บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำต้นเรื่อง

ยุงเป็นแมลงชนิดหนึ่งที่เป็นพาหะนำโรคติดต่อที่เป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขของประเทศ (สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข, 2548) จากรายงานการสำรวจพบว่าทั่วโลกมียุงอยู่มากมายหลายพันชนิด ประมาณการว่ามีมากถึง 3,500 ชนิด (species) โดยในประเทศไทยมีมากกว่า 1,000 ชนิด (วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2523) ยุงบางชนิดแค่ก่อความรำคาญโดยการดูดกินเลือดคนและสัตว์เลี้ยงเป็นอาหารเท่านั้น แต่ก็มียุงอีกหลายชนิดซึ่งนอกจากจะดูดกินเลือดเป็นอาหารแล้วยังเป็นพาหะนำโรคร้ายแรงต่างๆ มาสู่คนและสัตว์อีกด้วย เช่น โรคไข้สมองอักเสบ (Japanese encephalitis) (Lichtenberg and Getz, 1985), โรคไข้เหลือง (yellow fever), โรคเท้าช้าง (filariasis) (Jones, 1978) โรคไข้เลือดออก (dengue haemorrhagic fever) และโรคไข้มาลาเรีย (malaria) (Fletcher *et al*., 1992) ซึ่งนับว่าเป็นอันตรายอย่างยิ่ง ยุงรำคาญหรือยุงบ้าน (*Culex* spp.) เป็นพาหะนำโรคไข้สมองอักเสบและทำความรำคาญแก่มนุษย์และสัตว์โดยทั่วไป (สมศักดิ์ พันธุวัฒนา, 2521 ข.) อัตราความชุกของโรคไข้สมองอักเสบปี พ.ศ.2547 ในประเทศไทย มีรายงานผู้ป่วยจำนวน 11 ราย เสียชีวิต 1 ราย อัตราป่วยตายร้อยละ 9.1 (สำนักระบาดวิทยา, กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2547) ยุงรำคาญชนิดที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Culex quinquefasciatus* Say เป็นสาเหตุของโรคผิวหนังอักเสบจากยุงกัด และโรคเท้าช้าง (Bancroftian filariasis) ซึ่งมีสาเหตุจากแรงงานชาวพม่าที่เข้ามาทำงานในประเทศไทย (กอบกาญจน์ กาญจโนภาศ, 2538) ในแรงงานพม่าพบผู้มีแอนติเจนของ *Wuchereria bancrofti* ในโลหิต จำนวน 9 ราย คิดเป็นอัตราการตรวจพบผู้มีแอนติเจนในโลหิต ร้อยละ 3.57 (กองโรคเท้าช้าง, กรมควบคุมโรคติดต่อ, 2545) ยุงพวกนี้เพาะพันธุ์ในน้ำสกปรก น้ำครำ ในท่อน้ำทิ้งในแอ่งน้ำสกปรกตามบริเวณบ้าน (สุภัทร สุจริต, 2523)

การกำจัดหรือควบคุมยุงพาหะนำโรคเป็นมาตรการหนึ่งที่ใช้ในการป้องกันและควบคุมโรค โดยสามารถทำได้หลายวิธีตั้งแต่การกำจัดระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ หรือตัวเต็มวัย การกำจัดยุงในระยะที่เป็นตัวเต็มวัยใช้วิธีการพ่นด้วยสารเคมีตามบ้านเรือนที่อยู่อาศัย หรือบริเวณที่สงสัยว่าเป็นแหล่งเกาะพัก แต่ยุงบางส่วนเท่านั้นที่ถูกสารเคมีโดยตรง ยุงส่วนใหญ่สามารถบินหนีไปได้ (สมบูรณ์ แสงมณีเดชและคณะ, 2547) จึงต้องดำเนินการในระยะที่เป็นลูกน้ำ (สมศักดิ์ วสาคารวะ, 2547) ในอดีตการกำจัดหรือควบคุมยุงพาหะนำโรคจะใช้วิธีทางเคมี (chemical control) โดยใช้

สารฆ่าแมลงซึ่งเป็นสารเคมีหลายชนิด ได้แก่ สารออร์กาโนคลอรีน, ออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาเมต (Bulla *et al*., 1975) แต่สารเคมีเหล่านี้ก็ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆรวมทั้งมนุษย์ด้วย และยังมีผลต่อระบบนิเวศในระยะยาว (อมเรศ ภูมิรัตนและคณะ, 2547) ปัจจุบันจึงนิยมหันมาใช้วิธีทางชีวภาพหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าชีววิธี (biological control) เป็นการควบคุมโดยใช้สิ่งมีชีวิตมาช่วยในการดำเนินการ (ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547)

การใช้แบคทีเรียเป็นวิธีทางชีวภาพวิธีหนึ่ง ในการควบคุมยุง โดยแบคทีเรียที่มีความสามารถพิเศษในการฆ่าลูกน้ำยุงได้แก่ *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*) โดย *Bacillus thuringiensis* serotype H-14 แสดงประสิทธิภาพในการฆ่าลูกน้ำสูงกว่า *Bacillus thuringiensis* สายพันธุ์ HD-1 (วุฒิพร พรหมขุนทอง, 2523) และแบคทีเรียที่มีชื่อว่า *Bacillus sphaericus* H-5 (*Bs*) ก็เป็นจุลินทรีย์ที่ได้รับการทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญได้ดีเช่นกัน (วิชัย คงงามสุขและคณะ, 2541) เมื่อแบคทีเรียถูกลูกน้ำกินเข้าไปในทางเดินอาหารและถูกย่อยสลายโดย น้ำย่อยที่เป็นด่าง สารพิษที่เป็นโปรตีนชนิดหนึ่งจะถูกปล่อยออกมาและเข้าไปทำลายยุง ทำให้ทางเดินอาหารเป็นอัมพาต และแบคทีเรียจะแพร่กระจายเข้าสู่ทางเดินโลหิตยุง ก่อให้เกิดการติดเชื้อทำให้ยุงตายก่อนเจริญเติบโตเป็นยุงตัวเต็มวัย (Weiser, 1991) จากการใช้มาเป็นเวลานานนั้นไม่มีรายงานถึงอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ทั้งนี้ แบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดมีความสามารถในการฆ่าลูกน้ำยุงแตกต่างกันออกไป โดย *Bti* จะสามารถฆ่าพวกลูกน้ำยุงก้นปล่องและยุงลายได้ดี ขณะที่ *Bs* จะฆ่าพวกลูกน้ำยุงรำคาญได้ดี (บุญเฮียง พรหมดอนกอย, 2547) ปัจจุบันได้มีการเสนอให้ใช้ *Bti* ร่วมกับ *Bs* ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญเพื่อป้องกันปัญหาการดื้อต่อ *Bs* (Thavara *et al*., 2001 ; Dechant and Devisetty, 2003 ; Mulla *et al*., 2003)

เนื่องจากวิธีการทางชีวภาพควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญในการใช้ *Bti* ร่วมกับ *Bs* ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญในประเทศไทยยังไม่เคยมีใครศึกษา จึงสนใจเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทดลองใช้ *Bti* ร่วมกับ *Bs* กับ *Bs* อย่างเดียวและ *Bti* อย่างเดียว ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ เพื่อเป็นข้อมูลในการประยุกต์ใช้ควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญอย่างเหมาะสมต่อไป

1.2 การตรวจเอกสาร

1.2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับยุงรำคาญ (*Culex* spp.)

ยุงรำคาญเป็นสัตว์ใน Phylum Arthropoda จัดอยู่ใน Class Insecta, Order Diptera และ Family Culicidae เป็นแมลงขนาดเล็กลำตัวยาว 3-6 มิลลิเมตร มีปีก 1 คู่ หนวดยาว ขนที่หนวดของ

ตัวเมียสั้นกว่าตัวผู้ ปากเป็นชนิดเจาะดูด (ชื่นจิต ชาญชิตปรีชาและประพัฒน์ เป็นตามวา, 2546)

ยุงในสกุลนี้ที่สำคัญทางการแพทย์มี 5 ชนิด (ทวี หอมชง, 2543) คือ

1) *Culex p. fatigans* หรือ *Culex quinquefasciatus* Say

2) *Culex pipiens*

3) *Culex tritaeniorhynchus*

4) *Culex gelidus*

5) *Culex fascocephalus*

โดยยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* Say) หรือ nuisance mosquito มีชื่อเดิมทางวิทยาศาสตร์ว่า *C. pipiens fatigans* เป็นยุงที่พบได้ทั่วไปในเมืองหรือชุมชนแออัด ปัจจุบันยุงรำคาญเป็นที่น่าสนใจเนื่องจากขึ้นชื่อในด้านการกัด ก่อกวน และสร้างความรำคาญแก่มนุษย์และสัตว์เลี้ยง ยุงรำคาญมีลำตัวสีน้ำตาลบอบบาง มีขนาดเล็ก ไม่มีลวดลายตามตัว มีมากที่สุดในจำนวนยุงทั้งหมด วางไข่ในแหล่งน้ำทุกชนิด ตัวเต็มวัยออกหากินทั้งกลางวันและกลางคืน แต่ส่วนใหญ่ออกหากินตอนค่ำ มีชุกชุมทั่วไปในเขตร้อนมีจำนวนมากในแอฟริกาและเอเชีย พบมากในแหล่งชุมชนแออัดและในเขต ชุมชนเมือง (วิชัย คงงามสุขและคณะ, 2541) เนื่องจากแหล่งน้ำขังเหล่านี้มีปริมาณแก๊สออกซิเจนละลายอยู่น้อยมากเพียง 0.2 - 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตรเท่านั้น น้ำเสียเหล่านี้จะมีสารอินทรีย์แขวนลอยปะปนอยู่มาก และมีความต้องการออกซิเจนเพื่อสลายตัว (BOD) มากถึง 150 - 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งโดยความเป็นจริงแล้วในน้ำมีจุลินทรีย์ในธรรมชาติที่เป็นอันตรายและไม่เป็นอันตรายอยู่แล้ว จุลินทรีย์เหล่านี้จะช่วยย่อยสารอินทรีย์เหล่านั้น แต่เนื่องจากปริมาณของสารอินทรีย์ต่างๆ ที่ไหลลงไปมากเกินไปจนเกินความสามารถของแหล่งน้ำนั้นจะรับไหว ธรรมชาติของน้ำก็ต้องกลายเป็นน้ำเสีย ซึ่งเป็นแหล่งอาหารอย่างดีของลูกน้ำยุงรำคาญ ทำให้ยุงรำคาญสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว (ประคอง พันธ์อุไร, 2547) ยุงในตระกูล *Culex* spp. หลายชนิดมีความสำคัญในทางสาธารณสุข เพราะเป็นแมลงพาหะนำโรคติดเชื้อที่สำคัญมาสู่คน เช่น โรคไข้สมองอักเสบ (Japanese encephalitis) โรคไวรัสไข้เลือดออกชิกุนกุนย่า (สุภัทร สุจริต, 2531)

1.2.2 ชีววิทยาของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)

ยุงรำคาญมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) ประกอบด้วย 4 ระยะ คือ ระยะเป็นไข่ ระยะลูกน้ำหรือตัวอ่อน ระยะตัวโม่งหรือดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)

1.2.2.1 ระยะเป็นไข่ (egg)

ยุงรำคาญวางไข่เป็นแพ (raft) บนผิวน้ำ หรือตามขอบของแหล่งน้ำเน่าเสียที่น้ำขังนิ่ง ยุงวางไข่ครั้งละประมาณ 100 ฟอง แรกๆ สีขาว ภายในครึ่งชั่วโมงกลายเป็นสีดำ ระยะ

ฟักไข่ใช้เวลาประมาณ 1-3 วัน ในการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์เพื่อฟักเป็นตัวอ่อน ไข่ยุงมีขนาดเล็กมากประมาณ 1 มิลลิเมตรเท่านั้น แต่ก็ยังสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (บุญเฮียง พรหมดอนกอย, 2547) ไข่ไม่สามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ ถ้าอยู่ในสภาพแห้งไข่จะฝ่อและตัวอ่อนภายในจะตาย (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545) (ภาพประกอบ 1)

ภาพประกอบ 1 ลักษณะไข่ของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)

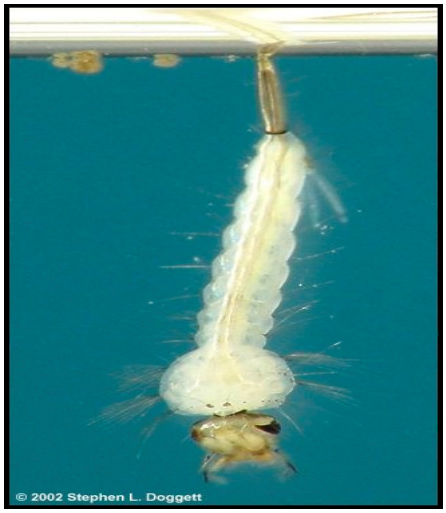
1.2.2.2 ระยะตัวอ่อนหรือลูกน้ำ (larva)

ลักษณะโดยทั่วไป ลูกน้ำยุงรำคาญมีส่วนหัวเจริญดี ด้านข้างของหัวมีตารวม นอกจากนี้มีตาเดี่ยวซึ่งตั้งอยู่ด้านหลังของตารวม ตาเดี่ยวมีขนาดเล็กกว่าตารวม ส่วนปากของลูกน้ำถูกดัดแปลงไปเพื่อใช้สำหรับการเคี้ยว บนส่วนหัวบริเวณใกล้ปากมีกระจุกขนหนาแน่นเรียกว่า feeding brush การเคลื่อนไหวของกระจุกขนเหล่านี้จะช่วยพัดพาเอาน้ำและอาหารที่มีขนาดเล็กมากเข้าสู่ปาก ส่วนอกทั้งสามปล้องของลูกน้ำยุงจะรวมกัน แล้วสร้างเป็นส่วนอกที่มีปลายมน ถัดจากส่วนอกเป็นส่วนท้องซึ่งมีทั้งหมด 9 ปล้อง ที่ปลายของปล้องสุดท้ายมี anal tracheal gill 4 อัน ด้านบนของปล้องสุดท้ายมีขนเกี่ยว (clinging bristle) ซึ่งมีลักษณะยาวและเป็นตะขอช่วยทำให้ลูกน้ำสามารถแขวนตัวกับผิวน้ำได้ ด้านล่างของปล้องสุดท้ายจะมี รูหายใจ (spiracle) ท่อหายใจ (siphon) ซึ่งยื่นออกมาจากด้านบนของปล้องท้องปล้องที่ 8 ลักษณะเรียวยาว รูเปิดของท่อหายใจจะถูกปิดโดยลิ้นแข็ง (chitinous valves หรือ spiracular valves) และกลุ่มของขนแข็งๆ ซึ่งเรียกว่า ventral brush ขึ้นอยู่ด้านล่างท่อหายใจหลายกระจุก ลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ที่หัวจะมีขน 3 กระจุกหรือมากกว่านั้น กระจุกละ 5-6 เส้น ด้านล่างของปล้องท้องจะมีขนเป็นกระจุก และด้านข้างจะมีลักษณะเป็นฟัน ส่วนความยาวของลำตัวจะยาว 5 เท่าของความกว้าง (Rattanaritikul, 1994)

เมื่อลูกน้ำกินอาหารและหายใจ จะโผล่มายังผิวน้ำโดยการช่วยของ clinging bristle ลูกน้ำจะแขวนตัวกับผิวน้ำโดยเอาหัวลงไปในน้ำและส่วนของลำตัวทำมุมกับผิวน้ำบนด้านข้างแต่ละด้านของท่อหายใจจะมีแถวของหนามแหลม (spine) ประมาณ 12-15 อัน เรียกว่า pecten บนปล้องท้องที่ 8 จะมีแถวของหนามแหลมซึ่งเรียกว่า comb scale จำนวน 4 แถว ลักษณะของ pecten และ comb scale ของลูกน้ำยุงรำคาญสามารถนำมาใช้จำแนกชนิดได้ โดยลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) จะมีลักษณะสำคัญ คือ siphon ยาวกว่า saddle ไม่มี median labral plate และแยกจาก dorsal apotome (ภาพประกอบ 2)

ลูกน้ำยุงรำคาญจะกินพวกจุลินทรีย์และอินทรียวัตถุอื่นๆในน้ำ อาหารถูกนำเข้าสู่ปากโดยการช่วยเหลือของขนยาวที่มีลักษณะคล้ายพู่กัน เรียกว่า feeding brush โดยอาหารจะถูกพัดเข้าไปในคอหอยจากนั้นจึงถูกดูดเข้าสู่หลอดอาหาร

ลูกน้ำยุงรำคาญลอกคราบทั้งสิ้น 4 ครั้ง การลอกคราบครั้งสุดท้ายจะกลายเป็นดักแด้หรือตัวโม่ง การเจริญเติบโตของลูกน้ำอย่างสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 7-10 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม อาหาร และฮอร์โมนในตัวของลูกน้ำ (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)



ภาพประกอบ 2 ลักษณะลูกน้ำของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)
(ที่มา : http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/mosquitophotos_culex.htm)

1.2.2.3 ระยะดักแด้หรือตัวโม่ง (pupa)

ภายหลังการลอกคราบครั้งที่ 4 ลูกน้ำจะเจริญเป็นตัวโม่ง ซึ่งเป็นระยะที่ไม่กินอาหาร ระยะตัวโม่งสั้นมาก ประมาณ 1-3 วัน (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2538)

ลักษณะโดยทั่วไปของตัวโม่งยุงรำคาญเป็นแบบ obtectate pupa ซึ่งระยางค์จะติดกับลำตัวเป็นเนื้อเดียวกัน และมีรูปร่างคล้ายเครื่องหมายจุลภาค (comma) ส่วนหัวและส่วนอกของตัวโม่งจะรวมกันแล้วสร้างเป็นก้อนกลมมน ซึ่งเรียกว่า cephalothorax ใต้ cephalothorax เป็นส่วนท้องซึ่งมีลักษณะแบนและโค้งจากด้านบนถึงปลายด้านล่าง บนส่วนหัวของตัวโม่งจะพบตาแบบธรรมดา และตารวมซึ่งกำลังเจริญของตัวเต็มวัย บนปล้องท้องปล้องที่ 9 มีพายเป็นแผ่นแบน (paddle) 2 อัน ซึ่งช่วยในการเคลื่อนไหว ตัวโม่งจะหายใจโดยผ่านทางท่อหายใจซึ่งเรียกว่า respiratory horn หรือ respiratory trumpet จำนวน 1 คู่ ที่มีลักษณะยาวเรียวตั้งอยู่ด้านบนของ cephalothorax (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545) (ภาพประกอบ 3)

ภาพประกอบ 3 ลักษณะตัวโม่งของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*)
(ที่มา : http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/mosquitophotos_culex.htm)

1.2.2.4 ระยะตัวเต็มวัย (adult)

ลักษณะโดยทั่วไป ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) ส่วนหัวประกอบด้วยหนวดซึ่งประกอบด้วยปล้อง 14-15 ปล้องและเห็นได้ชัดเจน scutellum แบ่งเป็น 3 พู (trilobe) ชัดเจน แต่ละพู (lobe) จะมีขนแข็ง (bristle) ออกมา แต่จะมีบริเวณที่ไม่มีขนระหว่าง lobe ส่วนท้องจะถูกปกคลุมด้วยเกล็ด ในยุงตัวผู้หนวดมีขนยาวลักษณะเป็นแบบ plumose และในยุงตัวเมีย หนวดมีขนสั้นแบบ pilose (สุภัทร สุจริต, 2531)

ส่วนปากของยุงตัวเต็มวัยตัวเมียเป็นปากแบบเจาะดูด (Piercing-sucking type) ประกอบด้วย epipharynx, hypopharynx, mandible และ maxillae ปลอกหุ้ม stylets จะประกอบด้วย

อวัยวะ 6 เส้น ประกบกัน คือ mandible 2 เส้น maxillae 2 เส้น epipharynx และ hypopharynx อย่างละ 1 เส้นที่ hypopharynx จะมีช่องของน้ำลายออกจากต่อมน้ำลายด้วย (ภาควิชากีฏวิทยา, 2542) นอกจากนี้ส่วนปากยังพบระยางค์ปาก (maxillary palpi) 1 คู่ ซึ่งเป็นโครงสร้างที่มีความสำคัญในการแยกชนิดต่างๆ ของยุง ระยางค์ปากนี้มีความยาวน้อยกว่า proboscis มาก (ภาพประกอบ 4) แต่ในยุงตัวผู้ ระยางค์ปากมีความยาวมากกว่า proboscis แต่ส่วนปลายไม่มีลักษณะเป็นกระบอง ระยางค์ปากของยุงทั้ง 2 เพศมีขน (hair) (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545) จะมีลักษณะสำคัญ คือ proboscis ไม่มีแถบขาว เกล็ดบน scutum เป็นเส้นเล็ก ๆ สีน้ำตาลทอง และสีของ basal bands บนปล้องท้อง (tergites) ทุกปล้องไม่เข้ม เป็นยุงสีน้ำตาลขนาดกลาง (Rattanaritikul, 1994) (ภาพประกอบ 5)

ยุงรำคาญบินไม่ไกลประมาณ 100 เมตร ภายในเวลา 24-36 ชั่วโมงผสมพันธุ์แล้วออกกินเลือดในเวลากลางคืนและกัดคนในบ้าน โดยยุงรำคาญเกาะพักทั้งในบ้านและนอกบ้าน (สัมฤทธิ์ สิงห์อาษา, 2540)

ภาพประกอบ 4 ลักษณะตัวเต็มวัยของยุงรำคาญเพศเมีย (Female *C. quinquefasciatus*)
(ที่มา : http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/mosquitophotos_culex.htm)

ภาพประกอบ 5 ลักษณะตัวเต็มวัยของยุงรำคาญเพศผู้ (Male *C. quinquefasciatus*)
(ที่มา : http://www.arbovirus.health.nsw.gov.au/areas/arbovirus/mosquit/photos/mosquitophotos_culex.htm)

1.2.3 แหล่งเพาะพันธุ์ยุงรำคาญ

ยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) จะวางไข่ ในแหล่งน้ำขังตามที่ต่างๆ ได้แก่ บนผิวน้ำเสียตามท่อระบายน้ำ แอ่งขังน้ำ ใต้ถุนบ้านและตามคูคลองระบายน้ำ (วิชัย คงงามสุขและคณะ, 2541) น้ำเน่าที่มีสารอินทรีย์สูงเช่น ท่อน้ำทิ้ง ขนาดตั้งแต่ 2-3 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถึง 2-3 ลูกบาศก์เมตร อยู่ได้ทั้งที่ร่มและกลางแดด ในภาชนะที่ยุงลายไข่ เช่น ยางรถยนต์เก่าๆ ตุ่มใส่น้ำก็พบยุงรำคาญ (สัมฤทธิ์ สิงห์อาษา, 2540) อาจวางไข่ได้แม้ในน้ำที่สกปรกบนพื้นดินหรือโคลน (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2538)

จากการศึกษาผลของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารสำเร็จรูปในนิคมอุตสาหกรรมบางปูต่ออัตราการอยู่รอดของลูกน้ำยุง พบว่าบริเวณภายในนิคมอุตสาหกรรมบางปูพบยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ชุกชุมมากที่สุด น้ำที่มี BOD สูง ระหว่าง 50-200 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนมากมีสภาพเหมาะสมพอที่จะให้ยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) วางไข่และเจริญเติบโตได้ดีกว่าน้ำที่มี BOD ต่ำ โดยยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) สามารถวางไข่และอยู่รอดจนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในน้ำจากหน้าโรงงานอาหารสำเร็จรูป บ่อบำบัดน้ำเสียและคลองรับน้ำหลังการบำบัด ได้ดีกว่าน้ำจากภายนอกนิคมอุตสาหกรรมบางปูและน้ำประปา (พรทิพย์ โกวิชัย, 2537)

1.2.4 การควบคุมยุงรำคาญ

อาจแบ่งการควบคุมออกได้ดังนี้

1.2.4.1 การควบคุมแหล่งเพาะพันธุ์ (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2538)

เป็นวิธีการที่ใช้ได้ถาวร เพราะยุงไม่สามารถวางไข่หรือวางไข่แล้วไข่นั้นไม่สามารถเจริญเป็นตัวยุงได้ เพราะไม่มีน้ำ สามารถทำได้โดย

1.2.4.1.1 ถมที่ลุ่มซึ่งมีน้ำขัง

1.2.4.1.2 ระบายน้ำหรือเทน้ำออกจากพื้นที่ หรือภาชนะที่มีน้ำขังทุกชนิด

1.2.4.1.3 ให้สุขศึกษาแก่ประชาชน ให้กำจัดแหล่งเพาะพันธุ์ หรือสิ่งที่น่าจะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์

1.2.4.2 การควบคุมยุงตัวเต็มวัย

เนื่องจากตัวยุงชอบหลบพักอยู่ในบริเวณใต้ชายคาที่ค่อนข้างอับและชื้น ดังนั้น การควบคุมยุงรำคาญสามารถดำเนินการได้ทั้งบริเวณแหล่งเกาะพัก บริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ และขณะบินออกหากินในเมืองและชุมชน โดย

1.2.4.2.1 การปรับสภาพแวดล้อม

ได้แก่ การทำความสะอาดบ้านอยู่อาศัยเพื่อไม่ให้เป็นที่อยู่และแหล่งเพาะพันธุ์ของตัวยุงโดยการจัดข้าวของให้เป็นระเบียบ รองเท้าควรเก็บให้มิดชิด เพราะยุงรำคาญชอบหลบซ่อนในรองเท้าและถุงเท้าที่ใช้แล้ว (ณรงค์ ณ เชียงใหม่, 2538)

1.2.4.2.2 การใช้สารเคมี

พ่นเพื่อกำจัดตัวยุง เมื่อมีความจำเป็นที่จะต้องพ่น (สมศักดิ์ วสาคารวะ, 2547)

1.2.4.3 การควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ

1.2.4.3.1 วิธีทางกายภาพ (Physical Control) (สมศักดิ์ วสาคารวะ, 2547)

ทำได้หลายวิธี ขึ้นกับแหล่งเพาะพันธุ์นั้น ๆ เช่น

- การเก็บขยะในแหล่งน้ำขัง เพื่อจะได้ไม่เป็นอาหารของลูกน้ำและเป็นที่หลบซ่อนของลูกน้ำ
- การกำจัดต้นหญ้าที่อยู่ริมขอบบ่อ
- การทำให้ทางระบายน้ำไหลได้สะดวก
- การถมหรือระบายน้ำออกจากแหล่งน้ำที่ไม่จำเป็นเพื่อลดแหล่งเพาะพันธุ์ให้น้อยลง

1.2.4.3.2 วิธีทางเคมี (Chemical Control)

เป็นการใช้สารเคมีรูปแบบต่างๆ ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ สารเคมีที่นำมาใช้เป็นสารฆ่าแมลง (insecticides) ในปัจจุบันมีการใช้กันเป็นจำนวนมากและถูกจัดให้เป็นวัตถุมีพิษ ตามพระราชบัญญัติวัตถุมีพิษ พ.ศ.2510 ซึ่งอยู่ในความรับผิดชอบของกระทรวงต่างๆ 3 กระทรวง คือ กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงสาธารณสุข (สมศักดิ์ วสาคารวะ, 2547) ควรเลือกใช้เป็นวิธีสุดท้าย และใช้อย่างระมัดระวัง เพราะสารเคมี

บางชนิดอาจจะไปทำอันตรายต่อสัตว์และตัวอ่อนแมลงที่มีประโยชน์ในน้ำได้ ดังนั้นจะต้องเลือกชนิดที่มีพิษน้อยต่อสัตว์อื่นและสภาพแวดล้อม (อภิวัฏ ธวัชสิน, 2545)

1.2.4.3.3 วิธีทางชีวภาพ (Biological Control)

เป็นการควบคุมกำจัดยุงพาหะนำโรคโดยใช้สิ่งมีชีวิตมาช่วยในการดำเนินการ (Baldwin, 2004) ได้แก่

- การใช้ลูกน้ำยุงยักษ์กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ (สมศักดิ์ วสาคารวะ, 2547)
- การปล่อยปลากินลูกน้ำในแหล่งเพาะพันธุ์ของยุง เช่น ปลาหางนกยูง ปลาแกมบูเซีย (Charles *et al*., 2004)
- การใช้แบคทีเรีย เชื้อรา พยาธิที่เป็นปรสิต ไปทำให้ลูกน้ำยุงป่วยตาย ซึ่งแบคทีเรียที่ใช้ ได้แก่ *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*) (Misch, 1986), *Bacillus sphaericus* (*Bs*) (de Barjac and Sutherland, 1990)

1.2.5 การใช้แบคทีเรียในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ

แบคทีเรียที่ใช้ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญได้แก่ *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*) และ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) โดยจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิดดังกล่าวมี toxin ที่เรียกว่า Delta endotoxin ซึ่งจะถูกสร้างขึ้นเมื่ออยู่ในสภาวะที่จุลินทรีย์กำลังจะเปลี่ยนจาก vegetative form ไปสู่ spore form โดยจุลินทรีย์ที่นำไปใส่ในแหล่งน้ำต้องมี spore form จำนวนมาก จะมีประสิทธิภาพกำจัดลูกน้ำได้ดี (ประคอง พันธุ์อุไร, 2547)

1.2.5.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*)

Bacillus thuringiensis subsp. *israelensis* (*Bti*) เป็นแบคทีเรียที่ต้องใช้อากาศ (aerobic bacteria), ทรงรูปแท่ง (bacillus), ย้อมได้กรัมบวก (Misch, 1986) เป็นแบคทีเรียที่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติ และไม่ก่อโรค (non-pathogenic bacteria) โดยสร้างเอนโดสปอร์ (endospore) ขนาดใหญ่รูปกลมรี ภายในเซลล์มีส่วนที่เป็นสารพิษมีฤทธิ์ต่อแมลง คือ protein inclusion ซึ่งได้แก่ delta-endotoxin หรือ parasporal crystal โดย *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* serotype H-14 จะมีผลึก (crystal) รูปกลม โดยผลึกดังกล่าวประกอบด้วย polypeptide ขนาด 28 kilo-Dalton, 68 kilo-Dalton และ 130 kilo-Dalton โดยที่ขนาด 28 kilo-Dalton เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเป็นพิษอย่างเฉพาะเจาะจงที่ทางเดินอาหารของตัวอ่อนแมลง (de Barjac and Sutherland, 1990) นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารฆ่าแมลงในปี ค.ศ. 1983 โดย Environmental Protection Agency ประเทศสหรัฐอเมริกา เนื่องจากเป็นพิษเจาะจงต่อลูกน้ำยุง (Walker, 2002) แต่มีพิษต่ำต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม (Plant and Pesticides Regulator Division, 2004)

ได้มีการศึกษาประสิทธิภาพในการทำลายลูกน้ำยุงของ *Bacillus thuringiensis* สายพันธุ์มาตรฐานจำนวน 26 สายพันธุ์ โดยทดสอบกับลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) พบว่ามีแบคทีเรียเพียง 5 สายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ได้แก่ สายพันธุ์ใน subspecies *entomodicus*, *israelensis*, *kurstaki* (HD-1), *kyushuensis* และ *tolworthi* ซึ่งสามารถทำลายลูกน้ำยุงรำคาญในระดับ LC_{50} $4.30x10^2$ ถึง $2.50x10^5$ เซลล์/มล. โดย *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* เป็นสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการทำลายลูกน้ำยุงรำคาญโดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ $4.30x10^2$ เซลล์/มล. (ศุภยางค์ วรวุฒิคุณชัยและคณะ, 2533)

1.2.5.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ *Bacillus sphaericus* (*Bs*)

Bacillus sphaericus (*Bs*) เป็นแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจน (aerobic bacteria) (Smith *et al*., 2004) รูปแท่งติดสีม่วง ย้อมได้กรัมบวก เป็นแบคทีเรียที่สร้างเอนโดสปอร์ ซึ่งมีรูปร่างกลม โดย *Bs* สร้างโปรตีนระหว่างการสร้างเอนโดสปอร์ เอนโดสปอร์และผลึกอยู่รอบๆ ถุงเอนโดสปอร์ สารประกอบเชิงซ้อนของเอนโดสปอร์และผลึกเป็นพิษต่อกลุ่มของลูกน้ำยุงโดยเฉพาะ *Culex* sp. แต่มีพิษน้อยต่อ *Anopheles* sp. และ *Aedes* sp. (Skovmand and Guillet, 2000) *Bacillus sphaericus* (*Bs*) สามารถพบในแหล่งน้ำตามธรรมชาติทั่วไป ทั่วโลก โดย Environmental Protection Agency ประเทศสหรัฐอเมริกาเริ่มใช้กำจัดลูกน้ำยุงหลายชนิดในปี ค.ศ. 1991 เนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย (non-target organism) (Pham *et al*., 1998)

1.2.5.3 ทางเข้าสู่ลูกน้ำยุงรำคาญของแบคทีเรีย เกิดได้ 3 ทาง

1.2.5.3.1 ทางผิวหนัง

1.2.5.3.2 ทางท่ออากาศ

1.2.5.3.3 ทางปาก ซึ่งมักพบเกิดขึ้นมากที่สุด (เลาจนา เชาวนาดิสัย, 2544)

1.2.5.4 กระบวนการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ

ลูกน้ำยุงรำคาญที่อยู่ในแหล่งเพาะพันธุ์จะกินจุลินทรีย์หรือสารอินทรีย์เล็ก ๆ ต่าง ๆ โดยอาศัยการกระพือของ mouth brush ปัดเอาจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เข้าปาก ระหว่างระยะการสร้างเอนโดสปอร์ของวงจรชีวิตของแบคทีเรีย มันจะผลิตผลึกโปรตีนซึ่งมีพิษเฉพาะเจาะจงต่อลูกน้ำยุง ผลึกโปรตีนที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นนี้จะถูกลูกน้ำยุงกินเข้าไป และในทางเดินอาหารของลูกน้ำซึ่งมีค่าความเป็นกรด-เบสประมาณ 8 ส่งผลให้เอนไซม์บางตัวจะทำการย่อยให้เปลือกของเอนโดสปอร์หลุดออก ผลึกจะถูกละลายและเปลี่ยนแปลงเป็นโมเลกุลโปรตีนที่เป็นพิษไปทำลายผนังของกระเพาะของยุง โดยโปรตีนสารพิษซึ่งมีขนาดน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 28-120 kilo-Dalton มีความว่องไวและจับกับผนังเซลล์บุลำไส้บางจุดที่เป็นตัวรับ (receptor) จะบวมพองขึ้น (de Barjac and Sutherland, 1990) โดยแบคทีเรียมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์สร้างน้ำย่อย เป็น

เหตุให้การย่อยอาหารผิดปรกติ ลูกน้ำอาจตายได้เพราะสูญเสียธาตุอาหาร แบคทีเรียสามารถสร้างเอนไซม์ทำลายนิวเคลียสของเซลล์น้ำย่อย ทำให้เซลล์แตกและมีรูรั่ว ดังนั้น เมื่อเซลล์รอบท่ออาหารของลูกน้ำยุงถูกทำลายแบคทีเรียจึงมีโอกาสที่จะซึมผ่านเข้าไปในช่องว่างของลำตัว ทวีจำนวนในระบบเลือด (bacteraemia) หรือ ทำให้เลือดเป็นพิษ (septicaemia) ในขณะเดียวกัน การซึมผ่านของของเหลวในระบบทางเดินอาหารและระบบเลือด ทำให้สภาวะความเป็นกรดเป็นด่างภายในทางเดินอาหารและระบบเลือดเสียสมดุลย์ และเนื่องจากเลือดของแมลงมีคุณสมบัติเป็น buffer ต่ำมาก ดังนั้นหากระดับความเป็นกรดเป็นด่างในเลือดเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย ก็สามารถเป็นเหตุให้เกิดอาการอัมพาตได้ เมื่อเป็นโรคมากๆ เนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ ถูกทำลาย เกิดการสูญเสียน้ำจากเซลล์ และอาจรุนแรงจนทำให้ลูกน้ำตายได้ในที่สุด (Charles *et al*., 2000)

ผลิตภัณฑ์ทางการค้าของ *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* (*Bti*) และ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) ถูกนำมาใช้เนื่องจากมีความสามารถสูงในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) และสามารถใช้ได้ดีในน้ำเน่าเสีย โดย *Bs* จะนำมาใช้ควบคุมยุงได้ดีในพื้นที่เมือง (Regis *et al*., 2000)

แบคทีเรียที่ใช้กำจัดลูกน้ำยุงนั้น โปรตีนฆ่าลูกน้ำยุงจากแบคทีเรียจะทำงานได้ในสภาวะด่างในทางเดินอาหารของลูกน้ำเท่านั้น ส่วนในสภาวะกรด เช่น ในกระเพาะอาหารคนจะถูกทำลาย และจากค่า Oral LD_{50} ของแบคทีเรีย ซึ่งสูงกว่า 30,000 mg/kg เพราะฉะนั้น ถ้าคนหนัก 50 กิโลกรัม จะต้องกินแบคทีเรีย 1,500,000 มิลลิกรัม หรือ 1.5 กิโลกรัม อาจจะมีโอกาสตาย 50 % แสดงว่ามีพิษต่ำมาก (เลาจนา เชาวนาดิสัย, 2544)

1.2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2521 ได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของ *Bacillus sphaericus* (*Bs*) โดยมีรายงานการทดลองภาคสนามในการใช้จุลินทรีย์ที่สร้างเอนโดสปอร์ควบคุมและกำจัดยุงพาหะในประเทศไทย โดยใช้แบคทีเรียชนิด *B. sphaericus* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์สารที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับใช้ควบคุมลูกน้ำยุง และมีฤทธิ์ที่จำเพาะต่อลูกน้ำยุงบางชนิดเท่านั้น โดยไม่มีฤทธิ์ข้างเคียงต่อสิ่งมีชีวิตที่มีกระดูกสันหลังรวมทั้งคนด้วย และได้ทำการทดลองผลิตจุลินทรีย์สารจากแบคทีเรียชนิดนี้ขึ้นเองเพื่อพัฒนาหารูปแบบของผลผลิตที่เหมาะสมที่จะใช้ในการใส่ในแหล่งเพาะพันธุ์ยุงชนิดที่เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญในประเทศ ผลของการวิจัย พบว่า ผลิตภัณฑ์ในลักษณะที่ทำเป็นก้อนลอยน้ำได้และใช้จุลินทรีย์สารที่เคลือบอยู่กับก้อนลอยนั้นค่อยๆสลายตัวออกมาเหมาะสมต่อการใช้ควบคุมลูกน้ำยุงกลุ่ม *Culex* และ *Anopheles* โดยที่สามารถมีฤทธิ์คงทนอยู่ในแหล่งน้ำขังนิ่งประมาณ 3 สัปดาห์ แต่จะมีฤทธิ์อยู่ในแหล่งน้ำไหลได้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณและความเร็วของกระแสน้ำ (สมศักดิ์ พันธุวัฒนา, 2521 ก.)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2541 มีรายงานการพัฒนาการผลิตจุลินทรีย์สายพันธุ์ท้องถิ่น *Bacillus sphaericus* H.5 เพื่อใช้กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ โดย *Bs* H.5 สายพันธุ์กาญจนบุรี เป็นจุลินทรีย์ที่ทดสอบแล้วว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญได้ดี จึงนำมาพัฒนาการผลิตด้วยเทคโนโลยีการหมักใช้ถั่วเหลือง เนื้อบด และผงยีสต์เป็นอาหารเลี้ยงเชื้อ หมักเป็นระยะเวลา 120 ชั่วโมง ได้ผลผลิต 1.5 กรัมต่อลิตร นำผลผลิตในรูปผงมาทดสอบโดยวิธีมาตรฐาน พบว่ามีพิษต่อลูกน้ำยุงรำคาญเท่ากับ 500 ITU/mg สำหรับน้ำเลี้ยงเชื้อที่ผลิตได้ เมื่อนำไปทดลองควบคุมยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในแหล่งเพาะพันธุ์ธรรมชาติ ในอัตราส่วน 1 ลิตรต่อพื้นที่ผิวน้ำ 6 ตารางเมตร พบว่าสามารถลดปริมาณความชุกชุมของลูกน้ำยุงรำคาญในระดับ 90% ได้นาน 2 สัปดาห์ และมีข้อสังเกตว่า *Bs* H.5 นอกจากจะกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญได้ดีแล้ว ยังปรับสภาพน้ำเสียให้ดีขึ้นอีกด้วย (วิชัย คงงามสุขและคณะ, 2541)

นอกจากนี้ได้มีรายงานการนำ *Bacillus sphaericus* มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงในพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วโลก ดังต่อไปนี้

ปี พ.ศ. 2540 มีรายงานการควบคุมยุงภายในบริเวณกระทรวงสาธารณสุขเนื่องในพิธีเปิดกระทรวง ได้ใช้กลวิธีผสมผสานทั้งการควบคุมยุงตัวเต็มวัย และลูกน้ำ โดยการควบคุมลูกน้ำรวม 4 ครั้ง โดยใช้จุลินทรีย์ *B. sphaericus* และสาร Abate 10% EC ในแหล่งเพาะพันธุ์น้ำสะอาดและสกปรกตามลำดับ การควบคุมยุงตัวเต็มวัยใช้สารเคมี Deltacide กับเครื่องพ่นหมอกควันชนิดติดตั้งบนรถยนต์พ่นรอบบริเวณกระทรวงสาธารณสุข และใช้สารเคมี Aqua Resigen กับเครื่องพ่นสารเคมีชนิดฝอยละออง ติดตั้งบนรถยนต์ และแบบสะพายเน้นการควบคุมตามมุมอับ ท่อระบายน้ำ สุมทุมพุ่มไม้ที่รถยนต์เข้าไม่ถึง จากการประเมินผลก่อนและหลังการควบคุมโดยการจับยุงที่ใช้คนเป็นเหยื่อล่อ พบว่าก่อนพ่นเคมียุงมีอัตราความหนาแน่นระหว่าง 20.66-77.33 ตัว/คน/ชม. หลังการพ่นในวันพิธีเปิดกระทรวง ผลการศึกษาและสอบถามจากผู้เข้าร่วมพิธีไม่พบว่ามียุงเลย แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการ ควบคุมโดยวิธีผสมผสานที่ให้ผลดียิ่ง (ฐากร หลิมรัตน์, 2540)

ปี ค.ศ. 1991 มีรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของ *Bacillus sphaericus* 2362 (Vectolex®) ในการควบคุม *Mansonia* spp. โดยทดสอบในลูกน้ำ 2 กลุ่มอายุ ได้แก่ ระยะที่ 1 และ 2 และระยะที่ 3 และ 4 ภายใน 24 ชม. พบว่า LC_{50} ของทั้งสองกลุ่มอายุของ *M. boneae* สูงกว่า *M. dives* และการทดสอบภาคสนามขนาดเล็กที่หมู่บ้านเคร็ง อำเภอชะอวด นครศรีธรรมราช พบว่าปริมาณการลดลงของ *Mansonia* spp. 100% เกิดขึ้นหลังจากให้ *Bs* ไปแล้ว 9 วัน (Petcharat, 1991)

ปี ค.ศ. 1996 มีรายงานการใช้ *Bs* H.5a5b ในปริมาณ 1 ก./ตร.ม. ทุกสัปดาห์ในแหล่งน้ำสกปรกที่ Goa ประเทศอินเดีย ในท่อน้ำทิ้ง, แอ่งน้ำครำ และส้วม เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ

(*C. quinquefasciatus*) พบว่ามีการลดลงของลูกน้ำและตัวเต็มวัยในกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.001$) (Kumer *et al*., 1996)

ปี ค.ศ. 1997 มีการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์ *Bs* Vectolex CG® และ Vectolex WDG® เพื่อใช้ควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในแหล่งน้ำสกปรก 4 แหล่งในประเทศไทย โดยใช้ Vectolex CG ปริมาณ 0.5 – 2 ก./ตร.ม. สามารถควบคุมลูกน้ำและตัวโม่งได้เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ และใช้ Vectolex WDG ซึ่งมีความแรงสูงกว่าในปริมาณ 0.1 – 0.5 ก./ตร.ม. สามารถควบคุมได้ 1 – 4 สัปดาห์หลังทดลอง ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการควบคุม ได้แก่ ปริมาณของสูตรผลิตภัณฑ์ที่ใช้, การตกตะกอน และปริมาณน้ำในแต่ละแหล่ง (Mulla *et al*., 1997)

ปี ค.ศ. 1999 มีรายงานการใช้ *Bs* 2362 WDG 2 สูตร ได้แก่ 630 ITU/mg ในปริมาณ 50 – 100 มก./ตร.ม. และ 350 ITU/mg ในปริมาณ 89 – 250 มก./ตร.ม. ในแหล่งน้ำสกปรกในประเทศไทย เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ระหว่างเดือนสิงหาคม 1997 – เดือนกรกฎาคม 1998 พบว่ามีการลดลงของลูกน้ำ 80 – 90% ไม่แตกต่างกันในทั้ง 2 สูตรผลิตภัณฑ์ นาน 1 – 4 สัปดาห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ ปริมาณที่ใช้, แหล่งที่อยู่อาศัยของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (Mulla *et al*., 1999)

ปี ค.ศ. 1999 มีรายงานการใช้ Spicbiomoss ซึ่งเป็นสูตรสำเร็จของ *Bs* ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในท่อระบายน้ำ, แอ่งน้ำขัง และส้วม ใน Pondicherry และท่อระบายน้ำใน Kochi, Kerela ปริมาณ 120 l/ha พบว่ามีการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) 80% ใน 6 – 13 วัน และ 3 – 8 วัน ในแอ่งน้ำขัง และส้วม ตามลำดับ และมีการลดลงของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) 1 – 4 วัน ในท่อระบายน้ำใน Pondicherry และ 2 – 9 วัน ใน Kochi (Mariappan *et al*., 1999)

ปี ค.ศ. 2000 มีรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของ *Bs* C3 – 41 ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ใน Dongguan, Guangdong ประเทศจีน เป็นเวลา 8 ปี พบว่า *Bs* C3 – 41 มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในช่วง 6 ปีแรก แต่เริ่มดื้อต่อการใช้ *Bs* C3 – 41 ในปีที่ 7 และ 8 จึงมีการใช้ *Bti* ในการควบคุมในพื้นที่ที่ลูกน้ำมีการดื้อต่อ *Bs* พบว่า การดื้อต่อ *Bs* ลดลงจาก 22.672 เป็น 5.67 เท่า หลังจากใช้ *Bti* เป็นระยะเวลา 6 เดือน (Yuan *et al*., 2000)

ปี ค.ศ. 2000 มีรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของ *Bacillus sphaericus* 2362 ในการควบคุมยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในปี 1991-1994 ในประเทศบราซิล เป็นเวลา 18 เดือน ในแหล่งน้ำ 2500 แหล่ง มีเนื้อที่ประมาณ 5-7 ตารางกิโลเมตร ในเขตพื้นที่เมืองใน Recife พบว่าความหนาแน่นของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในกลุ่มทดลองต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัย

สำคัญ และความหนาแน่นของยุงตัวเต็มวัยยังคงที่เป็นเวลา 5 เดือนหลังจากได้รับ *Bs* 2362 (Regis *et al*., 2000)

ในระหว่างปี 1999 และ 2000 ได้มีรายงานการใช้สารฆ่าแมลง *Bacillus sphaericus* 2362 WDG ปริมาณ 50-200 mg/m^2 ในชุมชนที่มีรายได้ต่ำในจังหวัดนนทบุรีเพื่อต้องการลดปริมาณยุงตัวเต็มวัยในพื้นที่ โดยในปี 1999 ที่ซอยจำปา ประชากรตัวอ่อนจะลดลงมากโดยเฉพาะการใช้ปริมาณที่สูง ระหว่างปี 2000 ที่วัดพิกุลมีการลดลงของลูกน้ำยุงหลังจากให้การทดลอง 5 ครั้ง โดยครั้งแรกใช้ปริมาณ 200 มก./ตร.ม. มีการลดลงของลูกน้ำ 24-73% (2-7 วัน หลังใส่) และการลดลงของตัวเต็มวัย 87-98% (2-6 สัปดาห์) ในครั้งที่ 2 และ 3 ใช้ปริมาณ 50 มก./ตร.ม. การลดลงของลูกน้ำและตัวเต็มวัยจะต่ำกว่าการใช้ปริมาณที่สูงกว่า ครั้งที่ 4 ใช้ปริมาณ 100 มก./ตร.ม. มีการลดลงของลูกน้ำ 18-33% แต่การลดลงของตัวเต็มวัย 80% และครั้งที่ 5 ใช้ปริมาณ 200 มก./ตร.ม. มีการลดลงของลูกน้ำ 18% แต่การลดลงของตัวเต็มวัย 80% แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้ *Bs* 2362 หลายครั้งจะส่งผลให้ประชากรยุงตัวเต็มวัยพัฒนาการดื้อต่อ *B. sphaericus* (Mulla *et al*., 2001)

ปี ค.ศ. 2003 มีการศึกษาเพื่อค้นหาวิธีการป้องกันการดื้อต่อ *Bs* ของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในชุมชนที่มีรายได้ต่ำ 3 ชุมชนในจังหวัดนนทบุรี ประเทศไทย โดยในชุมชนแรก พบว่าลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ดื้อต่อ *Bs* มากกว่าการใช้ *Bti* อย่างเดียว หรือการใช้ *Bti* ร่วมกับ *Bs* ประมาณ 125,000 เท่า ในชุมชนที่ 2 ใช้ *Bs* อย่างเดียว พบว่ามีการดื้อในครั้งที่ 9 และไม่สามารถควบคุมได้ในการใช้ครั้งที่ 17 แต่ในชุมชนที่ 3 ที่มีการใช้ *Bti* ร่วมกับ *Bs* เริ่มมีการดื้อหลังจากใช้ครั้งที่ 9 เป็นเวลากว่า 9 เดือน แสดงให้เห็นว่า การใช้ *Bti* ร่วมกับ *Bs* ป้องกันการดื้อของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) (Mulla *et al*., 2003)

ปี ค.ศ. 2003 มีรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของ *Bs* และ *Bti* เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในภาคสนาม โดยใช้เอนโดสปอร์ของแบคทีเรียทั้ง 2 ชนิด พบว่าสามารถควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) และตัวโม่งได้เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์ (Poopathi *et al*., 2003)

ปี ค.ศ. 2005 มีการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) โดยใช้ *Bti* IPS - 82 ร่วมกับ *Bs* ควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ระยะที่ 4 โดยใช้ *Bti* IPS - 82 21 เท่า และ *Bs* 32 เท่า พบว่ามีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันการดื้อต่อ *Bs* ของลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) (Park *et al*., 2005)

ปี ค.ศ. 2005 มีการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ *Bs* 2362 เพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในพื้นที่เมือง โดยศึกษาสูตรเพื่อป้องกันรังสี UV เปรียบเทียบกับสูตร

ธรรมดา พบว่ามีการตายของลูกน้ำ 100% ภายในวันแรกที่เริ่มใช้ เป็นระยะเวลานาน 2 เดือน (Medeiros *et al*., 2005)

สำหรับ *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* ก็ได้มีผู้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในการควบคุมลูกน้ำยุงในพื้นที่ต่างๆ ดังต่อไปนี้ โดย

ปี ค.ศ. 2002 มีรายงานการทดสอบประสิทธิภาพของ *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis* ในน้ำสกปรกเพื่อควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในแหล่งน้ำเสียและส้วม 25 แหล่งซึ่งมีพื้นที่ 65 ตารางเมตร ที่เป็นกลุ่มทดลองได้รับ *Bti* สำเร็จรูปในอัตรา 15 kg/ha และกลุ่มควบคุมมี 18 แหล่งมีพื้นที่ 70 ตารางเมตร และมีการประเมินอย่างต่อเนื่อง 179 วัน โดยประยุกต์ใช้ *Bti* 3 ครั้ง พบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนแพของไข่ที่เพิ่มขึ้นมาใหม่ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ แต่ความชุกของลูกน้ำและตัวโม่งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเริ่มใช้ *Bti* สำเร็จรูป ความชุกของตัวโม่งลดลง 80% เป็นเวลา 30-34 วัน และการใช้ *Bti* สำเร็จรูปเป็นเดือนลดการเกิดใหม่ของตัวโม่งของยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) (Gunasekaran *et al*., 2002)

ระหว่างปี ค.ศ. 2002 – 2003 มีการทดสอบประสิทธิภาพของ VectoBac 12 AS และ Teknar HP-D ในการควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) และ *Ochlerotatus taeniorhynchus* ระยะที่ 3 ในภาคสนาม โดยใช้ปริมาณ 0.29, 0.58 และ 1.10 l/ha และประเมินผลทุก 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าทั้ง 2 สูตรผลิตภัณฑ์มีประสิทธิภาพดี โดย VectoBac 12 AS ปริมาณ 0.29 l/ha มีประสิทธิภาพมากที่สุด (Floore *et al*., 2004)

ในปี ค.ศ. 2004 มีรายงานการประเมินในห้องทดลองและภาคสนามของ Teknar HP-D ® ซึ่งเป็นสูตรสำเร็จของ *Bacillus thuringiensis* ssp. *israelensis* ในการควบคุมลูกน้ำยุง *Anopheles stephensi*, *Culex quinquefasciatus* และ *Aedes aegypti* ในแหล่งเพาะพันธุ์ในส้วมและน้ำทิ้ง โดยให้ปริมาณสาร 3 ขนาด คือ 1, 1.5 และ 2 l/ha โดยทำการเลือกแหล่งเพาะพันธุ์ 5 แหล่งสำหรับแต่ละขนาด โดยมี 1 แหล่งเป็นกลุ่มควบคุม โดย *An. stephensi* มีความไวต่อพิษของ *Bti* มาก และในส้วมพบว่า การลดลงของลูกน้ำมีมากกว่า 80 % หลังจาก 6 วันที่ทำการทดลองทั้ง 3 ขนาด และในการใช้ Teknar HP-D ที่ 1 l/ha 1 ครั้งภายใน 3 สัปดาห์สำหรับควบคุมยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในน้ำทิ้ง พบว่ามีการลดลงของลูกน้ำมากกว่า 80 % ภายใน 3 วัน (Gunasekaran *et al*., 2004)

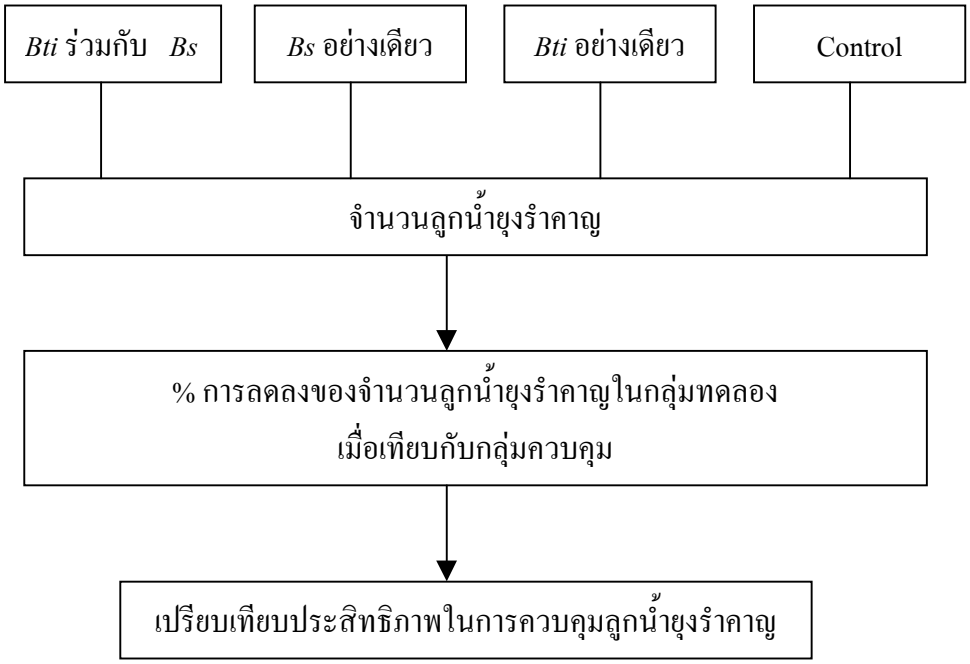
1.3 วัตถุประสงค์

เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ *Bti* ร่วมกับ *Bs* กับ *Bs* อย่างเดียวและ *Bti* อย่างเดียวควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญ (*C. quinquefasciatus*) ในน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเจ้าหน้าที่หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเลือกใช้แบคทีเรียที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงประสิทธิภาพในการดำเนินการควบคุมประชากรยุงรำคาญในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำแตกต่างกัน

1.5 กรอบแนวคิด



ภาพประกอบ 6 กรอบแนวคิดของการวิจัย