Biological Control ทางเลือกหนึ่งของการควบคุมลูกน้ำยุงพาหะนำโรคในประเทศไทย

อาจารย์อนามัย ธีรวิโรจน์

ภาควิชาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ยุงเป็นแมลงที่มีความสำคัญทางการแพทย์และการสาธารณสุขอย่างมาก ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่อมนุษย์ เพราะยุงนอกจากเป็นสาเหตุทำให้เกิดความรำคาญแล้ว ยังเป็นพาหะทำให้เกิดโรคอีกด้วย (John et al., 1987) ยุงลาย *Aedes aegypti* เป็นยุงพาหะที่สำคัญในการนำเชื้อไวรัสเดงกี (Dengue Virus) เมื่อถ่ายทอดเชื้อนี้ให้กับผู้ถูกกัด จะทำให้เป็นโรคไข้เลือดออก (Gubler, 1989, Halstead and Dantea, 1992)

ปัจจุบันโรคไข้เลือดออกยังคงเป็นปัญหาที่พบมากในประเทศไทย เกิดการกระจายอยู่ทั่วประเทศ ยังไม่มียาหรือวิธีรักษาโดยเฉพาะ และยังไม่มีวัคซีนที่จะป้องกันโรคนี้ได้ การควบคุมโรคอาศัยการควบคุมยุงลายเป็นมาตรการหลัก ในแต่ละปีจะมีผู้ป่วยจำนวนค่อนข้างสูง จากการศึกษาทางระบาดวิทยาของโรคไข้เลือดออกในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2501-2530 พบว่าอัตราป่วยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละ 10 ปี คือเพิ่มจาก 16.2 เป็น 24.1 และ 57.4 คน ต่อประชากรแสนคน ขณะที่อัตราการตายลดลงคือจาก 5.1 เหลือเพียง 2.6 และ 0.8 คน ต่อประชากรแสนคน ตามลำดับ ในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2521-2530) พบว่าอัตราป่วยด้วยไข้เลือดออกในประเทศไทยเพิ่มขึ้น และมีการระบาดของโรคนี้ถึง 4 ครั้ง คือใน พ.ศ. 2523, 2527, 2528 และ 2530 ตามลำดับ (กองระบาดวิทยา, 2535)

จากความสำคัญดังกล่าว จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องมีการควบคุมยุงลาย *Ae. Aegypti* ให้ลดความหนาแน่นลงอยู่ในระดับที่จะไม่ทำให้เกิดการระบาดของโรคได้ โดยทั่วไปการควบคุมลูกน้ำยุงลาย *Ae. Aegypti* สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การปรับสภาพแวดล้อมให้ไม่เหมาะที่จะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุงลาย *Ae Aegypti* เช่น การขัดล้างภาชนะใส่น้ำสม่ำเสมอทุก 7 วัน คว่ำภาชนะที่ไม่ได้ใช้ กำจัดเศษภาชนะที่แตกซึ่งเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ลูกน้ำยุง (Kittayapong, 1992) การใช้สารเคมีกำจัดลูกน้ำยุง เช่น ทรายอะเบท (abate) หรือกำจัดยุงตัวแก่ เช่น ดีดีที (DDT) มาลาไธออน (Malathion) หรือเฟนิโตรไธออน (Fenitrothion) เป็นต้น (Lee et al., 1990) การควบคุมโดยใช้สารฮอร์โมนเพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของลูกน้ำด้วยการลอกคราบ (สมศักดิ์, 2528) การควบคุมโดยชีววิธี โดยการใช้สิ่งมีชีวิตต่างๆ มากำจัดลูกน้ำยุง เช่น ปลากินลูกน้ำ หนอนปรสิต โปรโตซัว รา ไวรัส และแบคทีเรีย เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

มาตรการต่างๆ ที่ใช้ควบคุมยุงลาย *Ae. Aegypti* ในแต่ละวิธีนั้น มีข้อจำกัดแตกต่างกัน คือ การควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม การปฏิบัติไม่สามารถทำได้ครอบคลุมในทุกพื้นที่ จึงไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร (Legner and Sjogren, 1984) การควบคุมโดยใช้สารเคมีนั้น ทำให้ยุงเริ่มสร้างสมรรถภาพในการต้านทานสารเคมี นอกจากนี้ผลตกค้างของสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมกำจัดยุง อาจมีผลต่อเนื่องถึงสิ่งมีชีวิตอื่นในสภาพแวดล้อม (Lee, 1990) ส่วนการควบคุมโดยการใช้สารฮอร์โมน ฤทธิ์ในการกำจัดจะไม่จำเพาะเจาะจงอยู่เฉพาะลูกน้ำยุงเท่านั้น ยังทำลายตัวอ่อนแมลงนอกเป้าหมายด้วย (สมศักดิ์, 2528) นักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ จึงได้พยายามค้นหาวิธีการทางชีววิธี เพื่อนำมาควบคุมลูกน้ำยุง ในจำนวนสิ่งมีชีวิตที่ได้ศึกษามานั้น นอกเหนือจากปลากินลูกน้ำ หนอนปรสิต โปรโตซัว รา และไวรัส แล้ว แบคทีเรียชนิด *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis (B.t.i.)* ซึ่งพบว่าเป็นแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมลูกน้ำยุงลาย *Ae. Aegypti* ได้ดีที่สุด (de Barjac, 1979) และยังไม่มีรายงานว่ามีผลไม่พึงประสงค์ต่อมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตนอกเป้าหมายอื่น (Mulla, 1982)

มาตรการในการควบคุมลูกน้ำยุงพาหะนำโรค

การควบคุมลูกน้ำยุง ทำได้หลายวิธีด้วยกัน คือ

การควบคุมด้วยวิธีกล (Mechanical control) โดยการทำลายแหล่งเพาะพันธุ์ยุง หรือลูกน้ำยุงลายด้วยวิธีการง่ายๆ เช่น การใช้กับดักลูกน้ำนำไปทิ้ง การทำความสะอาดขัดถูล้างภาชนะใส่น้ำสม่ำเสมอทุก 7 วัน คว่ำภาชนะกักเก็บน้ำที่ไม่ได้ใช้ เปลี่ยนน้ำหล่อขาตู้กับข้าวทุก 7 วัน การกำจัดกระป๋อง ขวดแตก ไหแตก ยางรถยนต์ ถัง กะลา หรือภาชนะอื่นๆ ที่มีน้ำอยู่โดยการนำไปทิ้ง ขุดหลุมฝังหรือคว่ำอย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้ เป็นต้น (สิริวัฒน์, 2526 ; กองกีฏวิทยาการแพทย์, 2528 ; สมศักดิ์, 2528) ส่วนโอ่งน้ำควรมีการนำฝามาปิดให้มิดชิด เพื่อป้องกันยุงวางไข่ด้วยฝาโอ่ง หรือผ้ามุ้ง เป็นต้น (Kittayapong and Strikeman, 1992)

การควบคุมโดยการใช้สารเคมี (Chemical control) เป็นการใช้สารเคมีเพื่อควบคุมลูกน้ำยุงและยุงตัวเต็มวัย การใช้สารเคมีควบคุมลูกน้ำยุง เช่น ทรายอะเบท (Abate) ใส่ลงไปในภาชนะเก็บกักน้ำจะมีประสิทธิภาพต่อการกำจัดลูกน้ำได้ดี สามารถควบคุมลูกน้ำได้อย่างรวดเร็ว ขนาดที่ใช้ 10 กรัม ต่อน้ำ 100 ลิตร แต่ทรายอะเบทมีกลิ่นและประชาชนไม่ค่อยยอมรับ (กองระบาดวิทยา, 2535) สารเคมีอื่นๆ ที่สามารถนำมากำจัดลูกน้ำยุงได้ดี เช่น เกลือแกง สารส้ม น้ำส้มสายชู เป็นต้น การใช้เกลือแกงโดยการใส่เกลือแกง (9.5%) ประมาณ 2 ช้อนชา ลงในขาตู้กันมด พบว่าสามารถฆ่าลูกน้ำได้ร้อยละ 50 นาน ประมาณ 2 เดือน การใช้สารส้ม (1.2%) สารส้มจะทำให้น้ำอยู่ในสภาวะเป็นกรด ทำให้ไม่เหมาะต่อการเติบโตของลูกน้ำ จากการทดลองพบว่าลูกน้ำระยะที่ 4 จะมีร้อยละการตายเท่ากับ 95 การใช้น้ำส้มสายชู (5%) ปริมาตร 1.5 ช้อนชา พบว่าลูกน้ำจะมีร้อยละการตายเท่ากับ 95 ตามลำดับ (พูนยศ และบุญล้วน, 2520; ธำรงค์ และประคอง, 2524 ; สมเกียรติ และวิรัตน์, 2528) ส่วนวิธีการควบคุมยุงตัวเต็มวัยด้วยสารเคมีนั้น วิธีที่ใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ การพ่นฝอยแบบละเอียด (Ultra low volume หรือ ULV) สารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่

มาลาไธออน (Malathion) หรือเฟนิโตรไธออน (Fenitrothion) การพ่นแบบหมอกควัน (fogging) สารเคมีที่นิยมนำมาใช้ได้แก่ มาลาไธออน (Malathion) ผสมกับน้ำมันดีเซลให้มีความเข้มข้นของน้ำยา 5% เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และรวดเร็ว แต่ประสิทธิภาพของการกำจัดยุงลายค่อนข้างต่ำ (กองระบาดวิทยา, 2535)

การควบคุมโดยชีววิธี (Biological control) เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น ปลากินลูกน้ำ หนอน ปรสิต โปรโตซัว รา ไวรัส และแบคทีเรีย เพื่อนำมากำจัด หรือลดปริมาณลูกน้ำยุง (Misch, 1981) สิ่งมีชีวิตที่เป็นศัตรูธรรมชาติของลูกน้ำยุงมีหลายชนิด ดังนี้

1. ปลากินลูกน้ำยุง

ปลากินลูกน้ำยุงที่น่าสนใจนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงนั้นได้แก่ ปลาแกมบูเซีย *(Gambusia affinis)* และปลาหางนกยูง *(Poecilia reticulata)* ปลาแกมบูเซียชนิด *Gambusia affinis* มี 2 ซับสปีชีส์ คือ *Gambusia affinis affinis* และ *Gambusia affinis halbrooki* ปลาแกมบูเซียแพร่พันธุ์รวดเร็ว พบได้ในแหล่งน้ำทั่วๆ ไป เช่น บ่อน้ำ หนองน้ำ บ่อบำบัดน้ำเสีย สามารถทนต่อระดับความเค็มของน้ำได้ดี (Chapman, 1985) ส่วนปลาหางนกยูง *(Poecilia reticulata)* นั้นไม่ค่อยทนต่อระดับความเค็มของน้ำ แต่สามารถทนอยู่ในน้ำที่สารอินทรีย์สูงได้ดี จึงมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงรำคาญชนิด *Culex quinquefasciatus* ข้อจำกัดของปลาทั้งสองชนิดนี้คือปลาทั้งสองชนิดมีความเหมาะสมต่อแหล่งน้ำถาวร ถ้านำไปปล่อยในแหล่งน้ำชั่วคราวที่แห้งเป็นบางครั้งจะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ และปลาแกมบูเซีย *Gambusia affinis* จะไม่กินเฉพาะลูกน้ำยุงเท่านั้น ยังกินตัวอ่อนของแมลงอื่นๆ ที่มีประโยชน์อีกด้วย (Castleberry and Cecu, 1990)

2. ตัวอ่อนของแมลงที่กินลูกน้ำยุงเป็นอาหาร

แมลงที่ได้รับความสนใจนำมาควบคุมลูกน้ำยุง คือ ลูกน้ำยุงยักษ์ชนิด Toxorhynchites ยุงยักษ์ตัวเมียจะไม่ต้องการโปรตีนไปสร้างไข่จึงไม่กินเลือดเป็นอาหาร กินเฉพาะน้ำหวาน ลูกน้ำของยุงยักษ์นั้น นอกจากจะกินลูกน้ำยุงชนิดอื่นเป็นอาหารแล้ว ยังกินตัวอ่อนของแมลงอื่นๆ ที่อาศัยในน้ำอีกด้วย (Focks et al., 1980) ลูกน้ำยุงยักษ์มีความเหมาะสมก็จะนำมาควบคุมลูกน้ำยุงลาย *Ae. Albopictus* และ *Ae.polynesiensis* ซึ่งมีแหล่งเพาะพันธุ์ตามแหล่งธรรมชาติ เช่น โพรงต้นไม้ที่มีน้ำขังอยู่หรือตามใบไม้ที่กักน้ำได้ ลูกน้ำยุงยักษ์ชนิด *T rutilus rutilus* สามารถนำมาควบคุมลูกน้ำยุง *Ae. aegypti* ที่มีแหล่งเพาะพันธุ์ในยางรถยนต์ โพรงต้นไม้ได้อีกด้วย (Focks et al., 1980) ลูกน้ำยุงยักษ์ในทุกระยะการลอกคราบสามารถนำมาควบคุมลูกน้ำยุงเป้าหมายที่มีขนาดเท่าๆ กันได้ ข้อจำกัดของการนำลูกน้ำยุงยักษ์มาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงอยู่ที่ไข่ไม่ทนต่อความแห้งแล้ง การแพร่กระจายสู่แหล่งน้ำอื่นได้ไม่ค่อยดี (Focks et al., 1982) การใช้ลูกน้ำยุงยักษ์ควบคุมลูกน้ำยุงนั้นจะไม่ได้ผลรวดเร็ว แต่จะได้ผลระยะยาว

3. ไวรัส

ไวรัสหลายชนิดที่พบว่าทำให้เกิดโรคในแมลง เช่น ไวรัสในตระกูล *Baculoviridae, Poxyridae, Reoviridae, Iridoviridae, Parvoviridae, Picornoviridae* และ *Rhabdoviridae* (Miller et al., 1983) แต่พบว่าไวรัสชนิด Iridoviruses ทำให้เกิดโรคในลูกน้ำยุงได้บ่อย (Champman, 1985) Iridoviruses พบได้ทั่วๆ ไปในสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น แมลง, หนอน, พวกกุ้ง, ปู, ไรน้ำ, สัตว์เลื้อยคลาน, สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และรา ส่วนในลูกน้ำยุง จะมีผลทำให้ลูกน้ำยุงที่รับเชื้อไวรัสชนิดนี้เข้าไปโดยเฉพาะ *Aedes, Psorophora, Culex* และ *Culiseta* จะมีผล

ทำให้ตายได้ (Champman. 1985) ข้อมูลเฉพาะทางด้านไวรัสยังมีน้อย โดยเฉพาะเกี่ยวกับความปลอดภัยต่อคนและสัตว์ ยังไม่เพียงพอทำให้ความสนใจต่อไวรัสกลุ่มนี้น้อย

4. โปรโตซัว

โปรโตซัวที่นิยมนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุง ได้แก่ *Microsporidians, Tetrahymena, Lanborhella, Helicosporidium* เป็นต้น (Service.1983) โปรโตซัวที่น่าสนใจนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุง ได้แก่ *Micro sporidians* ชนิด *Vovraia culicis* เป็นปรสิตของยุง *Culex* และชนิด *Nosema algerae* เป็นปรสิตของยุง *Anopheles* เช่น *An albimanus* การติดเชื้อของโปรโตซัวในลูกน้ำยุงนั้นเมื่อลูกน้ำยุงกินโปรโตซัวชนิดต่างๆ เข้าไป เช่น ชนิด *Helicosporidium* เข้าไปจะแทรกเข้าผนังลำไส้ ระบบเลือดและระบบน้ำเหลืองผลิตเซลล์ใหม่ 4-8 เซลล์ จะมีผลทำให้ลำไส้แตก ลูกน้ำยุงจะติดเชื้อและตายในที่สุด การเจริญเติบโตของสปอร์ยังคงอยู่และปล่อยสปอร์สู่ลำน้ำอีกครั้ง จากผลการศึกษาภาคสนาม พบว่าประสิทธิภาพในการควบคุมยุงยังไม่เป็นที่พอใจ เพราะสปอร์จมน้ำเร็วเกินไป จึงไม่ถูกกินโดยลูกน้ำยุง สปอร์ของ *Vavraia culicis* และ *Nosema algerae* ทนอยู่ในสภาวะแวดล้อมและทนต่อแสงอุลตราไวโอเลตได้น้อย (Service. 1983)

5. รา

ราชนิดที่น่าสนใจนำมาใช้ควบคุมลูกน้ำยุงมีประมาณ 40 ชนิด เช่น *Chytridiomycetes Oomycetes, Zygomycetes, Deuteromycetes* กลุ่ม *Chytridiomycetes* ในตระกูล *Coelomyces* มีวงจรชีวิตที่เข้าไปเจริญเติบโตแบบมีเพศในพวกตัวไรน้ำชนิด *Copepod* หรือ *Ostracod* ก่อนที่จะติดเชื้อในลูกน้ำยุง ราชนิด *Coelomomycess* มีการติดเชื้อในลูกน้ำยุงได้ ทั้งในห้องปฏิบัติการและภาคสนาม (Hembree. 1979) ส่วนราชนิด *Culicinomyces Clavosporus* สามารถฆ่าลูกน้ำยุงได้ทุกชนิด จำเป็นจะต้องใช้ปริมาณมาก เนื่องจากผลิตสปอร์ได้น้อยในสภาวะแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงกว่า 30 °C และสภาวะที่มีความดันสูง นอกจากนั้นยังทนระดับความเค็มได้น้อย จึงไม่นิยมนำมาใช้ (Sweeney. 1981) ส่วนราชนิด *Lagenidium gigangteum* เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อ จากการศึกษาพบว่ามีคุณสมบัติในการควบคุมลูกน้ำยุงได้ดี โดยเฉพาะยุงกลุ่ม *Culex* และ *Aedes* สามารถหมุนเวียนได้ตามธรรมชาติทนความแห้งแล้งได้ดี ไม่ทนต่อน้ำเน่าที่มีสารอินทรีย์สูง ในปัจจุบันวงการอุตสาหกรรมกำลังให้ความสนใจที่จะทำการผลิตขายในท้องตลาด (สมศักดิ์. 2528)

6 หนอนปรสิตของลูกน้ำยุง

หนอนปรสิตที่นิยมนำมาใช้ควบคุมยุง คือ *Romanomermis culicivorax* นำมาควบคุมยุง *Cx guinquefasciatus* (Walker and Meek. 1983) การดำรงชีวิตจะดำรงชีวิตแบบปรสิตได้ในลูกน้ำยุง เมื่อตัวอ่อนของหนอนปรสิตนี้ฟักตัวออกจะดำรงชีวิตแบบอิสระ (free living) อยู่ระยะหนึ่งแล้วจะหาตัวอ่อนของยุงเพื่อเจาะไชเข้าไปเจริญเติบโต ใช้เวลาในการเจริญเติบโตประมาณ 7-10 วัน ก็จะออกไปจากตัวอ่อนของยุงเป็นผลให้ลูกน้ำยุงตาย ตัวอ่อนของหนอนปรสิต เมื่อออกจากลูกน้ำจะใช้เวลาในการเจริญเติบโต เพื่อลอกคราบเข้าสู่ตัวเต็มวัยประมาณ 1 สัปดาห์ เมื่อเข้าสู่ตัวเต็มวัยตัวผู้และตัวเมียจะผสมพันธุ์กัน จากนั้นตัวเมียจะไชหลบลงดิน เพื่อเตรียมวางไข่นับว่าครบวงจรชีวิตหนอนปรสิต (Giblin and Platzer. 1985 ; สมศักดิ์. 2528) หนอนปรสิต *Romanomermis culicivorax* ใช้ควบคุมยุง *Anopheles* ได้ผลอย่างมากและสามารถเข้าไปเจริญเติบโตในลูกน้ำยุงในธรรมชาติได้ถึง 16 ชนิด และเจริญได้

ในยุง 80 ชนิด ในห้องทดลองมีความสามารถทนต่อสารเคมี พวกออร์กาโนฟอสเฟตในความเข้มข้นที่ใช้ฆ่าแมลงได้สามารถหมุนเวียนในธรรมชาติ (Service. 1983) มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ควบคุมและกำจัดยุงโดยวิธีผสมผสานกับวิธีอื่นๆ ได้ง่ายในปัจจุบันได้มีการผลิตหนอนปรสิตชนิด *Romanomermis culicivorax* ออกมาขายใช้ชื่อว่า "*Skeeter doom*" แต่มีปัญหาไข่ทนต่อสภาวะต่างๆ ได้ไม่ดี (สมศักดิ์, 2528)

7 แบคทีเรีย

ในปัจจุบันแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติในการควบคุมลูกน้ำยุงได้ดี คือ แบคทีเรียที่สร้างสปอร์ *(Spore forming bacteria)* ที่ได้รับความสนใจมากขณะนี้คือ *Bacillus thuringiensis* var *israelensis (B.t.i)* และ *Bacillus sphaericus (B.S.)* (Wongsiri and Andre. 1984)

B.t.i เป็นแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติย้อมติดสีแกรมบวก (Gram positive) รูปร่างเป็นแท่ง (Rod shaped) สามารถสร้างสปอร์และผลึกโปรตีน เจริญได้ดีในที่ที่มีออกซิเจน สามารถสร้างผลึกโปรตีนภายในเซลล์พร้อมๆ กับการสร้างสปอร์ (Sporulation) *B.t.i.* สามารถสร้างผลึกโปรตีนซึ่งมีคุณสมบัติเป็นพิษต่อลูกน้ำยุง ผลึกโปรตีนนี้จะไม่มีพิษจนกระทั่งถูกลูกน้ำยุงกินเข้าไป และย่อยสลายด้วยน้ำย่อยโปรตีน (Proteolytic enzyme) ที่มีสภาพเป็นด่างภายในทางเดินอาหาร จะย่อยผลึกโปรตีนให้เป็นโปรตีนชิ้นเล็กลง พิษของชิ้นโปรตีนจะทำให้เซลล์ในกระเพาะอาหารมีความเป็นด่างสูง เซลล์จะบวมแตก ลูกน้ำยุงเป็นอัมพาตและตายในที่สุด (Couch and Ross. 1980) *B.t.i* เป็นแบคทีเรียจากการทดสอบประสิทธิภาพ พบว่ามีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุง *Aedes, Anopheles, Culex* และ *Uranotaenia* โดยพบว่ามีความเป็นพิษต่อลูกน้ำยุงลาย *Ae. aegypti* สูงที่สุด ซึ่งสามารถควบคุมลูกน้ำยุงลายที่กินแบคทีเรียนี้เข้าไปจะตายภายในเวลา 20-30 นาทีเท่านั้น (de Barjac, 1978)

Bacillus sphaericus เป็นแบคทีเรียที่มีคุณสมบัติย้อมติดสีแกรมบวก มีลักษณะเป็นแท่ง (Rod shaped) สามารถสร้างสปอร์ แต่ไม่สร้างผลึกโปรตีน สปอร์อยู่ตรงปลายเซลล์มีลักษณะคล้ายๆ ไม้แรคเก็ตตีเทนนิส (Michal 1983) มีความเป็นพิษสูงต่อลูกน้ำยุง *Culex* มากกว่าลูกน้ำยุง *Aedes* (WHO. 1980) เมื่อลูกน้ำยุงกิน *B.s* เข้าไป จะถูกย่อยโดยน้ำย่อยในทางเดินอาหารลูกน้ำยุง สารพิษจะถูกปล่อยออกมาทำให้เซลล์กระเพาะอาหารแตกและถูกทำลายภายใน 30 นาที (Burges. 1982) มีความคงทนในแหล่งน้ำธรรมชาติได้นานสามารถเพิ่มจำนวนในตัวลูกน้ำที่ตายแล้วทำให้แบคทีเรียชนิดนี้หมุนเวียน (recycle) อยู่ในธรรมชาติได้ดี (Burges. 1982)

อย่างไรก็ตาม การเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่กล่าวมาข้างต้นในการควบคุมลูกน้ำยุงในประเทศไทยนั้นมีข้อจำกัดอยู่มากจึงอาจจะไม่ได้ผลเท่าที่ควร การใช้มาตรการควบคุมแบบผสมผสานหลายๆ วิธีจึงจะทำให้การควบคุมลูกน้ำยุงเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมหลายๆ ด้าน เช่น นโยบาย งบประมาณสนับสนุน แหล่งเพาะพันธุ์ ชนิดของลูกน้ำยุง เป็นต้น

บรรณานุกรม

กองกีฏวิทยาการแพทย์, กรมวิทยาศาสตร์ การแพทย์. 2528. การประชุมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง ยุงลาย และไข้เลือดออก. กระทรวงสาธารณสุข. พิมพ์ ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร

กองระบาดวิทยา, สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. 2533. สรุปสถานการณ์โรคไข้เลือดออก ในประเทศไทย พ.ศ. 2533 รายงานการเฝ้าระวังโรค ประจำสัปดาห์. 21 (7) : 329-335.

ธำรงค์ ผลชีวิน และประคอง พันธ์อุไร. 2524. ผลของสารละลายสารส้มต่อการตายของลูกน้ำยุงลาย *Aedes aegypti* L. ในห้องปฏิบัติการ. ว.กรมวิทย. พ. 22 (3) : 81-86.

พูนยศ เรียวแรงบุญญา และบุญล้วน พันธุมจินดา. 2520. การใช้เกลือใส่ในจานรอง ขาตู้กันมด เพื่อควบคุมยุงลาย. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 19 (3) : 157-161.

สิริวัฒน์ วงษ์ศิริ. 2526. การควบคุมโดยชีววิธี. ว. วิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย 37 (2) : 127-132.

สมเกียรติ บุญญบัญชา และวิวัฒน์ สมุทรพงษ์. 2528. ผลของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อการตายของลูกน้ำยุงลาย. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 27 (3) : 251-256.

สมศักดิ์ พันธุวัฒนา. 2528. การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ควบคุมและกำจัดยุง. ว. วิทยาศาสตร์. 9 : 461-466.

de Barjac, H. 1978. A new candidate for biological control of mosquitoes *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* Entomophaga. 23 : 309-320.

de Barjac, H. and I. Larget. 1979. Propos als for the adaption of a standardized bioassay method for the evaluation of insecticidal formulations derived from serotype-H14 of *Bacillus thuringiensis*. WHO doc. VIHO/VBC/80. 761 : 23p.

Burges, H.D. 1982. Control of insects by bacteria. Parasitol. 84 : 79-117.

Castleberry, D.T. and J.J. Cech. 1990. Mosquito control in Wastewater : A controlled and quantitative comparison of pupfish *(Cyprinoton Nevadensis Amargosae)*, Mosquito fish *(Grambusia affinis)* and Guppies *(Poecilia Reticulata)* in Sago pondweed. J. Am. Mosq. control Assc. 6 (2) : 223-253

Chapman, H.C. 1985 Biological control of mosquitoes. 6th (ed.) Print in the United State of America.

Coucm, T.L. and D.A. Ross. 1980. Production and Utilization of *Bacillus thuringiensis*. Biotechnol. Bioeng. 22 : 1297-1304.

Focks, D.A., D.A. Dame, A.L. comeron and M.D. Boston. 1980. Predatorprey interaction between insular population of *Toxorhychites rutilus rutilus* and *Aedes aegypti* Environ. Entomol. 9 : 37-42.

Focks, D.A., S.R. Sackett and D.L. Bailey. 1982. Field experients on the control of *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus* by *Toxorhynchites rutilus*

rutilus. (Diptera Culicidae) J Med Entomol 19 . 336-339

Giblin, R.M. and E.G. Platzer. 1985. *Romanomermis culicivorax* parasitism and the development, growth and feeding rates of two mosquitoes species. J. Invertebr. Pathol 46 (1) · 11-19

Gubler, D.J 1989 *Aedes aegypti* and *Aedes aegypti* borne disease control in the 1990 : top down or bottom up Am J trop. Med Hyg 40 571-578

Halstead, S.B and H G Dantes. 1992 Dengue A worldwide problem, A common strategy. Ministry of Health, Mexico Rockefeller Hembree. S.C 1979 Preliminaly report of some mosquito pathogens from Thailand Mosq News. 39 : 575-582

Kittayapong, P., and D Strickman 1992. Three simple device for preventing development of *Aedes aegypti* larvae in water jars. Am J Trop Med Hyg in Press.

Lee, L., P. seleena and Z Winn. 1990 *Bacillus thuringiensis* serotype H-14 isolated from mangrove swamp soil in Malaysia Mosquito Borne. Dis. Bull. 7 (4) 134-135

Meisch, M.V and S.L. Oldgre. 1981. Assessment of industrial formulations of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*. Mosq News. 41 (3) . 540-541.

Service. M W 1983 Biological control of mosquitoes has it a future. Mosq New. 43 (2) 113-120

Sweeney, A W 1981 Preliminary field tests of the Fungus *culicinomyees* against mosquito larvae in Australia. Mosq. News 41 470-476

Walker, T W and C.L. Meek. 1983. Association of plant debris and *Romanomermis culicivorax*, A nematode parasite of mosquitoes Mosq. News. 43 (1) . 84-86.

WHO/VBC 1981 Instructions for determining the susceptibility or resistance of mosquito larvae to insecticide. 807 : 1-6

Wongsiri, S. and R G. Andre. 1984. Biological control of mosquitos in Thailand. J Sci Soc Thailand 10 · 73-88.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University