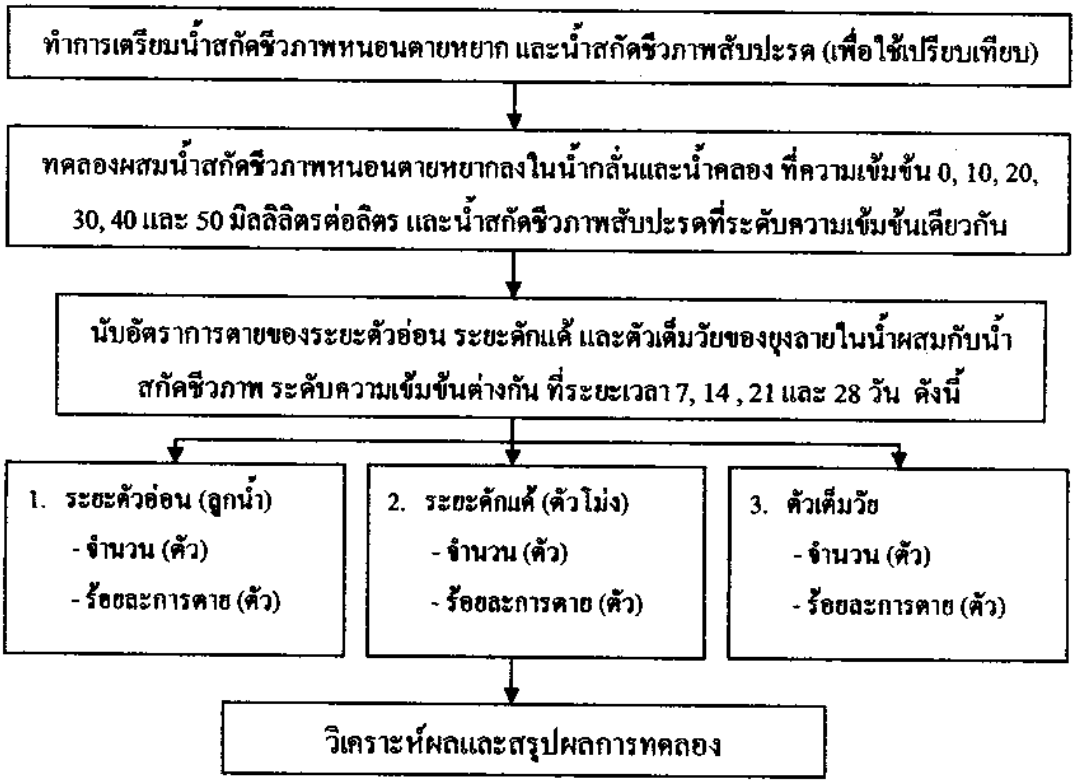
ในทุกรูปแบบ และยังพบเช่นกันในกระชายดำและหนอนตายหยาก ยกเว้นฤทธิ์ในการต้านไวรัสโดยตรง ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของสารสกัดกระชายดำและหนอนตายหยากมีฤทธิ์ในการต้านไวรัสโดยทำให้เดงกี่ไวรัสอ่อนกำลังก่อนเกิดการติดเชื้อ

บทที่ 3

กรอบแนวคิดและวิธีการศึกษา

3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

จากการตรวจเอกสารข้อมูลการทดลองการใช้รากสมุนไพรหนอนตายหยากในการควบคุมแมลง พบว่า มีฤทธิ์ที่สามารถควบคุมและกำจัดแมลงได้ จึงเกิดแนวความคิดในการนำรากสมุนไพรหนอนตายหยากมาทำเป็นน้ำสกัดชีวภาพ เพื่อทดสอบการควบคุมลูกน้ำยุงลาย ว่าจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงลายได้หรือไม่ โดยได้สร้างกรอบแนวคิดดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวคิดในการศึกษา

3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ

3.2.1.1 รากสมุนไพรหนอนตายหยากและสับปะรดนำมาทำน้ำสกัดชีวภาพ

3.2.1.2 ความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ใช้ 6 ระดับ คือ

1) ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตรต่อลิตร
2) ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิลิตรต่อลิตร
3) ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิลิตรต่อลิตร
4) ระดับความเข้มข้น 30 มิลลิลิตรต่อลิตร
5) ระดับความเข้มข้น 40 มิลลิลิตรต่อลิตร
6) ระดับความเข้มข้น 50 มิลลิลิตรต่อลิตร

3.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ การตายของลูกน้ำ ดักแด้ และตัวเต็มวัยของยุงลาย

3.2.3 ตัวแปรควบคุม

3.2.3.1 ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 จำนวน 100 ตัวต่อ 1 ตัวอย่างการทดลอง

3.2.3.2 น้ำที่ใช้ในการทดลอง คือ น้ำกลั่นและน้ำคลองจากคลองแสนแสบบริเวณสะพานด้านหลังบริษัท ตะวันนา ไนท์บาซาร์ จำกัด ซึ่งเก็บตัวอย่างน้ำในช่วงระยะเวลา 13.00 – 13.20 น. ของวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำหาค่า DO และ BOD ก่อนทำการทดลองและหลังทำการทดลอง แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 1

3.2.3.3 ระดับความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 6 ระดับ โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารในน้ำสกัดชีวภาพ แสดงไว้ในภาคผนวก ก ตารางที่ ก. 2

3.2.3.4 ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่ 7, 14, 21 และ 28 วัน

3.3 สมมติฐานการศึกษา

น้ำสกัดชีวภาพโดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากมีฤทธิ์ในการควบคุมลูกน้ำยุงลายได้

3.4 รูปแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาแบบทดลอง (Experimental Research) เพื่อนำน้ำสกัดชีวภาพสมุนไพรหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดไปใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย โดยทำการทดลองแบบ 2 x 2 x 6 Factorial Arrangement ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) มี 3 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 ชนิดของน้ำ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ น้ำกลั่นและน้ำจากคลองแสนแสบ

ปัจจัยที่ 2 ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ น้ำสกัดชีวภาพจากสมุนไพรหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

ปัจจัยที่ 3 ระดับความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดในน้ำกลั่นและน้ำคลองแสนแสบ 6 ระดับ

โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ลูกน้ำยุงลาย 100 ตัว รวมทั้งหมด 72 หน่วยทดลอง

3.5 ประชากรที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาได้ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ไปยังสำนักงานควบคุมโรคที่นำโดยแมลง กรมควบคุมโรคติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข จังหวัดนนทบุรี เพื่อขอไข่ยุงลายซึ่งเป็นสายพันธุ์มาตรฐานที่ทราบประวัติสายพันธุ์ (สายพันธุ์กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์) รวมทั้งปลอดเชื้อในสภาพห้องปฏิบัติการ เพื่อนำมาเพาะฟัก

3.6 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการศึกษา

3.6.1 รากหนอนตายหยาก (Stemona)

3.6.2 สับปะรด

3.6.3 ไข่ยุงลาย

3.6.4 น้ำกลั่นและน้ำจากคลองแสนแสบ

3.6.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

3.6.5.1 เขียง

3.6.5.2 มีด

3.6.5.3 เครื่องปั่น

3.6.5.4 ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร

3.6.5.5 กากน้ำตาล

3.6.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.6.6.1 ขวดน้ำพลาสติกใสขนาด 1.5 ลิตร

3.6.6.2 กระบอกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร

3.6.6.3 ผ้าขาวบาง

3.6.6.4 หลอดหยด

3.6.6.5 จานแก้ว

3.6.6.6 อ่างน้ำ

3.7 วิธีดำเนินการทดลอง

3.7.1 การเตรียมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก มีขั้นตอนดังนี้

3.7.1.1 นำรากหนอนตายหยากสด ประมาณ 3 กิโลกรัม มาล้างทำความสะอาด

3.7.1.2 นำรากหนอนตายหยากสดมาหั่นให้เป็นชิ้น ๆ แล้วไปปั่นในเครื่องปั่น

3.7.1.3 นำรากหนอนตายหยากที่ปั่นเรียบร้อยใส่ในถังพลาสติกที่เตรียมไว้แล้ว เติมกากน้ำตาลในอัตราส่วนกากน้ำตาล 1 ส่วนต่อรากหนอนตายหยาก 3 ส่วน หรือกากน้ำตาล 1 กิโลกรัม ต่อรากหนอนตายหยาก 3 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากัน ปิดฝาถังพลาสติกให้สนิท ทำการหมัก 45 วัน จากนั้นจึงนำไปทำการทดลอง

3.7.2 การเตรียมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด มีขั้นตอนดังนี้

3.7.2.1 นำสับปะรด ประมาณ 3 กิโลกรัม มาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ

3.7.2.2 นำสับปะรดที่หั่นเรียบร้อยใส่ในถังพลาสติกที่เตรียมไว้แล้ว เติมกากน้ำตาลในอัตราส่วนกากน้ำตาล 1 ส่วนต่อสับปะรด 3 ส่วน หรือกากน้ำตาล 1 กิโลกรัมต่อสับปะรด 3 กิโลกรัม ผสมให้เข้ากัน ปิดฝาถังพลาสติกให้สนิท ทำการหมัก 45 วัน จากนั้นจึงนำไปทำการทดลอง

3.7.3 การเตรียมสัตว์ทดลอง

3.7.3.1 เตรียมอ่างน้ำสำหรับเพาะฟักไข่ยุงลายโดยใส่น้ำประมาณ 1 ลิตร และนำกระดาษที่มีไข่ยุงลายลงไปลอยในอ่างใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ไข่จะเริ่มฟักเป็นลูกน้ำยุงลายระยะที่ 1

3.7.3.2 ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมงจนไข่ฟักเป็นลูกน้ำยุงลายหมด นำกระดาษไข่ออก หลังจากลูกน้ำมีอายุ 4 – 5 ชั่วโมง ลูกน้ำยุงจะเริ่มว่ายน้ำ และปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 4 วันหรือ 96 ชั่วโมง ลูกน้ำจะเจริญเป็นลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 จึงนำไปทำการทดลอง

3.7.4 การดำเนินการทดลอง

3.7.4.1 ความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพ ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร

3.7.4.2 เติมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ลงในขวดทดลองที่เตรียมไว้ จำนวน 6 ใบ ตามลำดับ โดยขวดทดลองใบที่ 1 ไม่เติมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นตัวควบคุม ในแต่ละความเข้มข้นทำ 3 ซ้ำ

3.7.4.3 เติมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำคลอง 1 ลิตร ลงในขวดทดลองที่เตรียมไว้ จำนวน 6 ใบ ตามลำดับ โดยขวดทดลองใบที่ 1 ไม่เติมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากเป็นตัวควบคุม ในแต่ละความเข้มข้นทำ 3 ซ้ำ

3.7.4.4 เติมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ลงในขวดทดลองที่เตรียมไว้ จำนวน 6 ใบ ตามลำดับ โดยขวดทดลองใบที่ 1 ไม่เติมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดเป็นตัวควบคุม ในแต่ละความเข้มข้นทำ 3 ซ้ำ

3.7.4.5 เติมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร ต่อน้ำคลอง 1 ลิตร ลงในขวดทดลองที่เตรียมไว้ จำนวน 6 ใบ ตามลำดับ โดยขวดทดลองใบที่ 1 ไม่เติมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดเป็นตัวควบคุม ในแต่ละความเข้มข้นทำ 3 ซ้ำ

3.7.4.6 นำลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 ใส่ในขวดทดลองที่บรรจุน้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด และน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ขวดละ 100 ตัว

3.7.4.7 ปิดขวดทดลองด้วยผ้าขาวบางและรัดด้วยหนังยาง

3.7.4.8 นับอัตราการตายของระยะตัวอ่อน ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย ที่ระยะเวลา 7, 14, 21 และ 28 วัน

3.8 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

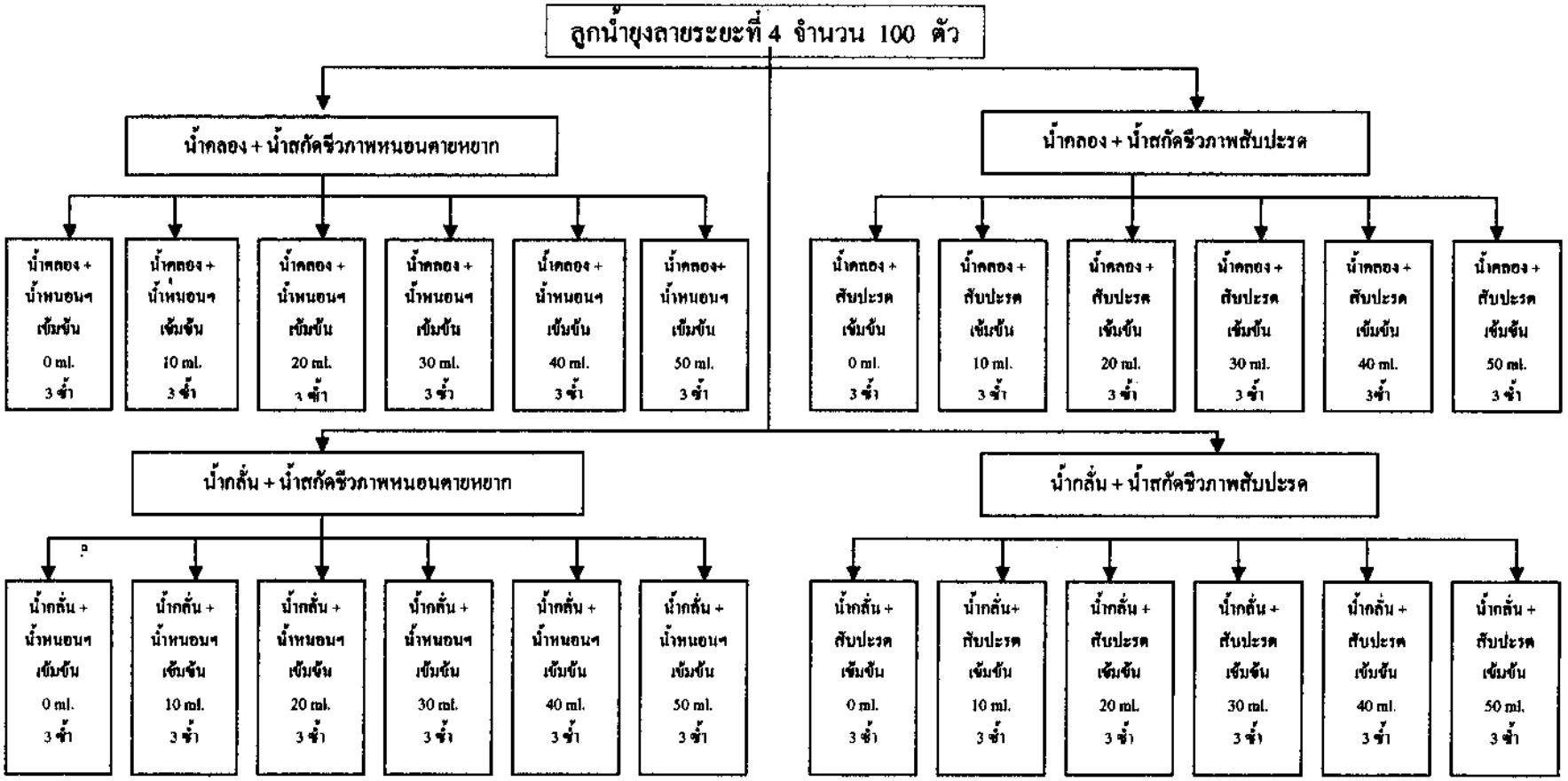
วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยโปรแกรมสถิติสำเร็จรูป SAS version 6.12 (SAS Institute, 1996: 10)

3.9 สถานที่และระยะเวลาทำการศึกษา

สถานที่ทำการทดลอง คือ พื้นที่ที่ได้ปรับขึ้นบริเวณบ้าน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ระยะเวลาทำการวิจัย ใช้เวลาดำเนินงาน 7 เดือน ระหว่างเดือน มกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ 2550 โดยดำเนินการวางแผนและเตรียมอุปกรณ์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ 2550 ทำการหมักน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและสับปะรด ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ 2550 ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงลายเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลและเขียนรายงานในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2550

แบบแผนขั้นตอนการทดสอบความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดควบคุมลูกน้ำยุงลาย



ภาพที่ 3.2 แบบแผนขั้นตอนการทดสอบความเป็นไปได้ในการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดควบคุมลูกน้ำยุงลาย

บทที่ 4

ผลการทดลองและอภิปรายผล

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย โดยดูจากอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่น น้ำคลอง ที่เติมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก และน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพ 6 ความเข้มข้น คือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตรต่อลิตร ซึ่งมีรายละเอียดของผลการทดลองต่าง ๆ ดังนี้

4.1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

ผลการศึกษาอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน พบว่า

4.1.1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง

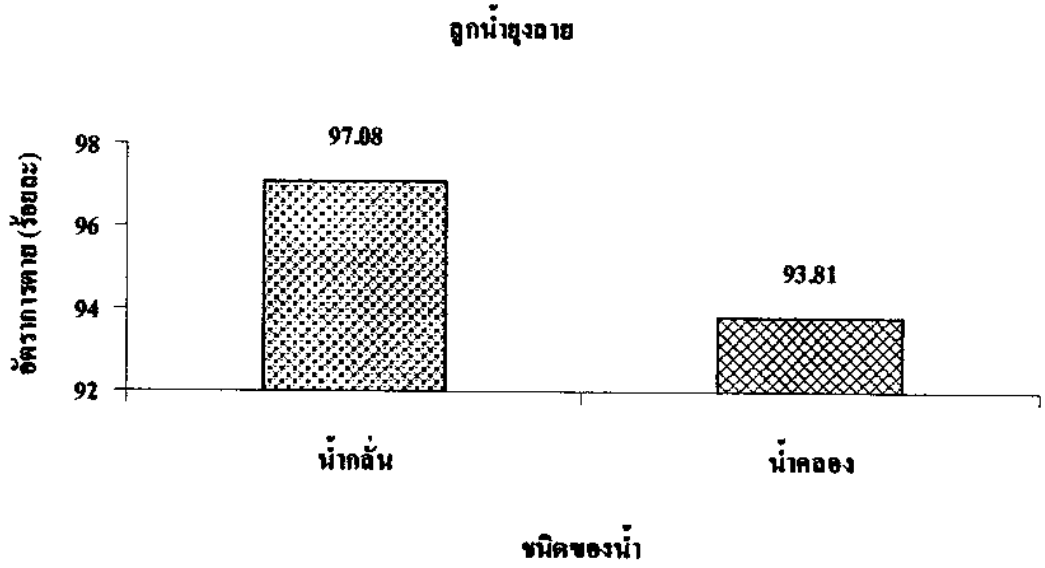
ผลการทดลองอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายเมื่ออยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข.1

พบว่า ในน้ำกลั่นมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายร้อยละ 97.08 ส่วนในน้ำคลองมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายร้อยละ 93.81 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในน้ำคลองมีสารอินทรีย์ ธาตุอาหาร และจุลินทรีย์เจือปนอยู่ จึงเป็นแหล่งอาหารของลูกน้ำยุงลาย ทำให้ระยะลูกน้ำมีโอกาสเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้สูงกว่า ต่างจากในน้ำกลั่นที่มีความบริสุทธิ์สูง มีธาตุอาหารน้อย และมีค่าเป็นกรดเล็กน้อย จึงทำให้ลูกน้ำยุงลายมีการเจริญเติบโตต่ำ เนื่องจากขาดอาหาร เพราะระยะลูกน้ำเป็นระยะที่ต้องการอาหารมาก เมื่อฟักตัวออกมาใหม่ ๆ จะเริ่มกินอาหารทันที (สัมฤทธิ์ สิงหอาษา, 2540: 93 – 118)

ตารางที่ 4.1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง

อัตราการตาย	ชนิดของน้ำ		CV
	น้ำกลั่น	น้ำคลอง	
(ร้อยละ)	97.08[a]	93.81[b]	0.98

หมายเหตุ : [a] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4.1 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง

4.1.2 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

ผลการทดลองอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายเมื่ออยู่ในน้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข. 2

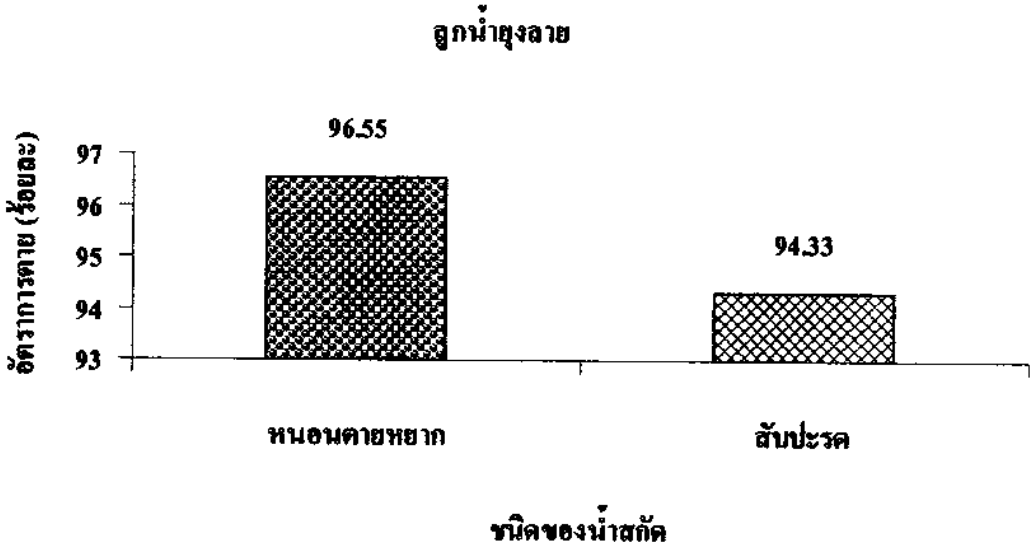
พบว่า ในน้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายร้อยละ 96.55 ส่วนในน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายร้อยละ 94.33 ซึ่งมีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีอัตราการตายสูงกว่า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก มีสารประกอบกลุ่มอัลคาลอยด์ และสารประกอบกลุ่มไอโซฟลาโวนอยด์ ซึ่งเป็นสารกลุ่มที่ฤทธิ์ในการฆ่าแมลงสูง (Wang et al., 1997 อ้างถึงใน วาสนา ไชยดำ, 2545: 38) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ คูณ เครือวรรณ (2532: 56 – 57) ที่พบว่า สารสกัดจากหนอนตายหยากมีพิษสูงและส่งผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลาย

ตารางที่ 4.2 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

อัตราการตาย	ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ		CV
	หนอนตายหยาก	สับปะรด	
(ร้อยละ)	96.55[a]	94.33[b]	0.98

หมายเหตุ : [a] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4.2 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

4.1.3 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำสกัดชีวภาพ

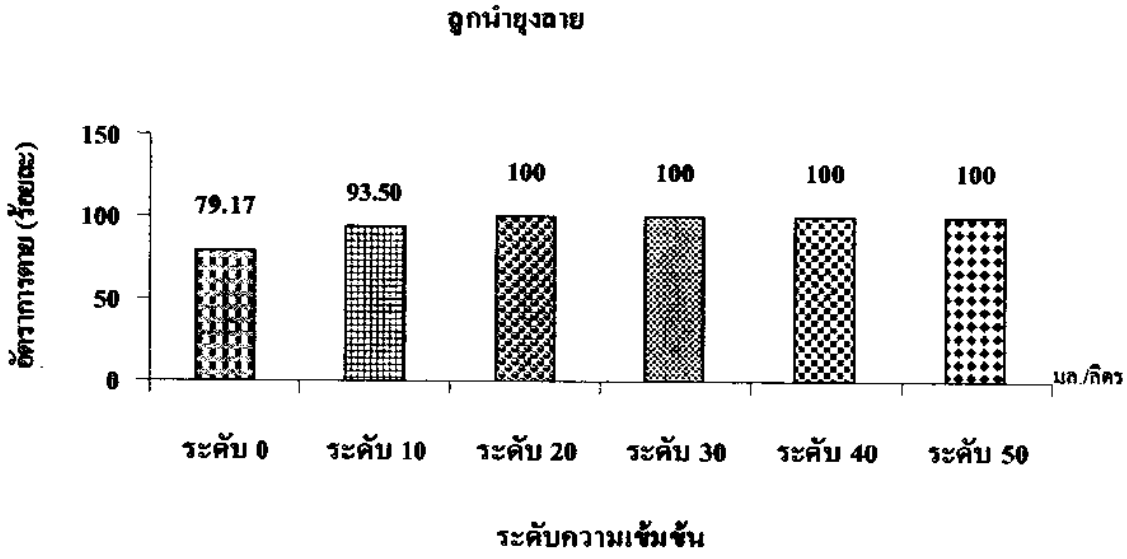
ผลการทดลองอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายเมื่ออยู่ในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข. 3

พบว่า ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 79.17 รองลงมาคือ ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 93.50 ส่วนระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายสูงสุดร้อยละ 100 โดยระดับความเข้มข้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 20 ถึง 50 มิลลิลิตร ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เพราะที่ระดับความเข้มข้น 20 ถึง 50 มิลลิลิตร ลูกน้ำยุงลายมีอัตราการตายร้อยละ 100 ในทุกหน่วยการทดลอง สาเหตุอาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำสกัดชีวภาพไปย่อยสลายสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ ทำให้ปริมาณของสารอินทรีย์ลดลง ลูกน้ำยุงลายจึงขาดแหล่งอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโต เพราะระยะลูกน้ำเป็นระยะที่ต้องการอาหารมาก เมื่อฟักตัวออกมาใหม่ ๆ จะเริ่มกินอาหารทันที (สัมฤทธิ์ สิงหอาษา, 2540: 93 – 118) และนอกจากนี้ในน้ำสกัดชีวภาพยังมีฤทธิ์เป็นกรด ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังของแมลงได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547: WEBSITE) จึงอาจเป็นไปได้ว่าเมื่อระดับความเข้มข้นมากขึ้น ลูกน้ำยุงลายจะไม่สามารถเจริญเติบโตไปในระยะต่อไปได้

ตารางที่ 4.3 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

อัตราการตาย	ระดับความเข้มข้น (มิลลิลิตร)						CV
	0	10	20	30	40	50	
(ร้อยละ)	79.17^{c}	93.50^{b}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	0.98

หมายเหตุ : ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)



ภาพที่ 4.3 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

4.1.4 อิทธิพลร่วมระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

ผลการทดลองอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข. 4

พบว่า ลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลอง ที่ผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก มีอัตราการตายสูงสุดร้อยละ 97.72 รองลงมา คือ น้ำกลั่นผสมกับน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด มีอัตราการตายร้อยละ 96.44 ส่วนลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำคลองผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก มีอัตราการร้อยละ 95.34 และลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำคลองผสมกับน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด มีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 92.22 ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำกลั่นและน้ำคลองมีปฏิสัมพันธ์ต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลายเมื่อผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก และน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ทั้งนี้อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายสูงสุดเมื่ออยู่ในน้ำกลั่นผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ซึ่งอาจเป็นเพราะน้ำกลั่นโดยปกติจะเป็นน้ำบริสุทธิ์ ไม่มีธาตุอาหารเจือปนอยู่ ทำให้ลูกน้ำยุงลายขาดแคลนอาหารเพื่อการดำรงชีวิต และน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากจะมีสารเคมีกลุ่มอัลคาลอยด์และสารกลุ่มโรตินอยด์ ซึ่งมีฤทธิ์ในการ

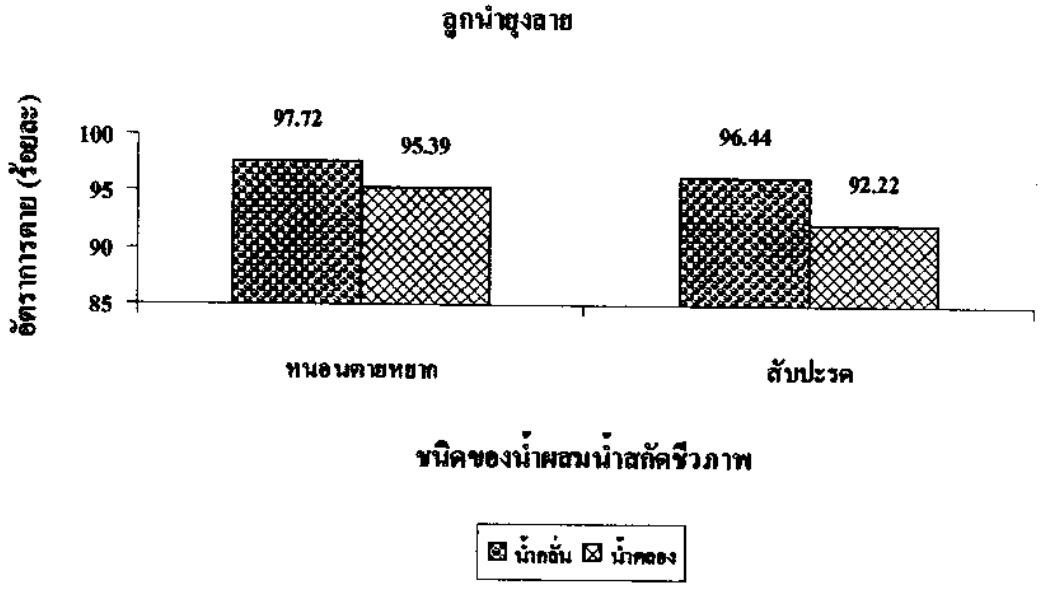
ฆ่ากำจัดแมลงสูง (รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา, 2543: 38) เมื่อนำมาผสมกันทำให้น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก จึงไม่เหมาะกับการเจริญเติบโตของลูกน้ำยุงลาย

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพที่มีผลต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

อัตราการตาย	ปฏิสัมพันธ์	น้ำกลั่น		น้ำคลอง		CV
	(Interaction)	หนอนตายหยาก	สับปะรด	หนอนตายหยาก	สับปะรด	
(ร้อยละ)	I	97.72^{a}	96.44^{b}	95.39^{c}	92.22^{d}	0.98

หมายเหตุ : ^{abcd}ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

I : Interaction คือ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด



ภาพที่ 4.4 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

4.1.5 อิทธิพลร่วมระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

ผลการทดลองอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข. 5

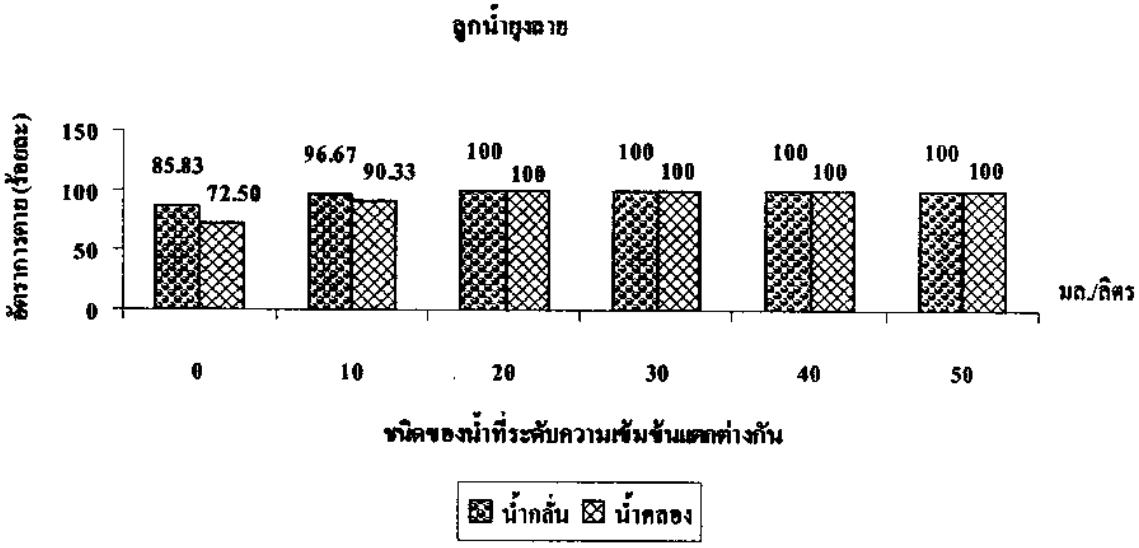
พบว่า ลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ยกเว้นที่ระดับความเข้มข้น 20 ถึง 50 มิลลิลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยพบว่าลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้น 20 ถึง 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายสูงสุดร้อยละ 100 ขณะที่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 85.83 และ 72.50 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า น้ำกลั่นและน้ำคลองจะมีปฏิสัมพันธ์กับระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย โดยที่น้ำกลั่นและน้ำคลองจะมีอัตราการตายสูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

อัตราการตาย	ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)	น้ำกลั่นที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน (มิลลิลิตรต่อลิตร)						น้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน (มิลลิลิตรต่อลิตร)						CV
		0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	
(ร้อยละ)	I	85.83^{d}	96.67^{b}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	72.50^{e}	90.33^{c}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	0.98

หมายเหตุ : ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

I : Interaction คือ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองกับระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน



ภาพที่ 4.5 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

4.1.6 อิทธิพลร่วมระหว่างน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

ผลการทดลองอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.6 และภาพที่ 4.6 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข. 6

พบว่า น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้น 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้น 10 ถึง 50 มิลลิลิตร กับน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 20 ถึง 50 มิลลิลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้น 10 ถึง 50 มิลลิลิตร และน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 20 ถึง 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายสูงสุดร้อยละ 100 รองลงมา คือ น้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 87.00 ส่วนน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 79.33 และ 79.00 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าน้ำสกัดชีวภาพทั้ง 2 ชนิดที่ระดับความ

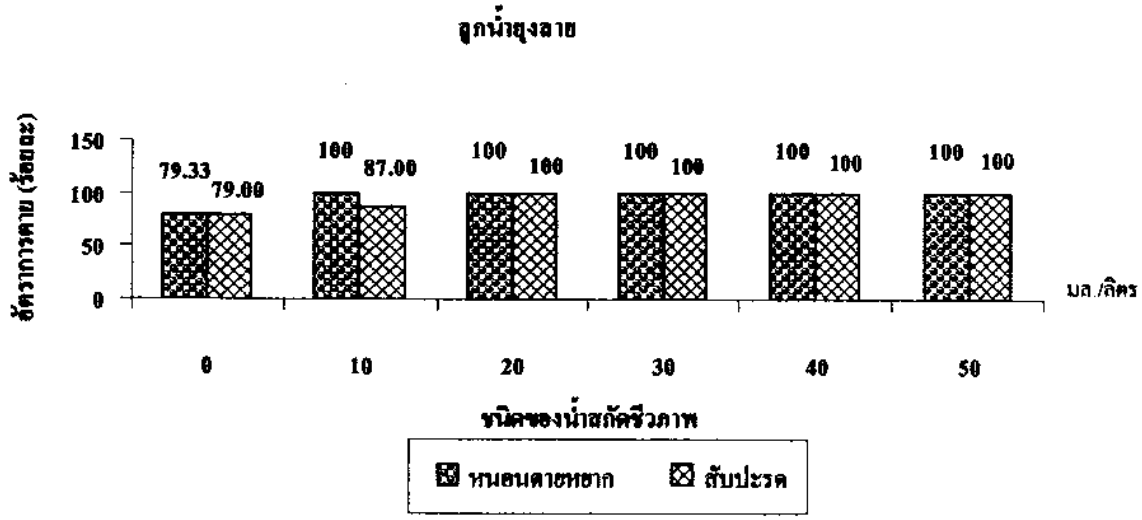
เข้มข้นต่างกัน อัตราการตายก็จะต่างกัน โดยความเข้มข้นเพิ่มขึ้น อัตราการตายจะสูงขึ้น อาจเป็นเพราะว่าในน้ำสกัดชีวภาพที่หมักจากพืชสมุนไพรหรือผลไม้จะมีสารพวก Polyphenol, Dimethoxy phenol, Benzoice Acid Derivatives ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นกรด ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเยื่อจมูกของแมลงได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2547: WEBSITE) เมื่อได้รับในปริมาณมากจะมีผลต่อการตายของลูกน้ำยุงลาย จึงพบว่าน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับความเข้มข้นต่างกันมีปฏิสัมพันธ์ต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

ตารางที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

อัตรา การตาย	ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)	น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก (มิลลิลิตรต่อลิตร)						น้ำสกัดชีวภาพสับปะรด (มิลลิลิตรต่อลิตร)						CV
		0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	
(ร้อยละ)	I	79.33^{c}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	79.00^{c}	87.00^{b}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	0.98

หมายเหตุ : ^{abc} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

I : Interaction คือ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน



ภาพที่ 4.6 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำสกัดชีวภาพที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

4.1.7 อิทธิพลร่วมระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก และน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

ผลการทดลองอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง ผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.7 และภาพที่ 4.7 ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข ตารางที่ ข. 7

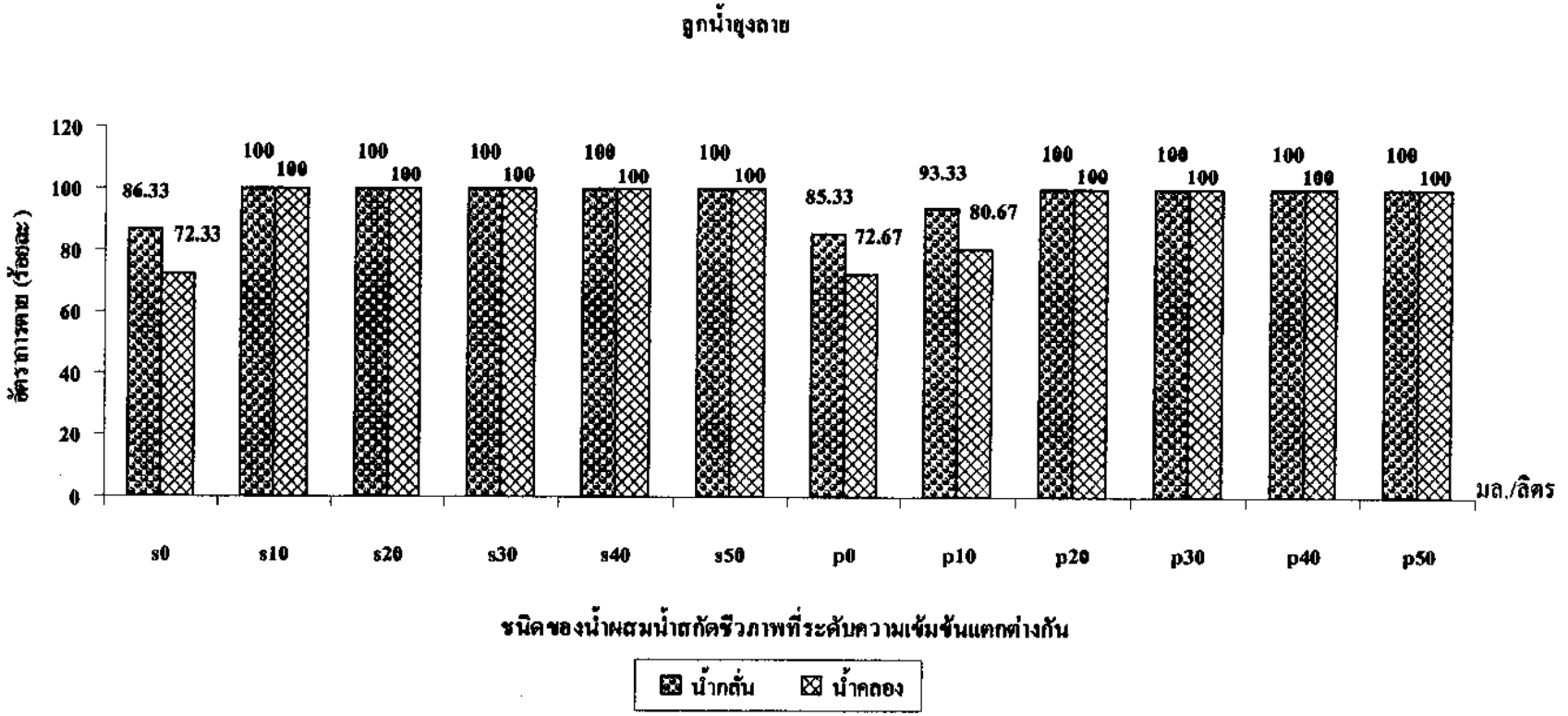
พบว่า ลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ที่ระดับความเข้มข้น 10 ถึง 50 มิลลิลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้น 20 ถึง 50 มิลลิลิตร น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) น้ำคลองผสมกับน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดและน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายให้สูงขึ้น เนื่องจากในน้ำสกัดชีวภาพมีจุลินทรีย์ช่วยในการย่อยสลายสารอินทรีย์ และแบคทีเรียที่ละลายอยู่ในน้ำ เมื่อระดับความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพสูงขึ้นปริมาณของจุลินทรีย์ก็จะมีจำนวนเพิ่มขึ้น ทำให้มีการย่อยสลายสารอินทรีย์และแบคทีเรียในน้ำได้มากขึ้น ซึ่งจะทำให้ลูกน้ำยุงลายขาดสารอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้เมื่อระยะเวลาผ่านไป 7 วัน พบว่า น้ำกลั่นและน้ำคลองเริ่มมีกลิ่นมากขึ้น ทั้งนี้อาจเป็นเพราะจุลินทรีย์ในน้ำสกัดชีวภาพขาดสารอาหาร ทำให้จุลินทรีย์ลดจำนวนและตายลง รวมทั้งขาดออกซิเจนที่ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ เป็นเหตุให้น้ำเกิดมีราเป็นฝ้าสีขาวและสีดำลอยปิดผิวน้ำอยู่ ซึ่งโดยปกติลูกน้ำยุงลายจะชอบวางไข่และอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่สะอาด (วิชิต พิพิธกุล และสุชาติ ปริยานนท์, 2526: 45 – 50) จึงไม่สามารถทนอยู่ในสภาวะดังกล่าวได้ และการที่มีราเป็นฝ้าลอยปิดผิวน้ำก็อาจเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้ลูกน้ำยุงลายขาดอากาศหายใจและตายในที่สุด

ตารางที่ 4.7 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

อัตรา การตาย	ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)	น้ำกลั่น												น้ำคลอง												CV
		น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก (มิลลิลิตรต่อลิตร)						น้ำสกัดชีวภาพสับปะรด (มิลลิลิตรต่อลิตร)						น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก (มิลลิลิตรต่อลิตร)						น้ำสกัดชีวภาพสับปะรด (มิลลิลิตรต่อลิตร)						
		0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	0	10	20	30	40	50	
ร้อยละ	I	86.33^{c}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	85.33^{c}	93.33^{b}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	72.33^{e}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	72.67^{e}	80.67^{b}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	100^{a}	0.98

หมายเหตุ : ^{abcde} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

I : Interaction คือ มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน



ภาพที่ 4.7 อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

S = น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ; P = น้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

สรุปได้ว่าจากการทดสอบประสิทธิภาพน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง พบว่า ที่ความเข้มข้นของสารระดับเดียวกัน น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก มีผลต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลายมากกว่าน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ซึ่งอาจเป็นเพราะในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ประกอบด้วยสารสำคัญ คือ สารประกอบกลุ่มอัลคาลอยด์ และสารประกอบกลุ่มโรทีนอยด์ ซึ่งเป็นสารอนุพันธ์ของสารในกลุ่มไอโซฟลาโวนอยด์ และเป็นสารกลุ่มที่มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลง ซึ่งมีด้วยกันหลายชนิด โดยเฉพาะสารโรทีโนน เป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงมากที่สุด และยังมีพิษต่อลูกน้ำยุงลาย (รัตนาภรณ์ พรหมศรัทธา, 2543 : 38) สอดคล้องกับการศึกษาของ วาสนา ไชยคำ (2545 : 38 – 40) ที่ทำการทดสอบความเป็นพิษของโรทีโนนต่อลูกน้ำยุงลาย พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 3 พีพีเอ็ม สามารถฆ่าลูกน้ำยุงลายได้ ร้อยละ 100 ในเวลา 24 ชั่วโมง แสดงว่าโรทีโนนมีความเป็นพิษสูงมากต่อลูกน้ำยุงลาย และจากรายงานของ วิชิต พิพิธกุล และสุชาติ ปริยานนท์ (2526: 90) กล่าวว่า ในรากหนอนตายหยากมีสารสตีโมโนน (Stemonone) ซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าแมลง โดยมีผลต่อระบบประสาทและระบบหายใจของแมลง เมื่อลูกน้ำยุงลายได้รับสารนี้อาจเกิดภาวะขาดออกซิเจนและล่ำตัวเป็นอัมพาตได้ และ กฤษณา ภูตคาม (2525: 28 – 34) รายงานว่า ในสารสกัดจากรากหนอนตายหยาก ชนิด *Stemonul curtisii* มีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายสูง รวมทั้งสอดคล้องกับรายงานของ ประคอง พันธ์อุไร (2520: 145 – 154) ที่กล่าวว่า สารสตีโมโนนเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุงลาย โดยไปทำให้เกิดความผิดปกติของการหายใจโดยเฉพาะบริเวณท่ออากาศ (Siphon) จะบวมโตและปิดเปิดไม่ลูกจังหวะ ทำให้ลูกน้ำยุงลายหายใจไม่ได้ และตายในที่สุด นอกจากกลุ่มของโรตินอยด์ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงแล้ว ในหนอนตายหยากยังพบสารออกฤทธิ์กลุ่มอัลคาลอยด์หลายชนิดที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง เช่น สตีโมนีน (Stemonine) สตีนีน (Stenin) และสตีโมสไปโรนิน (Stemospironin) ด้วย (Konoshita and Mori, 1996 อ้างถึงใน วาสนา ไชยคำ, 2545: 6 – 8) และจากรายงานของ Peter and Lee (1997 อ้างถึงใน วาสนา ไชยคำ, 2545: 6 – 8) พบว่า สารสตีโมเอไมด์ ที่เป็นอัลคาลอยด์ที่แยกได้จากสารสกัดหนอนตายหยากชนิด *Stemonau tuberosa* เป็นสารสกัดที่มีศักยภาพสูงในการฆ่าแมลงอีกด้วย

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย โดยดูจากอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่น น้ำคลอง ที่เติมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก และน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้นของน้ำสกัดชีวภาพ 6 ความเข้มข้น คือ 0, 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตรต่อลิตร สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง

พบว่า ในน้ำกลั่นมีอัตราการตายร้อยละ 97.81 สูงกว่าในน้ำคลองที่มีอัตราการตายร้อยละ 93.81

2. อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพจากหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

พบว่า ในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีอัตราการตายร้อยละ 96.56 สูงกว่าน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่มีอัตราการตายร้อยละ 94.33

3. อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน

พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายสูงสุดร้อยละ 100 ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิลิตร มีอัตราการตายรองลงมาร้อยละ 93.50 และที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 79.17

4. อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

พบว่า น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีอัตราการตายสูงสุดร้อยละ 97.72 รองลงมา คือ ในน้ำกลั่นผสมกับน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดร้อยละ 96.44 และในน้ำคลองผสมน้ำสกัด

ชีวภาพหนอนตายหยากมีอัตราการตายร้อยละ 95.39 ส่วนในน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดมีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 92.22

5. อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

พบว่า น้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายสูงสุดเท่ากัน คือ ร้อยละ 100 รองลงมา คือ น้ำกลั่นที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 96.67 ส่วนน้ำกลั่นที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตรมีอัตราการตายร้อยละ 85.83 และน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 72.50

6. อัตราการตายของลูกน้ำยุงที่อยู่ในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

พบว่า น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร และน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายสูงสุดร้อยละ 100 ในน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้ม 10 มิลลิลิตร มีอัตราการตายรองลงมา คือ ร้อยละ 87.00 ส่วนน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด ที่ระดับ 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 79.33 และ 79.00 ตามลำดับ

7. อัตราการตายของลูกน้ำยุงลายที่อยู่ในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมกับน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

พบว่า น้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร น้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 20, 30. 40 และ 50 มิลลิลิตร มีอัตราการตายสูงสุดเท่ากัน คือ ร้อยละ 100 รองลงมา คือ น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 10 มิลลิลิตร มีอัตราการตายร้อยละ 93.33 ส่วนน้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 86.33 และ 85.33 ตามลำดับ ในน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้น 10 มีอัตราการตายร้อยละ 80.67 ส่วนน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดและน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่ระดับความเข้มข้น 0 มิลลิลิตร มีอัตราการตายต่ำสุดร้อยละ 72.67 และ 72.33 ตามลำดับ

ในการทดลองครั้งนี้ พบว่า น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายในทุกระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 10, 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร โดยมีอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายร้อยละ 100 ในทุกหน่วยการทดลอง ส่วนในน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดมีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลายที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 20, 30, 40 และ 50 มิลลิลิตร เพราะฉะนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการ

นำน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมาใช้ในการกำจัดและควบคุมลูกน้ำยุงลาย เพื่อลดพาหะนำโรคไข้เลือดออก โดยไม่มีสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการนำทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์อีกด้วย ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาทดลอง พบว่า มีข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไปดังนี้

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการหาระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากที่จะนำไปใช้กำจัดลูกน้ำยุงลายในพื้นที่จริง เนื่องจากปัจจัยทางสภาพแวดล้อม เช่น แสงแดด อุณหภูมิ ฤดูกาล อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ซึ่งผลที่ได้อาจแตกต่างจากการศึกษาในห้องทดลอง

2. ไม่ควรใช้ไข่ยุงในการทดสอบประสิทธิภาพน้ำสกัดชีวภาพ เพราะไข่ยุงมีความบอบบาง เมื่ออยู่ในน้ำสกัดชีวภาพไข่ยุงจะไม่มีการเจริญเติบโตไปในระยะใด ๆ ทำให้ไม่สามารถดูอัตราการเจริญเติบโตของยุงได้ จึงไม่เหมาะที่จะนำมาทำการทดลอง แต่ควรจะใช้ลูกน้ำยุงลายระยะที่ 4 เป็นต้นไป เนื่องจากจะมีความทนทานกับสภาพของน้ำสกัดชีวภาพได้ดีกว่า

3. ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาความเป็นพิษของพืชที่มีผลต่อยุงลายตั้งแต่ระยะลูกน้ำถึงระยะตัวเต็มวัย เพื่อเป็นแนวทางในการควบคุมและกำจัดยุงให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ

4. ควรมีการศึกษาว่าในน้ำสกัดชีวภาพของพืชแต่ละชนิดมีสารชนิดใดที่เป็นอันตรายต่อลูกน้ำยุงลาย เพื่อเป็นแนวทางในการนำน้ำสกัดชีวภาพชนิดนั้น มาใช้ให้ได้ผลยิ่งขึ้น

5. ควรมีการศึกษาและเปรียบเทียบความเป็นพิษของหนอนตายหยากแต่ละชนิด เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกใช้ และพัฒนาสารสกัดหนอนตายหยากในการกำจัดแมลงในเชิงอุตสาหกรรมที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

6. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในน้ำประปา เพื่อใช้เปรียบเทียบอัตราการตายของลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่น และน้ำคลอง

ข้อเสนอแนะในการนำผลการศึกษาไปใช้

1. น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด สามารถนำไปใช้ควบคุมลูกน้ำยุงลายได้ โดยระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด คือ ตั้งแต่ 10 มิลลิลิตร และ ตั้งแต่ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร เป็นต้นไป ตามลำดับ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการทำน้ำสกัดชีวภาพ พบว่า น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากมีต้นทุนในการทำสูงกว่าน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดหลายเท่า และนอกจากนี้รากหนอนตายหยากยังหา

ได้ยากกว่าสับปะรด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบถึงประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงลาย พบว่า สามารถใช้น้ำสกัดชีวภาพสับปะรดทดแทนน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากได้ โดยใช้ปริมาณเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก ซึ่งอาจจะเสียค่าใช้จ่ายต่ำกว่าการใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยาก

2. ไม่ควรใช้น้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากในแหล่งน้ำที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ เช่น ปลา เนื่องจากในรากหนอนตายหยากจะมีสารโรทีโนน ซึ่งพบว่ามีพิษสูงต่อปลา โดยอาจจะทำให้ปลาตายลงได้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์หาปริมาณ DO และ BOD ในน้ำก่อนและหลังการทดลอง/ การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์สารในน้ำสกัดชีวภาพ

ตารางที่ ก. 1 การวิเคราะห์หาปริมาณ DO และ BOD ในน้ำตัวอย่างก่อนและหลังทำการทดลอง

ลำดับที่	ตัวอย่างน้ำ	ความเข้มข้น (มล./ลิตร)	ค่า DO (ก่อนทดลอง)	ค่า DO (หลังทดลอง)	ค่า BOD มก./ลิตร (ก่อนทดลอง)	ค่า BOD มก./ลิตร (หลังทดลอง)
1	น้ำกลั่น	0	6.31	5.33	0	3.00
2	น้ำกลั่น	0	6.40	5.69	0	3.00
3	น้ำคลอง	0	7.79	6.30	1,420.00	7.00
4	น้ำคลอง	0	7.50	5.22	1,360.00	3.00
5	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	10	6.32	0.98	1,879.00	176.00
6	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	20	6.87	0.90	2,981.00	438.00
7	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	30	6.18	0.79	3,030.00	987.00
8	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	40	5.18	1.12	3,347.00	1,668.00
9	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	50	5.48	0.74	3,680.00	3,045.00
10	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	10	8.59	0.94	1,735.00	2,820.00
11	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	20	7.25	1.08	4,500.00	3,000.00
12	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	30	6.70	0.75	7,200.00	3,255.00
13	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	40	6.50	0.64	9,124.00	5,175.00
14	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหมอนตายหยาก	50	5.95	0.65	9,859.00	9,000.00
15	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	10	6.45	1.58	2,897.00	398.00
16	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	20	5.74	1.28	3,010.00	804.00
17	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	30	4.19	1.24	3,100.00	1,483.00
18	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	40	3.54	1.28	6,046.00	1,904.00

ตารางที่ ก. 1 (ต่อ)

ลำดับที่	ตัวอย่างน้ำ	ความเข้มข้น (มล./ลิตร)	ค่า DO (ก่อนทดลอง)	ค่า DO (หลังทดลอง)	ค่า BOD มก./ลิตร (ก่อนทดลอง)	ค่า BOD มก./ลิตร (หลังทดลอง)
19	น้ำกลั่นผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	50	3.44	1.06	7,384.00	2,954.00
20	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	10	4.58	0.80	2,084.00	882.00
21	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	20	2.71	0.47	2,175.00	1,752.00
22	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	30	2.86	0.94	3,498.00	3,215.00
23	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	40	2.27	0.85	5,340.00	3,387.00
24	น้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด	50	1.41	0.85	6,174.00	3,452.00

ตารางที่ ก. 2 การวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

ปริมาณอินทรีย์สาร	ชนิดของน้ำสกัดชีวภาพ	
	หนอนตายหยาก	สับปะรด
pH	3.88	4.04
DO	0.66	0.65
BOD_5 (มก./ลิตร)	8,244	8,244
SS (มก./ลิตร)	28,700	23,450
NH_3 (มก./ลิตร)	ND	ND
NO_3 (มก./ลิตร)	5,125	2,625
Total Coliform	ND	ND
Rotenone		ND

หมายเหตุ: ND หมายถึง ไม่พบ

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ

ตารางที่ ข. 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราการตายลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลอง

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
TREATMENT	23	5503.7778	239.2947	273.480	1.79	2.29
A	1	193.3889	193.3889	221.016	4.08	7.31
B	1	88.8889	88.8889	101.587	4.08	7.31
C	5	4221.1111	844.2222	964.825	2.45	3.51
AB	1	16.0556	16.0556	18.349	4.08	7.31
AC	5	460.2778	92.0556	105.206	2.45	3.51
BC	5	418.4444	83.6889	95.644	2.45	3.51
ABC	5	105.6111	21.1222	24.140	2.45	3.51
ERROR	48	42.0000	0.8750			
TOTAL	71	5545.7778	78.1095			

Grand Mean = 95.44444444444444 CV = .9800615972341523%

Factor A
dc
1. c
2. c

Factor B
sp
1. s
2. p

Factor C
level
1. l0
2. l10
3. l20
4. l30
5. l40
6 l50

```
**************************************************************************
*     DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST                                     *
*     PROBLEM IDENTIFICATION          =     mosquito .Factor A           *
*     NUMBER OF MEANS                 =              2                   *
*     ERROR DEGREE OF FREEDOM         =             48                   *
*     ERROR MEAN SQUARE               =              0.87500000          *
*     STANDARD ERROR OF MEAN          =              0.15590239          *
**************************************************************************

      NAME                MEAN        RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
1. d              97.08334  A
2. c              93.80556   B

      MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
      BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.


      NAME                MEAN        RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
1. d            97.08334    A
2  c            93.80556     B

      MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
      BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.
```

ตารางที่ ข. 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราการตายลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
TREATMENT	23	5503.7778	239.2947	273.480	1.79	2.29
A	1	193.3889	193.3889	221.016	4.08	7.31
B	1	88.8889	88.8889	101.587	4.08	7.31
C	5	4221.1111	844.2222	964.825	2.45	3.51
AB	1	16.0556	16.0556	18.349	4.08	7.31
AC	5	460.2778	92.0556	105.206	2.45	3.51
BC	5	418.4444	83.6889	95.644	2.45	3.51
ABC	5	105.6111	21.1222	24.140	2.45	3.51
ERROR	48	42.0000	0.8750			
TOTAL	71	5545.7778	78.1095			

Grand Mean = 95.44444444444444 CV = .9800615972341523%

Factor A
dc
1. c
2. c

Factor B
sp
1. s
2. p

Factor C
level
1. l0
2. l10
3. l20
4. l30
5. l40
6 l50

```
*************************************************************************
*     DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST                                    *
*     PROBLEM IDENTIFICATION          =     mosquito .Factor B          *
*     NUMBER OF MEANS                 =              2                  *
*     ERROR DEGREE OF FREEDOM         =             48                  *
*     ERROR MEAN SQUARE               =              0.87500000         *
*     STANDARD ERROR OF MEAN          =              0.15590239         *
*************************************************************************

      NAME                MEAN        RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
1. s              96.55556  A
2. p              94.33334   B

      MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
      BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.


      NAME                MEAN        RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
1. s              96.55556  A
2. p              94.33334   B

      MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
      BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.
```

ตารางที่ ข. 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราการตายลูกน้ำยุงลายในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันของน้ำสกัดชีวภาพ

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
TREATMENT	23	5503.7778	239.2947	273.480	1.79	2.29
A	1	193.3889	193.3889	221.016	4.08	7.31
B	1	88.8889	88.8889	101.587	4.08	7.31
C	5	4221.1111	844.2222	964.825	2.45	3.51
AB	1	16.0556	16.0556	18.349	4.08	7.31
AC	5	460.2778	92.0556	105.206	2.45	3.51
BC	5	418.4444	83.6889	95.644	2.45	3.51
ABC	5	105.6111	21.1222	24.140	2.45	3.51
ERROR	48	42.0000	0.8750			
TOTAL	71	5545.7778	78.1095			

Grand Mean = 95.44444444444444 CV = .9800615972341523%

Factor A
dc
1. c
2. c

Factor B
sp
1. s
2. p

Factor C
level
1. l0
2. l10
3. l20
4. l30
5. l40
6 l50

```
*************************************************************************
*     DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST                                    *
*     PROBLEM IDENTIFICATION          =     mosquito .Factor C          *
*     NUMBER OF MEANS                 =              6                  *
*     ERROR DEGREE OF FREEDOM         =             48                  *
*     ERROR MEAN SQUARE               =              0.87500000         *
*     STANDARD ERROR OF MEAN          =              0.27003086         *
*************************************************************************
```

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
6. l50	100	A
5. l40	100	A
4. l30	100	A
3. l20	100	A
2. l10	93.5	B
1. l0	79.16666	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
6. l50	100	A
5. l40	100	A
4. l30	100	A
3. l20	100	A
2. l10	93.5	B
1. l0	79.16666	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ข. 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราการตายลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรด

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
TREATMENT	23	5503.7778	239.2947	273.480	1.79	2.29
A	1	193.3889	193.3889	221.016	4.08	7.31
B	1	88.8889	88.8889	101.587	4.08	7.31
C	5	4221.1111	844.2222	964.825	2.45	3.51
AB	1	16.0556	16.0556	18.349	4.08	7.31
AC	5	460.2778	92.0556	105.206	2.45	3.51
BC	5	418.4444	83.6889	95.644	2.45	3.51
ABC	5	105.6111	21.1222	24.140	2.45	3.51
ERROR	48	42.0000	0.8750			
TOTAL	71	5545.7778	78.1095			

Grand Mean = 95.44444444444444 CV = .9800615972341523%

Factor A
dc
1. c
2. c

Factor B
sp
1. s
2. p

Factor C
level
1. l0
2. l10
3. l20
4. l30
5. l40
6 l50

```
*************************************************************************
*     DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST                                    *
*     PROBLEM IDENTIFICATION          =     mosquito .Inter AB          *
*     NUMBER OF MEANS                 =              4                  *
*     ERROR DEGREE OF FREEDOM         =             48                  *
*     ERROR MEAN SQUARE               =              0.87500000         *
*     STANDARD ERROR OF MEAN          =              0.22047928         *
*************************************************************************
```

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
1. d x 1. s	97.72222	A
2. d x 2. p	96.44444	B
3. c x 1. s	95.38889	C
4. c x 2. p	92.22222	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
1. d x 1. s	97.72222	A
2. d x 2. p	96.44444	B
3. c x 1. s	95.38889	C
4. c x 2. p	92.22222	D

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ข. 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราการตายลูกน้ำยุงลายในน้ำกลั่นและน้ำคลองที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
TREATMENT	23	5503.7778	239.2947	273.480	1.79	2.29
A	1	193.3889	193.3889	221.016	4.08	7.31
B	1	88.8889	88.8889	101.587	4.08	7.31
C	5	4221.1111	844.2222	964.825	2.45	3.51
AB	1	16.0556	16.0556	18.349	4.08	7.31
AC	5	460.2778	92.0556	105.206	2.45	3.51
BC	5	418.4444	83.6889	95.644	2.45	3.51
ABC	5	105.6111	21.1222	24.140	2.45	3.51
ERROR	48	42.0000	0.8750			
TOTAL	71	5545.7778	78.1095			

Grand Mean = 95.44444444444444 CV = .9800615972341523%

Factor A
dc
1. c
2. c

Factor B
sp
1. s
2. p

Factor C
level
1. l0
2. l10
3. l20
4. l30
5. l40
6 l50

```
**************************************************************************
*     DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST                                     *
*     PROBLEM IDENTIFICATION          =     mosquito .Inter AC           *
*     NUMBER OF MEANS                 =          12                      *
*     ERROR DEGREE OF FREEDOM         =          48                      *
*     ERROR MEAN SQUARE               =           0.87500000             *
*     STANDARD ERROR OF MEAN          =           0.38188130             *
**************************************************************************
```

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
2. c x 6. l50	100	A
2. c x 5. l40	100	A
2. c x 4. l30	100	A
2 c x 3 l20	100	A
1 d x 4 l30	100	A
1 d x 3. l20	100	A
1 d x 6. l50	100	A
1 d x 5. l40	100	A
1 d x 2. l10	96.66666	A
2 c x 2. l10	90.33334	C
1 d x 1. l0	85.833334	D
2 c x 1. l0	72.5	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
2. c x 6. l50	100	A
2. c x 5. l40	100	A
2. c x 4. l30	100	A
2 c x 3 l20	100	A
1 d x 4 l30	100	A
1 d x 3. l20	100	A
1 d x 6. l50	100	A

1	d x 5. 140	100	A
1	d x 2. 110	96.66666	B
2	c x 2. 110	90.33334	C
1	d x 1. 10	85.833334	D
2	c x 1. 10	72.5	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ข. 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของอัตราการตายลูกน้ำยุงลายในน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
TREATMENT	23	5503.7778	239.2947	273.480	1.79	2.29
A	1	193.3889	193.3889	221.016	4.08	7.31
B	1	88.8889	88.8889	101.587	4.08	7.31
C	5	4221.1111	844.2222	964.825	2.45	3.51
AB	1	16.0556	16.0556	18.349	4.08	7.31
AC	5	460.2778	92.0556	105.206	2.45	3.51
BC	5	418.4444	83.6889	95.644	2.45	3.51
ABC	5	105.6111	21.1222	24.140	2.45	3.51
ERROR	48	42.0000	0.8750			
TOTAL	71	5545.7778	78.1095			

Grand Mean = 95.44444444444444   CV = .9800615972341523%

Factor A	Factor B	Factor C
dc	sp	level
1. c	1. s	1. l0
2. c	2. p	2. l10
		3. l20
		4. l30
		5. l40
		6 l50

```
*****************************************************************
*     DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST                            *
*     PROBLEM IDENTIFICATION        =    mosquito .Inter BC     *
*     NUMBER OF MEANS               =         12                *
*     ERROR DEGREE OF FREEDOM       =         48                *
*     ERROR MEAN SQUARE             =         0.87500000        *
*     STANDARD ERROR OF MEAN        =         0.38188130        *
*****************************************************************
```

RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01

NAME		MEAN
2. p x 6. l50	100	A
2. p x 5. l40	100	A
2. p x 4. l30	100	A
2 p x 3 l20	100	A
1 s x 3 l20	100	A
1 s x 2. l10	100	A
1 s x 6. l50	100	A
1 s x 5. l40	100	A
1 s x 4. l30	100	A
2 p x 2. l10	87	B
1 s x 1. l0	79.33334	C
2 p x 1. l0	79	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05

NAME		MEAN
2. p x 6. l50	100	A
2. p x 5. l40	100	A
2. p x 4. l30	100	A
2 p x 3 l20	100	A
1 s x 3 l20	100	A

1	s x 2. l10	100	A
1	s x 6. l50	100	A
1	s x 5. l40	100	A
1	s x 4. l30	100	A
2	p x 2. l10	87	B
1	s x 1. l0	79.33334	C
2	p x 1. l0	79	C

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

ตารางที่ ข. 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของความสัมพันธ์ระหว่างน้ำกลั่นและน้ำคลองผสมน้ำสกัดชีวภาพหนอนตายหยากและน้ำสกัดชีวภาพสับปะรดที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกันต่ออัตราการตายของลูกน้ำยุงลาย

SOURCE	df	SS	MS	F	F.05	F.01
TREATMENT	23	5503.7778	239.2947	273.480	1.79	2.29
A	1	193.3889	193.3889	221.016	4.08	7.31
B	1	88.8889	88.8889	101.587	4.08	7.31
C	5	4221.1111	844.2222	964.825	2.45	3.51
AB	1	16.0556	16.0556	18.349	4.08	7.31
AC	5	460.2778	92.0556	105.206	2.45	3.51
BC	5	418.4444	83.6889	95.644	2.45	3.51
ABC	5	105.6111	21.1222	24.140	2.45	3.51
ERROR	48	42.0000	0.8750			
TOTAL	71	5545.7778	78.1095			

Grand Mean = 95.44444444444444 CV = .9800615972341523%

Factor A	Factor B	Factor C
dc	sp	level
1. c	1. s	1. l0
2. c	2. p	2. l10
		3. l20
		4. l30
		5. l40
		6 l50

DUNCAN'S MULTIPLE - RANGE TEST
PROBLEM IDENTIFICATION = mosquito .Inter BC
NUMBER OF MEANS = 12
ERROR DEGREE OF FREEDOM = 48
ERROR MEAN SQUARE = 0.87500000
STANDARD ERROR OF MEAN = 0.38188130

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .01
cp50	100	A
cp40	100	A
cp30	100	A
cp20	100	A
ds50	100	A
ds40	100	A
cs50	100	A
cs40	100	A
cs30	100	A
cs20	100	A
cs10	100	A
ds30	100	A
dp50	100	A
dp40	100	A
dp30	100	A
dp20	100	A
ds20	100	A
ds10	100	A
dp10	93.33334	B
ds0	86.33334	C
dp0	85.33334	C
cp10	80.66666	D
cp0	72.66666	E

cs0	72.33334	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

NAME	MEAN	RANKED AT PROBABILITY LEVEL .05
cp50	100	A
cp40	100	A
cp30	100	A
cp20	100	A
ds50	100	A
ds40	100	A
cs50	100	A
cs40	100	A
cs30	100	A
cs20	100	A
cs10	100	A
ds30	100	A
dp50	100	A
dp40	100	A
dp30	100	A
dp20	100	A
ds20	100	A
ds10	100	A
dp10	93.33334	B
ds0	86.33334	C
dp0	85.33334	C
cp10	80.66666	D
cp0	72.66666	E
cs0	72.33334	E

MEANS NOT SHARING LETTER IN COMMOM DIFFER SIGNIFICANTLY
BY DUNCAN'S MULTIPLE RANGE TEST.

บรรณานุกรม

กรมควบคุมโรคติดต่อ. 2548. **ยุงลายพาหะนำโรคไขเลือดออก.** ค้นวันที่ 5 มกราคม 2550 จาก http://www.thaivbd.org/cms/index.php/dhf/mosquitoes

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2548. **ไข้เลือดออกและการควบคุมยุงพาหะนำโรค.** ค้นวันที่ 5 มกราคม 2550 จาก http://www.dmsc.mopph.go.th

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **น้ำสกัดชีวภาพ.** ค้นวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2550 จาก http://www.doa.go.th/th/Show Articles.aspx?id=174

กฤษณา ภูตะคาม. 2525. รวบรวมรายงานการศึกษารากหนอนตายหยาก. **เชียงใหม่เภสัชสาร.** 1 (1): 28 – 34.

กวินหาญ พลหาญ. 2539. **ผลของสารสกัดจากพืชต่อหนอนกระทู้หอม, *Spodoptera exiqua* (Hubne).** วิทยานิพนธ์ปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ขจรศักดิ์ ตระกูลพัว. 2539. **ผลของสารสกัดจากพืชสมุนไพรแปดชนิดต่อการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชและโรคผิวหนังที่คัดเลือก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

คูณ เครือวรรณ. 2532. **พิษของพืชบางชนิดต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti* L).** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒมหาสารคาม.

ชยาคม ปุริมศักดิ์และวิจิตรา เลิศกมลกาญจน. 2548. **การตรวจหาฤทธิ์ต้านไวรัสของสมุนไพรไทย กระชายดำ นมแมวป่าและหนอนตายหยากต่อไวรัสเดงกี้ type2.** ค้นวันที่ 5 มกราคม 2550 จาก http://ku.ac.th/res_kku/Research/Research_AbstractView.asp?QID=5913

ดาริวรรณ เศรษฐีธรรม. 2540. **สารฆ่าแมลงและสัตว์นำโรคในงานสาธารณสุข.** ขอนแก่น : ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขาภิบาล คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ประคอง พันธุ์อุไร. 2520. รายงานการศึกษาชีววิเคราะห์ของรากหนอนตายหยาก. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 19 (3): 145 – 154.

พาลาภ สิงหเสนี. 2535. **พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาวนา สิกขนานนท์. 2542. น้ำสกัดชีวภาพ – ปุ๋ยชีวภาพ คืออะไรและให้ผลคุ้มค่าเพียงใด. **วารสารเคหะการเกษตร.** 24 (5): 173 – 181.

ราชาวดี ยอดเศรณี. 2546. **ผลการเสริมสเม็ดไทต์และหัวเชื้อจุลินทรีย์ผสมหัวเชื้อจุลินทรีย์น้ำสกัดชีวภาพจากพืชและสัตว์ในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตและระดับแอมโมเนียในมูลไก่ไข่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

รัตนาภรณ์ พรหมศรัทรา. 2543. การสกัดสารออกฤทธิ์จากโลติ๊น หนอนตายหยากและสะเดา. **ใน เอกสารการฝึกอบรมการสกัดสารออกฤทธิ์จากโลติ๊น หนอนตายหยาก และสะเดาในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช.** สถาบันวิจัยและพัฒนาการผลิตสารธรรมชาติ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 32 – 38.

เลาจนา ธีรภัทรสกุล และประคอง พันธุ์อุไร. 2520. การศึกษาพิษของหนอนตายหยากที่มีกับหนอนแมลงวัน. **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 19 (4): 54.

วาสนา ไชยคำ. 2545. **ฤทธิ์ฆ่าแมลงของสารสกัดจากหนอนตายหยาก (*Stemona* sp.) และเถาวัลย์เปรียง (*Derris scandens* Benth.).** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณภา สุวรรณเกิด. 2538. สารที่ใช้ในการควบคุมยุง. **วารสารมาลาเรีย.** 30 (4): 184 – 190.

วรรณภา สุวรรณเกิด. 2540. พบไข้เลือดออกที่ไหนบ้าง. **วารสารมาลาเรีย.** 32 (6): 288 – 295.

วิชิต พิพิธกุล และสุชาติ ปริยานนท์. 2526. **คู่มือประกอบการเรียนกีฏวิทยาทางการแพทย์.** ภาควิชาปาราสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิชิต พิพิธกุล, วีรยุทธ แดนสีแก้ว และวันชัย มาลีวงษ์. 2541. **กีฏวิทยาทางการแพทย์.** ภาควิชาปาราสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วุฒิกรณ์ รอดความทุกข์. 2539. **ผลของสารสกัดจากหนอนตายหยากและสารภีต่อแมลงศัตรูของผักคะน้าเปรียบเทียบกับสารฆ่าแมลงเมวินฟอส.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สมจิตร พงษ์พงัน และสุภาพ ภู่ประเสริฐ. 2534. **พืชกินได้และพืชมีพิษในป่าเมืองไทย.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สัมฤทธิ์ สิงหอาษา. 2540. **กีฏวิทยา – อะคาโรวิทยาทางการแพทย์และสัตวแพทย์.** กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สีวิกา แสงธาราทิพย์. 2540. การกำจัดยุงลาย-ทางเลือกระหว่างสารเคมีกับแบคทีเรีย. **วารสารมาลาเรีย.** 32 (2): 72 – 80.

สุชาติ อุปถัมภ์, สมศักดิ์ พันธุวัฒนา, วนิดา นาควัชระ, เนาวรัตน์ ศุขะพันธุ์, ปัทมาภรณ์ กิตยารักษ์ และ ชูศักดิ์ ประสิทธิสุข. 2526. **กีฏวิทยาทางการแพทย์.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์บารมี.

สุทธาพันธ์ โพธิ์กำเนิด. 2544. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้สมุนไพรหนอนตายหยากผสมอาหารไก่เพื่อควบคุมหนอนแมลงวันในมูลไก่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหิดล.

สุธรรม อารีกุล. 2534. **พืชยาฆ่าแมลงของไทย. วารสารราชบัณฑิตยสถาน.** 16 (4): 45 – 67.

สุภาณี พิมพ์สมาน. 2532. **พืช:แหล่งของสารเคมีธรรมชาติในการป้องกันกำจัดแมลง. แก่นเกษตร.** 17 (6): 370 – 372.

สุระ รักความซื่อ. 2546. **ผลของสารสกัดแมงลักคา *(Hyptis suaveolens Linn.*Poit.) ต่อลูกน้ำยุงลาย (*Aedes aegypti*).** วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2542. **ปุ๋ยน้ำชีวภาพ.** ฝ่ายเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.

สุริยา สาสนรักกิจ. 2544. ปุ๋ยน้ำชีวภาพ: เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยปลาหมัก. ใน **รายงานการสัมมนาวิชาการการพัฒนาการใช้น้ำสกัดชีวภาพเพื่อการเกษตร วันที่ 24 กรกฎาคม 2538.** กรุงเทพมหานคร: สมาคมเทคโนโลยีพืชไร่. หน้า 5 – 13.

โสภณ รัตนสุมาวงศ์ และวีระวัฒน์ หาญบรรเจิด. 2522. **การศึกษาฤทธิ์ของน้ำสกัดรากหนอนตายหยากต่อการเกิดพลังประสาท.** รายงานการศึกษาเพื่อปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต. คณะแพทย์ศาสตรศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล.

อัจรา บุญหล้า. 2546. **ประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากข่าและขมิ้นชันในการไล่และฆ่ายุงลาย.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อาทิตย์ บัวระภา. 2545. **ความเป็นพิษของสารสกัดรากหนอนตายหยากและ *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* ต่อหนอนแมลงวันบ้าน.** วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

SAS Institute. 1996. **SAS User's Guide, Version 6.12.** Cary, N.C.: SAS Institute, Incorporate.

Stuart, G.A. 1911. **Chiness Meteria Medica : Vegetable Kingdom.** Shanghai.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ ชื่อสกุล	นางสาวชุลีพร วณิชกุลชัยพร
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สถาบันราชภัฏสวนสุนันทา ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2544
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2545 – 2550 เจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดซื้อ บริษัท ตะวันนา ไนท์บาซาร์ จำกัด