

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

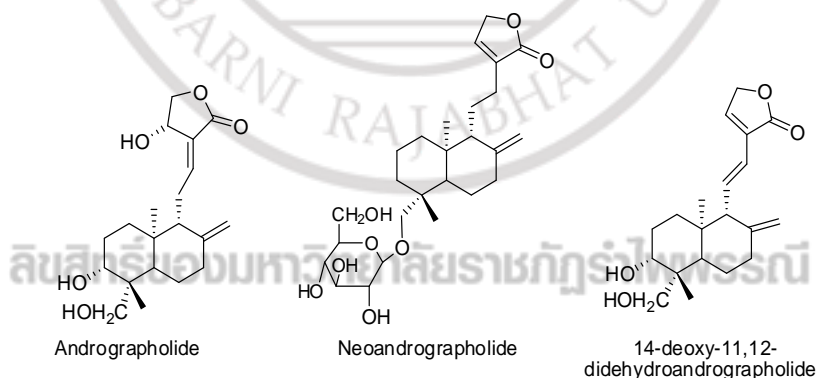
2.1 ความสำคัญของฟ้าทะลายโจร

ฟ้าทะลายโจรมี (*Andropogon paniculata* Nees) ดังภาพที่ 2.1 เป็นพืชล้มลุก อยู่ในวงศ์ Acanthaceae มีถิ่นกำเนิดในแถบอินเดีย จีน และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ชื่อท้องถิ่นมีด้วยกันหลากหลาย อาทิ ซิงปักกี ฟ้าทะลาย หย้าก้านงู เป็นต้น พืชชนิดนี้มีความสูงประมาณ 30-70 เซนติเมตร ลำต้นเป็นสี่เหลี่ยม แตกกิ่งมาก ใบเป็นใบเดี่ยว ลักษณะเป็นวงรียาว ปลายใบแหลมแผ่นใบสีเขียวเข้มเป็นมัน ดอกเป็นช่อที่ปลายกิ่งและตามซอกใบ มีขนาดเล็กสีขาวมีดอกย่อย กลีบดอกมีสีขาวโคนกลีบติดกัน ปลายแยกเป็น 2 ปาก ปากบนมี 3 กลีบ (มีเส้นสีม่วงแดงพาดอยู่) ส่วนปากล่างมี 2 กลีบ ผลฟ้าทะลายโจร ลักษณะเป็นฝัก ฝักจะคล้ายกับฝักต้อยติ่ง ฝักอ่อนมีสีเขียว เมื่อแก่ฝักจะเป็นสีน้ำตาล และแตกได้ ภายในฝักมีเมล็ดจำนวนมากสีน้ำตาลอ่อน (นันทวัน บุญยประภัสร์ และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2542)



ภาพที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของฟ้าทะลายโจร

ในฟ้าทะลายโจรพบว่ามีสารสำคัญกลุ่มไดเทอร์พีน แลคโตน (diterpene lactones) หลายชนิด ได้แก่ andrographolide, 14-deoxy-11,12-didehydroandrographolide, neoandrographolide และ deoxyandrographolide (Matsuda, T. and et al. 1994) มีสูตรโครงสร้างตามภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของสารสำคัญทั้ง 3 ชนิด ที่พบในฟ้าทะลายโจร

สารเหล่านี้มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ได้นำสารเหล่านี้มาดัดแปลงทางเคมีเพื่อให้ได้สารใหม่ที่จะนำมาทดสอบสำหรับการออกฤทธิ์ทางชีวภาพต่างโดยมีการศึกษาทั้งในระดับเซลล์ และสัตว์ทดลองพบว่า สารสกัดจากฟ้าทะลายโจรมี andrographolide ที่แสดงฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลากหลาย เช่น สามารถลดน้ำตาลในเลือดต้านการอักเสบป้องกันตับจากสารพิษหลายชนิด เช่น จากยาแก้ไข้พาราเซตามอล หรือแอลกอฮอล์ เป็นต้น (เทวัญ จันทร์วิไลศรี. 2557) นอกจากนี้

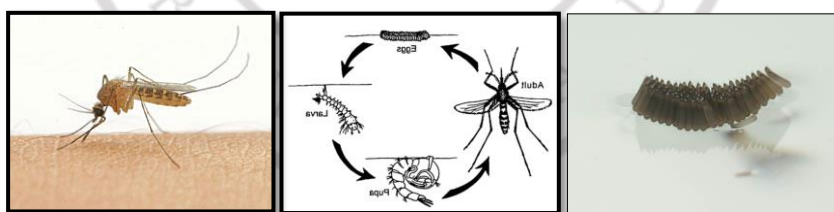
ยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาวิจัยสมุนไพรฟ้าทะลายโจรของสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ได้ทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อมาลาเรีย (*Plasmodium falciparum*) ในหลอดทดลอง ซึ่งผลที่ได้พบว่า Andrographolide และ 14-deoxy-11,12-didehydroandrographolide มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อมาลาเรียได้ดี ในขณะที่ Neoandrographolide จะมีฤทธิ์น้อยมาก เมื่อทำการทดสอบสารสกัดน้ำของฟ้าทะลายโจรพบว่า สารสกัดฟ้าทะลายโจรมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อมาลาเรีย โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 418.2 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์. 2552) นอกจากนี้ยังมีรายงานเกี่ยวกับฤทธิ์การกำจัดยุงของสารสกัดฟ้าทะลายโจร ดังงานวิจัยของ Sheeja, B. D. และคณะ (2012) ได้ศึกษาฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญจากสารสกัดของฟ้าทะลายโจร พบว่า ความเป็นพิษของสารสกัดฟ้าทะลายโจรด้วยตัวทำละลายอะซิโตนมีฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญได้

2.2 ลักษณะของยุง

ยุง (mosquito) เป็นแมลงที่พบมากในเขตร้อนชื้นและอบอุ่น ปัจจุบันพบว่ายุงทั่วโลกมีทั้งหมด 4,000 ชนิด ซึ่งยุงที่สำคัญและเป็นอันตรายทางการแพทย์ที่เป็นพาหะนำโรคมมาสู่คนและสัตว์ มีด้วยกัน 4 ชนิด ดังนี้ ยุงก้นปล่อง (*Anopheles*) เป็นพาหะทำให้เกิดโรคมาลาเรีย และโรคฟิลาเรีย ยุงรำคาญ (*Culex*) เป็นพาหะทำให้เกิดโรคฟิลาเรีย และไข้สมองอักเสบ ยุงลาย (*Aedes*) เป็นพาหะทำให้เกิดโรคเดงกี หรือไข้เลือดออก ไข้ซิกดุนกุนยา และฟิลาเรีย ยุงเสื่อ (*Mansonia*) เป็นพาหะทำให้เกิดโรคฟิลาเรีย ยุงมีวงจรชีวิตประกอบด้วย 4 ระยะ คือ ไข่ (egg) ลูกน้ำ (larva) ตัวมด (pupa) และตัวเต็มวัย (adult) เมื่อยุงอยู่ในระยะตัวเต็มวัยยุงตัวผู้มักมีอายุสั้นกว่ายุงตัวเมีย โดยยุงตัวผู้ มีอายุประมาณ 1 สัปดาห์ ส่วนยุงตัวเมียมีอายุ 1-5 เดือน (ปรัชญา สมบูรณ์. ม.ป.ป.) ในการทดสอบฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงผู้วิจัยสนใจยุง 2 ชนิด คือยุงรำคาญ (*Culex*) และ ยุงเสื่อ (*Mansonia*) แสดงลักษณะทั่วไปดังนี้

2.2.1 ลักษณะทั่วไปของยุงรำคาญ

ยุงรำคาญหรือบางครั้งเรียกว่ายุงบ้าน มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Culex* sp. เป็นยุงที่จัดอยู่ในกลุ่มคูลิซินี หรือ คิวลิซินี (*Culicini*) ในสกุลคิวเล็กซ์ (*Culex*) เป็นพาหะนำโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ (*Encephalitis*) โดยลักษณะทั่วไปของยุงรำคาญ (ภาพที่ 2.3) มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะทั่วไปของยุงรำคาญ (ที่มา: ศูนย์ข้อมูลโรคติดต่อและพาหะนำโรค (ม.ป.ป.))

วงจรชีวิตของยุงรำคาญมี 4 ระยะ คือ ระยะเป็นไข่ ระยะเป็นตัวอ่อน ระยะเป็นดักแด้ และระยะเป็นตัวแก่ ในกรณีที่สภาวะแวดล้อมเหมาะสมอาจใช้เวลาประมาณ 9-13 วัน ยุงรำคาญชอบวางไข่ในน้ำนิ่งในภาชนะต่าง ๆ เช่น กระบอง โอง ๆ ลฯ หรืออาจพบในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีน้ำนิ่ง เช่น อ่างเก็บน้ำ คลองชลประทาน ๆ ลฯ อาจวางไข่ในน้ำที่มีสภาพต่าง ๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็นน้ำที่มีความใสสะอาด ไปจนถึงน้ำขุ่นสกปรก น้ำเสีย หรือน้ำกร่อย

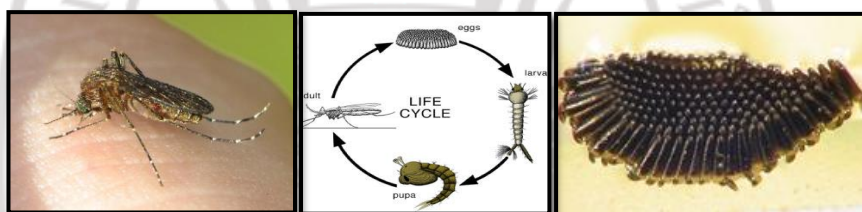
ระยะเป็นไข่ รูปร่างคล้ายบุหรี่ปั๊หรือ ทอริปโด เช่นเดียวกับไข่ของยุงลาย ปลายข้างหนึ่งจะมีปลอกของหมวกแก้วหรือถ้วยครอบอยู่ โดยใช้ส่วนนี้แตะกับผิวน้ำในขณะที่ลอยอยู่ในน้ำ ไข่ของยุงรำคาญมักไม่มีความทนทานต่อความแห้งแล้งแล้ว ในระยะ 2-3 วัน จะแตกตัวเป็นตัวอ่อน

ระยะตัวอ่อน ตัวอ่อนของยุงรำคาญมีท่อหายใจแบบ siphon ที่ยาวเรียวและมีกระจุกขนขึ้นอยู่ด้านล่าง ของท่อหายใจหลายกระจุก ตัวอ่อนของยุงรำคาญไม่จับเหยื่อเป็นอาหาร เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงครบ 4 ระยะ จะกลายเป็นดักแด้ที่มีลักษณะคล้ายดักแด้ของยุงลาย

ระยะตัวแก่ รูปร่างต่างๆไปของตัวแก่ของยุงรำคาญลำตัวจะมีสีดำ หรือสีน้ำตาลอ่อน ปีกหรือลำตัวหรือขาหรือส่วนอื่น ๆ ของร่างกายไม่มีจุดหรือแต้ม ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า นอกเสียจากจะส่องดูด้วยแว่นขยายจึงจะเห็นจุดตามลำตัว ปีก และขา ในขณะที่พักตัวหรือดูดเลือด จะมีส่วนของลำตัวขนานกับพื้นผิว บางชนิดดูดเลือดคน หรือสัตว์เลือดอุ่นต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะออกหากินในเวลากลางคืน แต่ถ้ามีสภาพมืดครึ้ม หรือมีร่มเงาต้นไม้ในเวลากลางวันก็อาจจะออกมากินได้ ยุงชนิดนี้ไม่ชอบแสงสว่าง

2.2.2 ลักษณะทั่วไปของยุงเสื่อ

ยุงลายเสื่อ หรือยุงเสื่อมีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Mansonia* เป็นพาหะของโรคเท้าช้างที่พบมากในบริเวณที่ราบทางฝั่งตะวันออกของภาคใต้ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไปจนถึงนราธิวาส โรคเท้าช้างในบริเวณดังกล่าวมักมีสาเหตุเกิดจากเชื้อโรคเท้าช้างชนิด *Brugia malayi* โดยผู้ป่วยมักมีอาการแขนขาโต โดยลักษณะทั่วไปของยุงเสื่อ (ภาพที่ 2.4) มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะทั่วไปของยุงเสื่อ (ที่มา: ระวีง ยุงเสื่อ ที่สุดสัตว์ร้ายอันตรายระดับโลก (ม.ป.ป.))

วงจรชีวิตของยุงเสื่อมีการเจริญเติบโตแบบสมบูรณ์ คือเริ่มจากระยะไข่ ระยะลูกน้ำ ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัย

ระยะไข่ของยุงเสื่อ ไข่ส่วนใหญ่แล้วจะมีสีดำ ส่วนปลายแหลมคล้ายกระสวย การวางไข่ของยุงตัวเมียจะวางเป็นกระจุกคล้ายดาว หรือคล้ายดอกทานตะวันติดกับพื้นล่างของใบพืชที่แตะกับผิวน้ำ ไม่มีการลอยอิสระเหมือนไข่ของยุงชนิดอื่น ๆ

ระยะลูกน้ำ ระยะดักแด้ และระยะตัวเต็มวัยซึ่งแต่ละระยะของการเจริญเติบโตจะเปลี่ยนแปลงโดยการลอกคราบ และมีลักษณะของรูปร่างไม่เหมือนกันเลย ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจากรยะไข่จนถึงระยะตัวเต็มวัย ใช้เวลาประมาณ 25-40 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น ระยะที่เป็นตัวเต็มวัยจะดำรงชีวิตอยู่บนบก ส่วนระยะอื่น ๆ จะอาศัยอยู่ในน้ำ (อุษาวดี ถาวรระ. 2544)

จากวงจรชีวิตของยุงดังกล่าวมาข้างต้นส่งผลให้มีวิธีการกำจัดยุงได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการกำจัดในระยะเวลาลูกน้ำหรือระยะตัวเต็มวัยก็ตาม ซึ่งในการกำจัดยุงนั้นก็มักจะใช้สารเคมีสังเคราะห์เข้ามาเกี่ยวข้องเป็นส่วนใหญ่แต่ปัญหาในการใช้สารเคมีสังเคราะห์มักส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมของมนุษย์ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาและผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการใช้สารเคมีคือการหันมาใช้สารจากธรรมชาติ จากสมุนไพรพื้นบ้าน เช่น ตะไคร้หอม ยูคาลิปตัส ส้ม มะกรูด มะนาว เป็นต้น (พาณี ศิริสะอาด. 2553) สมุนไพรไผ่ยุงข้างต้นเป็นสมุนไพรที่คนโบราณใช้กันมานาน มีคุณภาพดีมีความปลอดภัยสูงทั้งต่อคน และสัตว์เลี้ยง ซึ่งสามารถนำมาใช้แทนยากำจัดยุงที่ผลิตจากสารเคมี และมีขายตามท้องตลาดทั่วไปได้เป็นอย่างดีซึ่งพืชชนิดหนึ่งที่น่าสนใจ และมักมีสารธรรมชาติที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมายก็คือ ฟ้าทะเลลายโจร ซึ่งมีฤทธิ์ในการฆ่าลูกน้ำยุงได้ ดังงานวิจัยเกี่ยวกับฤทธิ์การกำจัดยุงของสารสกัดฟ้าทะเลลายโจรของ Sheeja, B. D. และคณะ (2012) ได้ศึกษา

ฤทธิ์ฆ่าลึกลงน้ำยุงรำคาญจากสารสกัดของฟ้าทะลายโจร พบว่าความเป็นพิษของสารสกัด ฟ้าทะลายโจรด้วยตัวทำละลายอะซิโตน มีฤทธิ์ฆ่าลึกลงน้ำยุงรำคาญได้ ซึ่งอัตราการตายของลึกลงน้ำยุง รำคาญ สูงสุด 50 เปอร์เซ็นต์ และ 83.3 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 3 และ 24 ชั่วโมง ตามลำดับ พบว่าความเข้มข้นของ สารสกัดที่มีปริมาณสูง ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นสารกำจัดลึกลงน้ำยุงเป็นผลให้ปัจจุบันมี นักวิจัยหลายกลุ่มสนใจที่นำความรู้ทางด้านนาโนเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในทางด้านชีวภาพ เช่น การนำ สารสกัดธรรมชาติมาประยุกต์ใช้เตรียมอนุภาคนาโนซิลเวอร์เพื่อทดสอบฤทธิ์กำจัดลึกลงน้ำยุง อาทิ ในปี 2011 จากงานวิจัยของ Rajakumar, G. and Rahuman, A. A. ที่ศึกษาฤทธิ์ฆ่าลึกลงน้ำยุงรำคาญ และยุงก้นปล่องของอนุภาคนาโนซิลเวอร์จากสารสกัดกะเม็ง ในขณะที่ปี 2013 Rawani, A. และคณะ รายงานประสิทธิภาพการฆ่าลึกลงน้ำยุงรำคาญ และยุงก้นปล่องของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ของสารสกัด จากมะแว้งนกเป็นต้น

2.3 นาโนเทคโนโลยี (Nano Technology)

ความความก้าวหน้าทางด้านนาโนเทคโนโลยี ทำให้เราทราบมากขึ้นว่าเมื่อวัตถุต่าง ๆ มี โครงสร้างเล็กในระดับนาโนเมตรแล้ว จะส่งผลให้วัตถุนั้นมีคุณสมบัติเฉพาะตัวที่แตกต่างออกไปจาก เดิม ทำให้เกิดเป็นคุณสมบัติพิเศษที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ จึงทำให้ในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ ต่างก็หันมาให้ความสำคัญกับการใช้ประสิทธิภาพ และคุณสมบัติที่พิเศษของโครงสร้างนาโนในการที่ จะผลิตนวัตกรรมต่าง ๆ ออกมาให้ผู้คนทั่วไปได้ใช้ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูงขึ้น มีความ ปลอดภัยต่อผู้ใช้ และตอบสนองต่อความต้องการได้เป็นอย่างดี

โครงสร้างนาโนแต่ละชนิดต่างก็มีคุณสมบัติเฉพาะที่ให้ความพิเศษที่แตกต่างกัน ในปัจจุบันที่ได้ มีการนำมาประยุกต์ใช้สำหรับการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ อนุภาคนาโนของออกไซด์สังกะสี ท่อนาโนคาร์บอน บัคมินสเตอร์ฟูลเลอร์หรือบัคกี้บอล และอนุภาคนาโนของธาตุเงิน หรือนาโนซิลเวอร์ เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีความพิเศษต่อการใช้งานมากขึ้น (สถาบันนวัตกรรมและ พัฒนาการเรียนรู้. ม.ป.ป.)

2.3.1 อนุภาคนาโนซิลเวอร์ (silver nanoparticle)

เมื่อนาโนเทคโนโลยีถูกพัฒนาขึ้นมา นักวิทยาศาสตร์ได้กลับไปให้ความสนใจกับธาตุซิลเวอร์ อีกครั้งหนึ่ง ด้วยเหตุผลที่ว่า ถ้าทำให้อนุภาคของเงินมีขนาดเล็กมาก ๆ เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว จนสามารถ แพร่ผ่านเข้าไปในผนังเซลล์ของแบคทีเรียได้ และออกฤทธิ์ในการทำลายเซลล์ของแบคทีเรียได้โดยใช้ ปริมาณโลหะเงินเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และด้วยขนาดที่เล็กมากทำให้ใช้ธาตุเงินเพียงเล็กน้อย ก็สามารถครอบคลุมพื้นที่ และเพิ่มโอกาสในการสัมผัสกับเชื้อโรคได้มากขึ้น ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.5 แสดงการแปรสภาพให้มีขนาดเล็กของธาตุเงิน (ที่มา : ครั้งแรกกับเทคโนโลยีนาโนซิลเวอร์ เทคโนโลยีใหม่ล่าสุดบนขนแปรงวิคตอรี (2011))

ตั้งงานวิจัยของ Kotakadi, V.S. และคณะ (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่เตรียมจากใบของต้นฟ้าทะลายโจร พบว่าฤทธิ์ยับยั้งเชื้อแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่เตรียมจากใบของต้นฟ้าทะลายโจรมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ดี

2.4 ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุง

ดังเช่น M. Govindarajan (2011) ที่รายงานว่าสารสกัดฟ้าทะลายโจรด้วยตัวทำละลายอินทรีย์สามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex quinquefasciatus* (Say.)) และยุงลาย (*Aedes aegypti* (Linn.)) ได้ 100% ที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 250 ppm ตามลำดับ (M. Govindarajan, 2011) ในปี 2013, N. Md. Azmathullah และคณะ พบว่าสารสกัดจากดอก *Calotropis Procera* ออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่อง (*Anopheles* sp.) ในระยะที่ 3 และฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญ (*Culex* sp.) ในระยะที่ 4 ได้ 100% ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยมวลต่อปริมาตร (N. Md. Azmathullah, et al., 2013) และในปี 2015 M. R. Fakoorziba และคณะ รายงานผลของสารสกัดจากดอกและใบของต้นยี่โถด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่อฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่อง (*Anopheles stephensi* (Liston)) พบว่าสารสกัดจากดอกยี่โถด้วยตัวทำละลาย benzene และสารสกัดจากใบยี่โถด้วยตัวทำละลาย CH_2Cl_2 สามารถฆ่าลูกน้ำยุงก้นปล่องที่ระดับความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (M. R. Fakoorziba, et al., 2015) จากข้อมูลเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าแม้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในหลายชนิดจะสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงได้หลายชนิด แต่ยังคงพบว่ามีสารสกัดที่ใช้ใช้นั้นยังมีปริมาณความเข้มข้นสูง ซึ่งไม่เหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็นสารกำจัดยุง เพราะอาจจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้ ปัจจุบันจึงได้มีการนำความรู้ทางด้านนาโนเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในงานทางด้านชีวภาพและการแพทย์กันมากขึ้นเนื่องจากเมื่อสารเคมีถูกทำให้อนุภาคอยู่ในระดับ นาโนจะทำให้สารมีคุณสมบัติที่เปลี่ยนแปลงไปโดยเฉพาะการเพิ่มฤทธิ์ทางชีวภาพของสารเคมีที่พบว่าในหลาย ๆ งานวิจัยได้นำเทคโนโลยีทางนาโนที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้เตรียมอนุภาคนาโนโลหะหลายชนิด ด้วยวิธีการใช้สารสกัดธรรมชาติ อาทิ เช่น การเตรียมอนุภาคนาโนซิลเวอร์จากสารสกัดฟ้าทะลายโจร (V. S. Kotakadi, et al., 2014) หรือสารสกัดจากใบ *Andrographis echinoides* (K. Elangovan, et al., 2015) หรือสารสกัดจากใบ *Calliandra haematocephala* (S. Raja, et al., 2015) การเตรียมอนุภาคนาโนซิงก์ออกไซด์ (ZnO) จากสารสกัด *Pongamia pinnata* (M. Sundrarajan, et al., 2015) การเตรียมอนุภาคนาโนทองคำจากสารสกัด *Pistacia integerrima* gall (N. U. Islam, et al., 2015) เป็นต้น ซึ่งเป็นการลดการนำเข้าสารเคมีอันตราย ใช้ต้นทุนในการเตรียมอนุภาคนาโนราคาถูก และเป็นการนำสมุนไพรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ที่หลากหลาย อีกทั้งยังพบว่าอนุภาคนาโนโลหะที่เตรียมขึ้นมีฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น ต้านเชื้อแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านเชื้อรา ต้านมะเร็ง รักษาเบาหวาน ต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และต้านเชื้อพลาสมาเดียม (*Plasmodium* sp.) ที่เป็นสาเหตุของโรคมาลาเลีย เป็นต้น (A. Schröfel, et al., 2014; R. Rajan, et al., 2015; P. Kuppusamy, et al., 2015)

สำหรับฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงพบว่ามีรายงานการนำอนุภาคนาโนโลหะที่เตรียมจากสารสกัดมาทดสอบฤทธิ์ดังกล่าวเช่นกัน อาทิ การเตรียมอนุภาคนาโนซิลเวอร์จากสารสกัดของใบแพงพวยฝรั่ง (*Catharanthus roseus* Linn. G. Don) ที่สามารถต้านเชื้อพลาสมาเดียมได้ โดยมีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อ (Parasitemia inhibitory) ได้ร้อยละ 75.0 ที่ความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (S. Ponarulselvam, et al., 2012) หรือการใช้สารสกัดจากใบมะขามเทศในการเตรียมอนุภาคนาโนซิลเวอร์ พบว่าอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่เตรียมขึ้นมีฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญได้ภายใน 24 ชั่วโมง โดยมีค่า $\text{LC}_{50} = 21.56$ ppm (N. Raman, et al., 2012) ในปี 2013 ได้มีการนำสารสกัดน้ำของกิ่งจากต้น

Ficus racemosa มาเตรียมอนุภาคนาโนซิลเวอร์เพื่อศึกษาฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญสายพันธุ์ *Cx. quinquefasciatus* และ *Cx. Gelidus* พบว่ามีฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงรำคาญทั้ง 2 สายพันธุ์ โดยมีค่า LC_{50} = 12.00 และ 11.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าการใช้สารสกัดของ *Ficus racemosa* ถึง 5 เท่า (K. Velayutham, et al., 2013) นอกจากนี้ในปีเดียวกัน A. Rawani และคณะ (2013) ได้ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุง และฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรียของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่เตรียมจากสารสกัดส่วนใบและผลของมะม่วง พบว่าอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่ถูกเตรียมขึ้นสามารถออกฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงได้ภายใน 24 ชั่วโมงของการสัมผัส โดยมีค่า LC_{50} = 1.33 และ 3.97 ppm ตามลำดับ (A. Rawani, et al., 2013) นอกจากนี้ในปี 2015 รายงานที่เกี่ยวข้องกับฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงของอนุภาคนาโนซิลเวอร์ที่เตรียมจากสกัดจากพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ เช่น การใช้สารสกัดจากใบและผลของต้นสาละลังกา (LC_{50} = 2.10 และ 2.09 ppm และ LC_{90} = 5.59 และ 5.70 ppm ตามลำดับ) (R. T. V. Vimala, et al., 2015) การใช้สารสกัดจากใบ *Aristolochia indica* (%Mortality = 71.75% ที่ความเข้มข้น 1 ppm) (K. Murugan, et al., 2015) และการใช้สารสกัดจากใบ *Melia azedarach* (4.27 ไมโครกรัมต่อมิลลิตรต่อเชื้อ *A. aegypti* และ 3.43 ไมโครกรัมต่อมิลลิตรต่อเชื้อ *C. quinquefasciatus*) (R. Ramanibai and K. Velayutham, 2015) เป็นต้น จะเห็นได้ว่าอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่เตรียมได้จากสารสกัดจากธรรมชาติมีฤทธิ์ในการกำจัดลูกน้ำยุงได้ดี ความเข้มข้นต่ำ ดังนั้นหากผู้วิจัยนำสารสกัดสมุนไพรฟ้าทะลายโจรซึ่งเป็นพืชที่พบในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เตรียมอนุภาคซิลเวอร์นาโนและนำอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่เตรียมได้ไปศึกษาฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงคาดว่าจะทำให้ฤทธิ์ฆ่าลูกน้ำยุงของสารสกัดฟ้าทะลายโจรเพิ่มขึ้นและใช้เป็นสารต้นแบบชนิดใหม่ที่ใช้กำจัดลูกน้ำยุงในอนาคต

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี