



รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม

การควบคุมจอกหูหนูยักษ์ *Salvinia molesta* D.S. Mitchell ด้วยด้วงงวง
Cyrtobagous salviniae Calder and Sands

Classical Biological Control of *Salvinia molesta* D.S. Mitchell by *Cyrtobagous*
salviniae Calder and Sands

ภัทรพร สรรพนุเคราะห์ ธีญชนก จงรักไทย อัญศยา พรพมา นันทนัช พินศรี
อิทธิพล บรรณาการ สาทิพย์ มาลี พชรวิวรรณ จงจิตเมตต์

สนับสนุนโดย
เงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

กรกฎาคม 2565



รายงานผลวิจัยเรื่องเต็ม

การควบคุมจอกหูหนูยักษ์ *Salvinia molesta* D.S. Mitchell ด้วยด้วงงวง
Cyrtobagous salviniae Calder and Sands

Classical Biological Control of *Salvinia molesta* D.S. Mitchell by *Cyrtobagous*
salviniae Calder and Sands

ภัทรพร สรรพนุเคราะห์ ธีญชนก จงรักไทย อัญศยา พรพมา นันทนัช พินศรี
อิทธิพล บรรณาการ สาทิพย์ มาลี พชรวิวรรณ จงจิตเมตต์

สนับสนุนโดย
เงินรายได้จากการดำเนินงานวิจัยด้านการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

กรกฎาคม 2565

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
บทคัดย่อ	1
คำนำ	2
วิธีดำเนินการ	4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	13
สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ	47
คำขอบคุณ	48
เอกสารอ้างอิง	49

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 วงจรชีวิตของด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> ที่เพาะเลี้ยงด้วยจอกหูหนูยักษ์ใน ห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้น 60%RH	23
ตารางที่ 2 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ยอดอ่อนจอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายโดยด้วงงวง <i>Cyrtobagous</i> <i>salviniae</i> จากการสุ่มจำนวน 20 ต้น/บ่อ	38
ตารางที่ 3 จำนวนด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> ที่พบจากการสุ่มตรวจยอดอ่อนจอกหูหนูยักษ์ จำนวน 20 ต้น/บ่อ	39

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 สรุปลภาพรวมของโครงการการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ <i>Salvinia molesta</i> D.S. Mitchell ด้วยด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> Calder and Sands	12
ภาพที่ 2 กล้องบรรจุด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> ที่นำเข้าจากเครือรัฐออสเตรเลีย	13
ภาพที่ 3 ด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> ที่นำเข้าจากเครือรัฐออสเตรเลีย	14
ภาพที่ 4 การเตรียมบ่อเพาะเลี้ยงจอกหูหนูยักษ์	15
ภาพที่ 5 การเตรียมอ่างเปลพลาสติกเพื่อเพาะเลี้ยงจอกหูหนูยักษ์โดยใช้ดินและน้ำก่อนนำ จอกหูหนูยักษ์มาเพาะเลี้ยง	15
ภาพที่ 6 การเก็บจอกหูหนูยักษ์จากแหล่งน้ำในอำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์	16
ภาพที่ 7 จอกหูหนูยักษ์ถูกหนอนผีเสื้อเข้าทำลาย	16
ภาพที่ 8 จอกหูหนูยักษ์แห้งกรอบ เป็นสีน้ำตาล เนื่องจากความร้อนสูง	17
ภาพที่ 9 จอกหูหนูยักษ์มีการเจริญเติบโตเมื่อเพาะเลี้ยงในสภาพโรงเรือนที่เหมาะสม	18
ภาพที่ 10 การพัฒนาของจอกหูหนูยักษ์ในระยะต่างๆ	18
ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์ในระยะต่างๆ	19
ภาพที่ 12 การเติมยอดอ่อนจอกหูหนูยักษ์เพื่อเพาะเลี้ยงด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	21
ภาพที่ 13 ด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> ทำลายจอกหูหนูยักษ์	21
ภาพที่ 14 จำนวนด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> ที่เพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณระหว่างเดือนธันวาคม- กรกฎาคม	22
ภาพที่ 15 ไข่ด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	23
ภาพที่ 16 ตัวหนอนด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	24
ภาพที่ 17 ดักแด้ด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	24
ภาพที่ 18 ตัวเต็มวัยด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	24
ภาพที่ 19 รอยเจาะเข้าสู่ลำต้นจอกหูหนูยักษ์ของด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	25
ภาพที่ 20 การทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยของด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	26
ภาพที่ 21 จอกหูหนูยักษ์หลังปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 15 สัปดาห์	27
ภาพที่ 22 จอกหูหนูยักษ์หลังใส่ไข่ด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 10 สัปดาห์	28
ภาพที่ 23 บ่อทดลองประสิทธิภาพของด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	29
ภาพที่ 24 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อก่อนปล่อยด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	30
ภาพที่ 25 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> 1 สัปดาห์	31
ภาพที่ 26 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยด้วงงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 1 เดือน	32

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 27 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 2 เดือน	33
ภาพที่ 28 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 3 เดือน	34
ภาพที่ 29 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 4 เดือน	35
ภาพที่ 30 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 5 เดือน	36
ภาพที่ 31 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างเปลงพลาสติกก่อนปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i>	40
ภาพที่ 32 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างเปลงพลาสติกหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> 1 สัปดาห์	41
ภาพที่ 33 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างเปลงพลาสติกหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 1 เดือน	42
ภาพที่ 34 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างเปลงพลาสติกหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 2 เดือน	43
ภาพที่ 35 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างเปลงพลาสติกหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 3 เดือน	44
ภาพที่ 36 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างเปลงพลาสติกหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 4 เดือน	45
ภาพที่ 37 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างเปลงพลาสติกหลังปล่อยตัววงวง <i>Cyrtobagous salviniae</i> เป็นเวลา 5 เดือน	46

การควบคุมจอกหูหนูยักษ์ *Salvinia molesta* D.S. Mitchell ด้วยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands

Classical Biological Control of *Salvinia molesta* D.S. Mitchell by *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands

ภัทรพร สรรพเคราะห์ ธัญชนก จงรักไทย อัญญา พรหมมา นันทนัช พินศรี

อิทธิพล บรรณาการ สาทิพย์ มาลี พชรวิวัฒน จงจิตเมตต์

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ *Salvinia molesta* D.S. Mitchell ด้วยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands เกิดขึ้นเนื่องจากพบการระบาดของจอกหูหนูยักษ์ในแหล่งน้ำ เขื่อน และสถานที่ท่องเที่ยวทางน้ำในหลายจังหวัด เช่น อุดรธานี สงขลา พัทลุง นครสวรรค์ กาญจนบุรี เป็นต้น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชีววิทยาและพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงงวง *C. salviniae* ทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาหาร และทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ *S. molesta* ของด้วงงวง *C. salviniae* ทำการศึกษาที่ห้องปฏิบัติการกักกันและโรงเรือนกักกัน กลุ่มกีฏและสัตววิทยา และกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช และแหล่งน้ำที่มีการระบาดของจอกหูหนูยักษ์ในประเทศไทย ระหว่างเดือนพฤษภาคม 2562-ตุลาคม 2564 พบว่าด้วงงวง *C. salviniae* ที่นำเข้าจากเครือรัฐออสเตรเลียสามารถเลี้ยงขยายพันธุ์ได้เมื่อมีการปรับสภาพห้องปฏิบัติการให้เหมาะสม จากการเลี้ยงด้วยจอกหูหนูยักษ์ระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 พบด้วงงวงมีการวางไข่ในลำต้นจอกหูหนูยักษ์ ระยะไข่ใช้เวลาเฉลี่ย 7.12 ± 0.33 วัน จึงฟักเป็นตัวหนอน ระยะหนอนใช้เวลาเฉลี่ย 22.65 ± 1.33 วัน จึงเข้าดักแด้บริเวณลำต้นจอกหูหนูยักษ์ใช้เวลาเฉลี่ย 6.80 ± 0.97 วัน จึงกลายเป็นตัวเต็มวัยซึ่งเป็นด้วงงวงขนาดเล็ก เมื่อฟักใหม่ๆ มีสีน้ำตาลแดง ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุเฉลี่ย 217.71 ± 78.09 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุเฉลี่ย 243.70 ± 176.30 วัน การทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาหารพบว่าด้วงงวงชนิดนี้มีความเฉพาะเจาะจงต่อจอกหูหนูยักษ์ ไม่สามารถอาศัยและขยายพันธุ์ในพืชอื่นได้ สำหรับการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ในห้องปฏิบัติการกักกันพบว่าการปล่อยตัวเต็มวัยอัตรา 1 3 5 และ 7 คู่ต่อกล่องทดลอง สามารถควบคุมจอกหูหนูยักษ์ได้ไม่แตกต่างกัน ส่วนการทดสอบในสภาพโรงเรือนกักกันในบ่อซีเมนต์ และอ่างเปลงพลาสติกขนาดพื้นที่หน้าตัดประมาณ 1 ตารางเมตร พบว่าการปล่อยด้วงงวงอัตรา 50 ตัวต่ออ่าง สามารถทำลายยอดอ่อนจอกหูหนูยักษ์ได้ 70.0 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 2 สัปดาห์ ไม่แตกต่างทางสถิติกับการปล่อยด้วงงวงอัตรา 100-200 ตัวต่ออ่าง ซึ่งสามารถทำลายจอกหูหนูยักษ์ได้ 85.0-93.5 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: จอกหูหนูยักษ์ ด้วงงวง วงจรชีวิต การควบคุมโดยชีววิธี

รหัสโครงการวิจัย 591429

คำนำ

จอกหูหนูยักษ์ *Salvinia molesta* D.S. Mitchell อยู่ในวงศ์ Salviniaceae มีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละท้องถิ่น เช่น african payal, giant salvinia, karaba weed, salvinia, water fern salvinia เป็นพืชประเภทเฟิร์นลอยน้ำ ไม่ยึดเกาะกับดิน ไม่มีรากที่แท้จริง เจริญเติบโตรวดเร็วเพิ่มปริมาณเป็น 2 เท่า ได้ในเวลา 2-4 วัน ในสภาพที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโต คืออุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ค่า pH ของน้ำที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 6-7.5 เมื่อโตเต็มที่จะแตกสาขาใหม่จากตายอดหรือตาข้าง แต่วัยมี 3 ใบ อยู่เหนือผิวน้ำ 1 คู่ มีสีเขียว รูปไข่ ยาวเล็กน้อย และใบที่สามเปลี่ยนรูปเป็นเส้นเล็กๆ สีนํ้าตาลจำนวนมาก ทำหน้าที่เป็นรากหรือเป็นที่สร้างสปอร์โรคาร์ป ด้านบนของใบมีขนแข็งสีขาว แต่ละเส้นแยกออกเป็น 4 แฉก และปลายเชื่อมกันคล้ายซี่กรงขนาดเล็กป้องกันไม่ให้ใบเปียกน้ำ ไม่จมน้ำขณะที่ยังสดอยู่ จอกหูหนูยักษ์มีถิ่นกำเนิดทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศบราซิล สํารวจพบการระบาดครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1978 ตามเขื่อนคลอง และแม่น้ำ ระหว่างละติจูด 24 องศา 5 ลิปดาใต้-ละติจูด 32 องศา 5 ลิปดาใต้ (Forno and Harley, 1979) หลังจากนั้นพบการแพร่ระบาดของจอกหูหนูยักษ์ชนิดนี้ในประเทศเขตร้อนขึ้นหลายประเทศทั่วโลก ได้แก่ ประเทศในแถบทวีปแอฟริกา ศรีลังกา ปาปัวนิวกินี ฟิลิปปินส์ และออสเตรเลีย (Oliver, 1993; Julien and Griffiths, 1998) และในหลายรัฐทางตอนใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา (Jacono and Pitman, 2001; TenBruggencate, 2003) จอกหูหนูยักษ์ เป็นวัชพืชร้ายแรงในนาข้าว และเป็นปัญหากับแม่น้ำ ลำคลอง การชลประทาน เมื่อขึ้นปกคลุมเต็มผิวน้ำ แสงแดดส่องไม่ถึงด้านล่าง ไม้ที่อยู๋ใต้ผิวน้ำจึงตาย ออกซิเจนละลายลงสู่แหล่งน้ำได้น้อย ขณะเดียวกันเกิดการย่อยสลายของซากพืชที่ตายและจมลงสู่เบื้องล่าง ทำให้ปลา สัตว์น้ำ และสิ่งมีชีวิตอื่นขาดออกซิเจนและมีผลต่อการเพิ่มประชากรของยุงซึ่งเป็นพาหะนำโรคอีกด้วย นอกจากนี้ยังทำให้กระแสน้ำไหลช้า กีดขวางการคมนาคมทางน้ำ การกำจัดจอกหูหนูยักษ์ออกจากแหล่งน้ำทำให้เสียงบประมาณและเวลาอย่างมาก เนื่องจากลำต้นที่เปราะ และหักง่าย ส่วนที่หักออกไปสามารถงอกยอดใหม่ ออกมาตามข้อใบ เจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้ (McFarland et al., 2004)

จากการสำรวจศัตรูธรรมชาติของจอกหูหนูยักษ์ในประเทศตรินิแดด เวเนซุเอลา กายอานา อูรุกวัย ปารากวัย บราซิล และอาร์เจนตินา พบศัตรูธรรมชาติของจอกหูหนูยักษ์มีมากถึง 49 ชนิด และมีการนำศัตรูธรรมชาติ 4 ชนิด คือ *Cyrtobagous singularis* Hustache, *Paulinia acuminata* (De Geer), *Samea multiplicalis* (Guenée) และ *C. salviniae* Calder and Sands ไปทดลองใช้กำจัดจอกหูหนูยักษ์ และพบว่าตัวงวง *C. salviniae* มีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ให้ประสบผลสำเร็จ *C. salviniae* เป็นตัวงวงขนาดเล็ก มีถิ่นกำเนิดอยู่ทางทวีปอเมริกาใต้ มีความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยคือจอกหูหนูยักษ์ มีขนาดลำตัวยาว 1.5-2 มิลลิเมตร ลักษณะของตัวเต็มวัยที่อายุ 2-3 วัน ลำตัวสีนํ้าตาล หลังจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสีดำเงา ตัวเต็มวัยเพศเมียวางไข่ได้ประมาณ 300 ฟอง และฟักเป็นตัวอ่อนที่เวลาประมาณ 10 วัน อาศัยอยู่ด้านใต้ใบและส่วนที่เป็นรากของจอกหูหนูยักษ์ ตัวอ่อนสีขาวลำตัวยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ระยะเวลาในการพัฒนาจนเข้าดักแด้ใช้เวลาประมาณ 3-4 สัปดาห์ (Center et al., 1999) ตัวอ่อนตัวงวงจะเจาะท่อทางเดินและอาศัยกักตัวอยู่ภายในรากและตาใบของจอกหูหนูยักษ์ จนไม่สามารถเกาะกันเป็นกลุ่มก้อนได้ ตัวงวงเข้าดักแด้และหลบอยู่ใต้นํ้าบริเวณรากของจอกหูหนูยักษ์ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์

ส่วนตัวเต็มวัยจะกัดกินใบและตาใบทำให้จอกหูหนูยักษ์ชะงักการเจริญเติบโตและตายไปในที่สุด (Forno and Bourne, 1984; Room and Thomas, 1985) แต่ความเสียหายของพืชจากการเข้าทำลายของตัวเต็มวัยดั่งงวงน้อยกว่าความเสียหายจากการทำลายของตัวอ่อนดั่งงวง นอกจากนี้มีรายงานการทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยของดั่งงวงชนิดนี้กับพืชชนิดต่างๆ โดยพบว่าดั่งงวงนี้มีความเฉพาะเจาะจงสูงและจะกินพืชในสกุล *Salvinia* spp. เท่านั้น (Forno *et al.*, 1983; Tipping and Center, 2001) นอกจากนี้ยังไม่เคยพบรายงานว่าดั่งงวงนี้เป็นสาเหตุหรือก่อให้เกิดผลเสียต่อสมดุลสภาพแวดล้อม ไม่ก่อผลเสียต่อสุขภาพและความปลอดภัยของมนุษย์รวมถึงสัตว์อื่นด้วย (Horner, 2002)

Forno *et al.* (1983) ได้ทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยของดั่งงวง *C. salviniae* กับพืชชนิดต่างๆ พบว่าดั่งงวง *C. Salviniae* ไม่สามารถเจริญเติบโตหรืออยู่อาศัยจนครบวงจรชีวิตได้ในพืชเหล่านี้ ได้แก่ *Adiantum hispidulum*, *Allium cepa*, *Azolla pinnata*, *Brassica oleracea* var. *botrytis*, *Citrus sinensis*, *Nymphoides indica*, *Oryza sativa*, *Pistia stratiotes*, *Zea mays* เป็นต้น

ได้มีการนำดั่งงวง *C. salviniae* ไปใช้ควบคุมจอกหูหนูยักษ์ในหลายประเทศทั่วโลกอย่างต่อเนื่อง (Julien and Griffiths, 1998) และประสบผลสำเร็จในการควบคุมการแพร่กระจายของจอกหูหนูยักษ์ได้ภายในระยะเวลาไม่นานนัก เช่น ในปี ค.ศ. 1980 เครือรัฐออสเตรเลียสามารถควบคุมจอกหูหนูยักษ์ในทะเลสาบ Moondarra ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 400 เฮกตาร์ มีจอกหูหนูยักษ์น้ำหนักรวมกว่า 50,000 ตัน หลังจากปล่อยดั่งงวง *C. salviniae* แล้ว 15 เดือน ปริมาณจอกหูหนูยักษ์เหลือเพียงประมาณ 1 ตัน นอกจากนี้ยังสามารถลดการระบดในแม่น้ำ ทะเลสาบ และเขื่อน ในเขตร้อนชื้นและเขตกึ่งร้อนชื้นในเครือรัฐออสเตรเลีย โดยในเขตอบอุ่นของเครือรัฐออสเตรเลียใช้ระยะเวลาในการควบคุมนานกว่าในเขตร้อนชื้น (Julien *et al.*, 2009) ปี 1982-1984 ประเทศปาปัวนิวกินี อินเดีย และนามิเบีย ประสบความสำเร็จในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ไม่ให้แพร่กระจายได้ ปี 1985-1986 ประเทศสาธารณรัฐแอฟริกาใต้ และศรีลังกาสามารถควบคุมการแพร่กระจายของจอกหูหนูยักษ์ได้ภายในเวลา 2 ปี ปี 1989 ประเทศมาเลเซีย และฟิลิปปินส์เริ่มทำการปล่อยดั่งงวงออกสู่ธรรมชาติ และติดตามผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ปี 1990 ประเทศแซมเบียประสบความสำเร็จอย่างสูงสุดในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ ประเทศเคนยาพบว่าสามารถควบคุมจอกหูหนูยักษ์ได้ในพื้นที่ที่ไม่มีการใช้สารเคมี ประเทศอินโดนีเซีย พบว่าดั่งงวงสามารถตั้งรกรากดำรงชีวิตอยู่ได้ในพื้นที่เกาะชวา ปี 1991 ประเทศฟีจีประสบความสำเร็จอย่างดียิ่งในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ ปี 1992 ประเทศซิมบับเว สามารถควบคุมจอกหูหนูยักษ์ได้ภายในเวลา 2 ปี ปี 1996 ประเทศกานาเริ่มใช้ดั่งงวงในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ ในปี 1998 ประเทศไอวอรีโคสต์รายงานว่าดั่งงวงสามารถตั้งรกรากและแพร่กระจายตัวออกไปได้ทั่วทุกที่มีจอกหูหนูยักษ์ระบาด ในปี 2001 ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ปล่อยดั่งงวงควบคุมจอกหูหนูยักษ์ในพื้นที่รัฐเท็กซัส และทางตอนใต้ของรัฐลุยเซียนา และตั้งทีมงานสำหรับโครงการควบคุมจอกหูหนูยักษ์โดยการประสานความร่วมมือในหลายหน่วยงาน ได้แก่ Texas Parks and Wildlife Department, Louisiana Department of Wildlife and Fisheries, U.S. Army Corps of Engineerings, Engineer Research and Development Center และหน่วยงานอื่นๆ อีกหลายหน่วยงาน (McFarland *et al.*, 2004)

Room (1988, 1990); Room and Thomas (1985) แนะนำวิธีการปล่อยตัวงวงงเพื่อควบคุม จอกหูหนูยักษ์โดยปล่อยตัวเต็มวัยตัวงวงงจำนวน 300 ตัว และตัวอ่อนจำนวน 900 ตัวต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร หลายกรณีการนำตัวงวงงชนิดนี้ไปใช้ควบคุมการแพร่ระบาดของวัชพืชจอกหูหนูยักษ์ได้มากกว่า 95% โดย Diop and Hill (2009) รายงานว่าหลังจากปล่อยตัวงวงงแล้ว ตัวงวงงสามารถตั้งรกรากและแพร่กระจาย ออกไปยังพื้นที่มากกว่า 50 กิโลเมตร ภายในระยะเวลา 1 ปี และควบคุมการระบาดได้ภายในระยะเวลา 2 ปี

มาตรการเฝ้าระวังและควบคุมจอกหูหนูยักษ์

ประเทศไทยประกาศให้จอกหูหนูยักษ์เป็นสิ่งต้องห้าม มิให้มีการนำเข้ามาในราชอาณาจักร ตาม ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ฉบับที่ 14 ซึ่งประกาศตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม 2521 ปัจจุบันจอกหู หนูยักษ์ยังคงเป็นสิ่งต้องห้ามตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เมื่อวันที่ 26 เมษายน พ.ศ. 2550 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อ 1 มิถุนายน 2550 เรื่องกำหนดศัตรูพืชเป็นสิ่งต้องห้ามตามพระราชบัญญัติ กักพืช พ.ศ. 2507 (ฉบับที่ 6) พ.ศ. 2550 การปรับปรุง-แก้ไข พระราชบัญญัติกักพืชครั้งที่ 3 ในปี 2551 ให้มี ความทันสมัย เพิ่มอำนาจ และมีบทลงโทษ โดยผู้ครอบครองสิ่งต้องห้ามจะต้องเป็นผู้ทำลาย และหาก เจ้าหน้าที่เป็นผู้ทำลาย สามารถเรียกเก็บค่าใช้จ่ายจากเจ้าของได้ และผู้ที่ไม่ปฏิบัติตามกฎหมาย ขัดขึ้น ขัดขวางการกระทำ การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ ต้องระวางโทษจำคุกไม่เกิน 1 ปีหรือปรับไม่เกินสองหมื่นบาท หรือทั้งจำทั้งปรับ

ตัวงวงง *C. salviniae* มีความเฉพาะจงสูงต่อจอกหูหนูยักษ์ มีการนำไปใช้ในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ ประสบผลสำเร็จแล้วในหลายประเทศ ได้แก่ ออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี อินเดีย อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ ศรีลังกา เคนยา ไวออร์โคสต์ ฟิจิ กานา แคมเบีย ซิมบับเว นาบิเบีย และแอฟริกาใต้ คณะผู้วิจัยจึง ทำการศึกษาชีววิทยา และทดสอบประสิทธิภาพตัวงวงง *C. salviniae* จากเครือรัฐออสเตรเลีย ในการควบคุม จอกหูหนูยักษ์โดยชีววิธี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชีววิทยา พัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณตัวงวงง ทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาหาร และทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ เพื่อเป็น แนวทางนำไปแก้ปัญหาการระบาดของจอกหูหนูยักษ์ในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนต่อไป

วิธีดำเนินการ

วัสดุ-อุปกรณ์

1. ตัวงวงง *C. salviniae*
2. โรงเรือนกักกันและห้องปฏิบัติการกักกัน
3. อุปกรณ์เพาะเลี้ยงจอกหูหนูยักษ์ และพืชอาหารอื่นๆ ได้แก่ ถังใส่น้ำ ปิมน้ำ ปุ๋ยเคมี สายยาง ดิน น้ำ ถาดเพาะกล้า กระถาง พัดลมระบายอากาศ พลาสติกปูบ่อน้ำ อีฐประสาน ตะกร้าพลาสติกขนาด 40x45x12 เซนติเมตร ฟองน้ำอเนกประสงค์ ท่อพีวีซีขนาด 3/4 นิ้ว ปุ๋ยยูเรีย มุ้งตาข่าย สวิตช์อัตโนมัติ อ่างเปลงพลาสติกขนาด 220 ลิตร
4. พืชอาศัยและอาหารเลี้ยงแมลง จอกหูหนูยักษ์ ผักกระเฉด ข้าว จอก จอกหูหนู ตับเต่า บัวแดง บัวหลวง ผักบุ้ง ผักตบชวา ผักปอด ผักแว่น แหน แหนแดง แห้ว กระเจี๊ยบ

5. อุปกรณ์เพาะเลี้ยงด้วงงวง *C. salviniae* ได้แก่ หลอดทดลองขนาดกลาง สำลี น้ำกลั่น พู่กัน ปากคีบแบบอ่อน ปากคีบแสดนเลสแบบปากจิ้งจก กระดาษทิชชู กล่องพลาสติกขนาด 18x27x10.5 เซนติเมตร กล่องพลาสติกขนาด 13x20x6 เซนติเมตร กล่องพลาสติกขนาด 6x9.5x3 เซนติเมตร ถาดพลาสติกขนาด 28x43x10 เซนติเมตร ถ้วยพลาสติกขนาด 2 ออนซ์
6. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างแมลง ได้แก่ ขวดตวงแมลง ถุงพลาสติก ตะกร้า กล่องเลี้ยงแมลง สวิง กรรไกร มีด รองเท้าบูท
7. อุปกรณ์จำแนกและตรวจสอบลักษณะแมลง ได้แก่ กล้องสเตอริโอไมโครสโคปพร้อมชุดบันทึกภาพ
8. อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ กล้องบันทึกภาพ กล้องวิดีโอ กล้องส่องทางไกล เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนโตรเจนในน้ำ เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ

วิธีการ (ภาพรวมของโครงการการควบคุมจอกหูหนูยักษ์, ภาพที่ 1)

1. นำเข้าด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae*

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชประสานงานกับสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรเพื่อขออนุญาตนำเข้าด้วงงวง *C. salviniae* โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก USDA-ARS, Australian Biological Control Laboratories (ABCL), Brisbane, Australia เพื่อจัดส่งตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 500 ตัว พื้นที่ที่ได้รับด้วงงวง *C. salviniae* ทั้งหมดจะต้องนำเข้าเก็บรักษาในห้องปฏิบัติการกักกัน (Quarantine Laboratory) กลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

1.1 การตรวจสอบการปนเปื้อนของแมลงหรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น (free from undesirable organisms) ที่อาจติดมากับแมลงนำเข้า ดำเนินการโดย

1.1.1 คัดแยกด้วงงวง *C. salviniae* แต่ละตัวใส่ในหลอดแก้วใส ปิดปากหลอดแก้วด้วยสำลี ป้องกันด้วงงวง *C. salviniae* หนีออกจากหลอดแก้ว

1.1.2 ตรวจสอบด้วงงวง *C. salviniae* แต่ละตัวภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป เพื่อคัดแยกแมลงหรือโรค ที่อาจปะปนมาหรือฟักออกมาจากด้วงงวง *C. salviniae*

มาตรการควบคุมโรคและศัตรูพืชที่ปนเปื้อน

- หากพบแมลงและสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นปะปนมากับด้วงงวง *C. salviniae* ที่นำเข้าจะต้องคัดแยกและเก็บรวบรวมแมลงและสิ่งมีชีวิตที่ปะปนมาทั้งหมดนำไปฆ่าและเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์

- ของเสียและเศษวัสดุต่างๆ จะเก็บใส่ถุงพลาสติกมัดปากถุงให้แน่น ทุกครั้งที่เสร็จสิ้นการตรวจสอบ และทำความสะอาดภาชนะทันทีที่เสร็จสิ้นการตรวจสอบ ส่วนซากแมลงที่ตายจะเก็บในแอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์

- เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการทุกคนจะต้องสวมเสื้อคลุมขณะทำงานในห้องปฏิบัติการ และต้องถอดเสื้อคลุมแขนเก็บไว้ในห้องปฏิบัติการทุกครั้ง เพื่อป้องกันแมลงติดออกมาภายนอกห้องปฏิบัติการ

- ห้องปฏิบัติการต้องมีลักษณะประตู 2 ชั้น และมีกับดักแสงไฟดักจับแมลง เพื่อป้องกันแมลงเล็ดลอดออกจากห้องปฏิบัติการ ต้องไม่มีหน้าต่าง หรือถ้ามีหน้าต่างต้องปิดสนิท

1.2 การจัดการหลังเสร็จสิ้นการตรวจสอบ

1.2.1 การขนย้ายด้วงงวง *C. salviniae* และเศษซาก ในห้องปฏิบัติการ หรือในโรงเรือน ระหว่างทำการตรวจสอบจะไม่มี การขนย้ายด้วงงวง *C. salviniae* ออกจากห้องปฏิบัติการโดยเด็ดขาด

1.2.2 หลังเสร็จสิ้นการตรวจสอบ จะทำการเก็บรักษาด้วงงวง *C. salviniae* ทั้งหมดไว้ใน แอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์ ณ พิพิธภัณฑ์แมลง ตึกจักรทอง กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ

บันทึกข้อมูล

ขั้นตอน วิธีการนำเข้า จำนวนด้วงงวงที่นำเข้า จำนวนด้วงงวง *C. salviniae* ที่ตรวจพบการ ปนเปื้อนโรคและศัตรูพืช

2. การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณจอกหูหนูยักษ์และเพาะเลี้ยงด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* ในโรงเรือนกักกันและห้องปฏิบัติการกักกัน

2.1 การเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์จอกหูหนูยักษ์ในโรงเรือนกักกัน

2.1.1 เตรียมโรงเรือนกักกันโดยสร้างบ่อน้ำขนาด 2x3 เมตร จำนวน 4 บ่อ เติมน้ำ 20 กิโลกรัม และเติมน้ำ 600 ลิตร ลงในบ่อ และเตรียมอ่างเปลพลาสติกขนาด 220 ลิตร จำนวน 12 อ่าง เติมน้ำ 10 กิโลกรัม และเติมน้ำ 180 ลิตร ลงในอ่าง เจาะรูระบายน้ำต่ำกว่าขอบอ่าง 10 เซนติเมตร เพื่อรักษาระดับ น้ำไม่ให้สูงเกินไป

2.1.2 สำนัวจอกหูหนูยักษ์ในแหล่งน้ำที่มีรายงานการระบาดของ เช่น จังหวัดกาญจนบุรี นครราชสีมา อุตรดิตถ์ สงขลา พัทลุง นครสวรรค์ เป็นต้น เก็บจอกหูหนูยักษ์กลับเข้ามาเพาะเลี้ยงโดยคัดเลือก จอกหูหนูยักษ์เฉพาะส่วนที่มีสีเขียว ไม่มีรอยทำลาย มาใส่ในบ่อน้ำและอ่างเปลพลาสติกที่เตรียมไว้ ปิดคลุม ด้วยมุ้งตาข่าย

2.1.3 ตรวจสอบการปนเปื้อนของแมลงหรือพืชอื่นที่อาจติดมากับจอกหูหนูยักษ์ คัดแยกและนำไปทำลาย โดยตรวจเช็คจอกหูหนูยักษ์ทุก 24 ชั่วโมง หากพบอาการผิดปกติ เช่น มีรอยกัดกิน พบตัวหนอน หรือแมลงอื่นๆ ให้คัดแยกจอกหูหนูยักษ์บริเวณนั้นออก

2.1.4 ตรวจเช็คอุณหภูมิในโรงเรือน ในน้ำ บนผิวน้ำ ปริมาณไนโตรเจน และความเป็น กรด-ด่างของน้ำ ทุกสัปดาห์

2.1.5 เพาะเลี้ยงขยายพันธุ์จอกหูหนูยักษ์ให้ได้ปริมาณมาก โดยใส่ปุ๋ยยูเรียทุก 15 วัน จากนั้นนำจอกหูหนูยักษ์ที่เพาะเลี้ยงได้ไปเป็นพืชอาหารของด้วงงวง *C. salviniae* ต่อไป โดยกำหนดให้บ่อน้ำ จำนวน 2 บ่อ และอ่างเปลพลาสติกจำนวน 2 อ่าง เป็นที่เพาะเลี้ยงจอกหูหนูยักษ์เพียงอย่างเดียว ส่วนที่เหลือ สามารถใช้ในการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงงวงเมื่อมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น

บันทึกข้อมูล

- อุณหภูมิ ความชื้น ค่า pH ของน้ำ
- ลักษณะของจอกหูหนูยักษ์แต่ละระยะ การเพิ่มปริมาณของจอกหูหนูยักษ์

2.2 การเพาะเลี้ยงด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* ในโรงเรือนกักกันและห้องปฏิบัติการ กักกัน ดำเนินการดังนี้

2.2.1 นำจอกหูหนูยักษ์จากโรงเรือนกักกันใส่ในกล่องเลี้ยงแมลงขนาด 18x27x10.5 เซนติเมตร กล่องละ 15 ต้น เติมน้ำ 1.5 ลิตร จำนวน 5 กล่อง ในห้องปฏิบัติการกักกันที่อุณหภูมิ 27±2 องศาเซลเซียส

2.2.2 ปลอยตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* ลงบนจอกหูหนูยักษ์กล่องละ 100 ตัว โดยนับจำนวนและย้ายด้วงงวง *C. salviniae* ใส่ในกล่องใหม่ทุกสัปดาห์

2.2.3 เมื่อด้วงงวง *C. salviniae* มีจำนวนเพิ่มขึ้น แบ่งด้วงงวง *C. salviniae* จำนวนหนึ่งไปใส่ในบ่อน้ำในโรงเรือนในข้อ 2.1.1 จำนวน 2 บ่อ และอ่างเปลงพลาสติกจำนวน 10 อ่าง เพื่อให้เจริญเติบโตและขยายพันธุ์เพิ่มมากขึ้น

2.2.4 ตรวจเช็คด้วงงวง *C. salviniae* ในบ่อทุก 3 วัน โดยสังเกตความผิดปกติของจอกหูหนูยักษ์ เช่น เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ใบยอดถูกกัดกินเป็นรอย เมื่อพบด้วงงวง *C. salviniae* รุ่นใหม่ซึ่งจะมีลำตัวสีน้ำตาลแดง คัดแยกและนับจำนวนทุกสัปดาห์

บันทึกข้อมูล

- จำนวนด้วงงวง *C. salviniae* ที่เหลือก่อนย้ายใส่ในกล่องใหม่ทุกสัปดาห์
- จำนวนด้วงงวง *C. salviniae* รุ่นใหม่ก่อนย้ายใส่ในบ่อใหม่ทุกสัปดาห์

3. ศึกษาชีววิทยาของด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae*

3.1 ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกัญและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยนำจอกหูหนูยักษ์ระยะที่ 1 ใส่กล่องพลาสติกขนาด 20x13x6 เซนติเมตร จำนวน 10 กล่อง กล่องละ 5 ต้น แล้วปลอยตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 5 คู่ ต่อกล่อง

3.2 ย้ายด้วงงวง *C. salviniae* ทั้งหมดใส่ในกล่องพลาสติกที่มีต้นจอกหูหนูยักษ์ระยะที่ 1 ต้นใหม่ ทุก 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้จำนวน 10 วัน

3.3 นำจอกหูหนูยักษ์ที่มีไข่ของด้วงงวง *C. salviniae* แต่ละต้นไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกขนาด 6x9.5x3 เซนติเมตร กล่องละ 1 ต้น จนกระทั่งด้วงงวง *C. salviniae* เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย

3.4 ทำการทดลองตามข้อ 3.1-3.3 โดยใช้จอกหูหนูยักษ์ระยะที่ 2 และ 3

บันทึกข้อมูล

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตจากไข่ หนอน ดักแด้ จนเป็นตัวเต็มวัย และอัตราส่วนเพศเมื่อเลี้ยงด้วยจอกหูหนูยักษ์แต่ละระยะ

4. การทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยของด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* ในโรงเรือนทดลองกักกัน

4.1 วิธีการทดสอบแบบไม่มีทางเลือก (No choice test)

4.1.1 เก็บและปลูกพืชเศรษฐกิจและพืชน้ำที่มีความสำคัญที่ต้องการทดสอบ โดยเก็บจากแหล่งน้ำต่างๆ ในประเทศไทย จำนวน 16 ชนิดๆ ละ 12 ต้น ได้แก่

- จอกหูหนูยักษ์ (*Salvinia molesta* D.S. Mitch.)
- ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea* Lour.)

- ข้าว (*Oryza sativa* L.)
- จอก (*Pistia stratiotes* L.)
- จอกหูหนู (*Salvinia cucullata* Roxb. Ex Bory)
- ตับเต่า (*Sagittalia guayanensis* H.B.K.)
- บัวแดง บัวสาย (*Nymphaea lotus* Linnaeus)
- บัวหลวง (*Nelumbo nucifera* Gaertn.)
- ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic* Forsk.)
- ผักตบชวา (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms)
- ผักปอด (*Sphenoclea zeylanica* Gaerth)
- ผักแว่น (*Marsilea crenata* Presl)
- แหน (*Lemna minor* L.)
- แหนแดง (*Azolla pinnata* R.Br.)
- แห้ว (*Cyperus esculentus* L.)
- กระจับ (*Trapa bicornis* Osbeck.)

4.1.2 ทำการศึกษาในโรงเรือนกักกันของกลุ่มก๊อและสัตว์วิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยคัดเลือกพืชทดสอบแต่ละชนิดที่มีความสมบูรณ์ ไม่มีรอยทำลาย นำมาเพาะเลี้ยงในกาละมังพลาสติกขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 18 เซนติเมตร ที่ใส่ดิน 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 10 ลิตร ชนิดพืชละ 3 กาละมัง แล้วปิดด้วยผ้ามุ้งตาข่าย โดยแบ่งพืชออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. พืชลอยน้ำ ได้แก่ จอก ผักบุ้ง จอกหูหนู ผักตบชวา แหน แหนแดง เป็นต้น ใส่ในกล่อง พลาสติกขนาด 28x19x10.5 เซนติเมตร พืชละ 3 กล่อง
2. พืชที่มีรากอยู่ในดิน ใบลอยน้ำ เช่น ผักกระเฉด บัวแดง บัวสาย บัวหลวง กระจับ ใส่ใน กาละมังพลาสติกขนาด 10 ลิตร ครอบด้วยมุ้งตาข่าย พืชละ 3 กาละมัง
3. พืชที่มีรากอยู่ในดิน ใบหรือลำต้นโผล่พ้นน้ำ เช่น ข้าว ตับเต่า ผักปอด ผักแว่น แห้ว ใส่ใน กาละมังพลาสติกขนาด 10 ลิตร ครอบด้วยมุ้งตาข่าย พืชละ 3 กาละมัง

4.1.3 ตรวจสอบการปนเปื้อนของแมลงหรือพืชอื่นที่อาจติดมากับพืชทดสอบ คัดแยกและนำไป ทำลาย โดยตรวจทุก 24 ชั่วโมง หากพบอาการผิดปกติ เช่น มีรอยกัดกิน พบตัวหนอน หรือแมลงอื่นๆ ให้คัด แยกพืชทดสอบบริเวณนั้นออก เมื่อไม่พบการเข้าทำลายของแมลงหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแต่ละกาละมังติดต่อกัน นาน 14 วัน สามารถนำพืชนั้นไปใช้ทดสอบต่อไปได้

4.1.4 เตรียมด้วงงวง *C. salviniae* โดยคัดเลือกตัวเต็มวัยของด้วงงวง *C. salviniae* ที่ออก จากดักด้ใหม่ๆ ใส่ในถ้วยพลาสติกขนาด 2 ออนซ์ ที่รองด้วยกระดาษทิชชู เติมน้ำพohมาด ให้ลดอาหารเป็น เวลา 24 ชั่วโมง ก่อนปล่อยในพืชที่ทำการทดสอบจำนวน 5 คู่ต่อกาละมัง ย้ายด้วงงวง *C. salviniae* ออก จากพืชเมื่อครบ 48 ชั่วโมง

4.1.5 สังเกตการทำลายพืช การวางไข่ของด้วงวง *C. salviniae* ในพืชอาศัยแต่ละชนิด บันทึกข้อมูลทุก 24 ชั่วโมง จนครบวงจรชีวิต หรือจนกระทั่งด้วงวง *C. salviniae* ที่ทำการทดสอบตายทั้งหมด

บันทึกข้อมูล

- การทำลายพืชแต่ละชนิดของด้วงวง *C. salviniae* ทุก 24 ชั่วโมง
- การเจริญเติบโตจากไข่จนถึงตัวเต็มวัยในพืชอาหารแต่ละชนิด
- อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียที่ได้

4.2 โดยใช้วิธีการทดสอบแบบมีทางเลือก (Choice test)

หากพบด้วงวง *C. salviniae* ในแต่ละระยะลงทำลายพืชชนิดอื่นในข้อ 4.1 นอกจากจอกหูหนูยักษ์และสามารถเจริญเติบโตได้ จะต้องทดสอบแบบมีทางเลือก (Choice test) เพิ่มเติม เพื่อศึกษาความชอบพืชอาศัย (Host plant preference) โดยมีวิธีการดังนี้

4.2.1 ใส่พืชชนิดที่ด้วงวง *C. salviniae* ลงทำลายจากข้อ 4.1 กาละมังขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร สูง 18 เซนติเมตร ที่ใส่ดิน 1 กิโลกรัม เติมน้ำ 10 ลิตร ชนิดพืชละ 3 กาละมัง ใส่จอกหูหนูยักษ์จำนวน 5 ต้น ในแต่ละกาละมัง แล้วปิดด้วยผ้ามุ้งตาข่าย

4.2.2 นำตัวเต็มวัยของด้วงวง *C. salviniae* ที่ออกจากดักแต่ใหม่ๆ จำนวน 5 คู่ โดยให้อุดอาหารเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปล่อยในกาละมังที่ทำการทดสอบ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี T-test เปรียบเทียบกับจอกหูหนูยักษ์

บันทึกข้อมูล

- การทำลายพืชของด้วงวง *C. salviniae* ทุก 24 ชั่วโมง
- การเจริญเติบโตจากไข่จนถึงตัวเต็มวัยในพืชทดสอบ
- อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียที่ได้

5. การทดสอบประสิทธิภาพของด้วงวง *Cyrtobagous salviniae* ในการทำลายจอกหูหนูยักษ์

5.1 ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ (กลุ่มกัญและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช)

วางแผนการทดลองแบบ CRD นำจอกหูหนูยักษ์ระยะ 2 (ขนาดต้น 10-15 เซนติเมตร) จำนวน 15 ต้น ใส่กล่องพลาสติกขนาด 18x27x10.5 เซนติเมตร เติมน้ำ 3 ลิตร ปล่อยด้วงวง *C. salviniae* ในระยะตัวเต็มวัย

- ระยะตัวเต็มวัย 1 คู่ต่อกล่อง จำนวน 3 กล่อง
- ระยะตัวเต็มวัย 3 คู่ต่อกล่อง จำนวน 3 กล่อง
- ระยะตัวเต็มวัย 5 คู่ต่อกล่อง จำนวน 3 กล่อง
- ระยะตัวเต็มวัย 7 คู่ต่อกล่อง จำนวน 3 กล่อง
- กรรมวิธีควบคุม (ไม่ปล่อยด้วงวง *C. salviniae*) จำนวน 3 กล่อง

และระยะไข่

- ระยะไข่ 2 ฟองต่อกล่อง จำนวน 3 กล่อง

- ระยะไข่ 6 ฟองต่อกล่อง จำนวน 3 กล่อง
- ระยะไข่ 10 ฟองต่อกล่อง จำนวน 3 กล่อง
- ระยะไข่ 14 ฟองต่อกล่อง จำนวน 3 กล่อง
- กรรมวิธีควบคุม (ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*) จำนวน 3 กล่อง

จากนั้นเลี้ยงด้วงงวง *C. salviniae* จนได้ตัวเต็มวัย หรือตัวเต็มวัยที่ทดสอบตาย ตรวจนับจำนวนด้วงงวง *C. salviniae* และปริมาณจอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายโดยการตรวจนับจำนวนด้วงงวงและบันทึกภาพทุก 7 วัน

บันทึกข้อมูล

เปอร์เซ็นต์พื้นที่ใบจอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายจากด้วงงวง *C. salviniae* ทุก 7 วัน

5.2 ทดสอบประสิทธิภาพของด้วงงวง *C. salviniae* ในโรงเรือนทดลอง (กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช)

5.2.1 ทดสอบในสภาพบ่อปูน

วางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ดังนี้

- ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว
- ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว
- ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว
- ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว
- กรรมวิธีควบคุม (ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*)

เตรียมบ่อน้ำขนาด 1x3x0.5 เมตร จำนวน 15 บ่อ เติมดินที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อที่ 120 องศาเซลเซียส 20 กิโลกรัม เติมน้ำ 500 ลิตร ลงในบ่อ ใส่จอกหูหนูยักษ์วัย 2 ในควอดเรต (Quadrat) ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* ตามกรรมวิธี บนต้นจอกหูหนูยักษ์ที่เตรียมไว้ ปิดด้วยผ้าขาวบางเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้ายของด้วงงวง *C. salviniae*

บันทึกข้อมูล

- เปอร์เซ็นต์การทำลายจอกหูหนูยักษ์ของด้วงงวง *C. salviniae* ทุกๆ สัปดาห์
- บันทึกภาพแสดงความแตกต่างของจอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายทุกๆ สัปดาห์

5.2.2 ทดสอบในสภาพอ่างพลาสติก (กะบะผสมปูน)

วางแผนการทดลองแบบ CRD 5 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ดังนี้

- ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว
- ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว
- ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว
- ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว
- กรรมวิธีควบคุม (ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*)

เตรียมอ่างเปลพลาสติก ขนาด 220 ลิตร จำนวน 15 อ่าง เติมดิน 10 กิโลกรัม และ
เติมน้ำ 180 ลิตร ลงในอ่าง เจาะรูระบายน้ำต่ำกว่าขอบอ่าง 10 เซนติเมตร เพื่อรักษาระดับน้ำไม่ให้สูง
เกินไป ใส่จอกหูหนูยักษ์วัย 2 ในแต่ละอ่างจนเต็มพื้นที่ ประมาณ 90-100 ต้น ปล่อยด้วงงวง
C. salviniae ตามกรรมวิธี บนต้นจอกหูหนูยักษ์ที่เตรียมไว้ปิดด้วยผ้าขาวบางเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้าย
ของด้วงงวง บันทึกการทำลายจอกหูหนูยักษ์ทุกสัปดาห์ เป็นระยะเวลา 4 เดือน

บันทึกข้อมูล

- จำนวนด้วงงวง *C. salviniae* โดยวิธีสุ่มยอดจอกหูหนูยักษ์จำนวน 20 ยอด ทุกๆ สัปดาห์
- เปอร์เซ็นต์จอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายจากด้วงงวง *C. salviniae*
- บันทึกภาพแสดงความแตกต่างของจอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายทุกๆ สัปดาห์

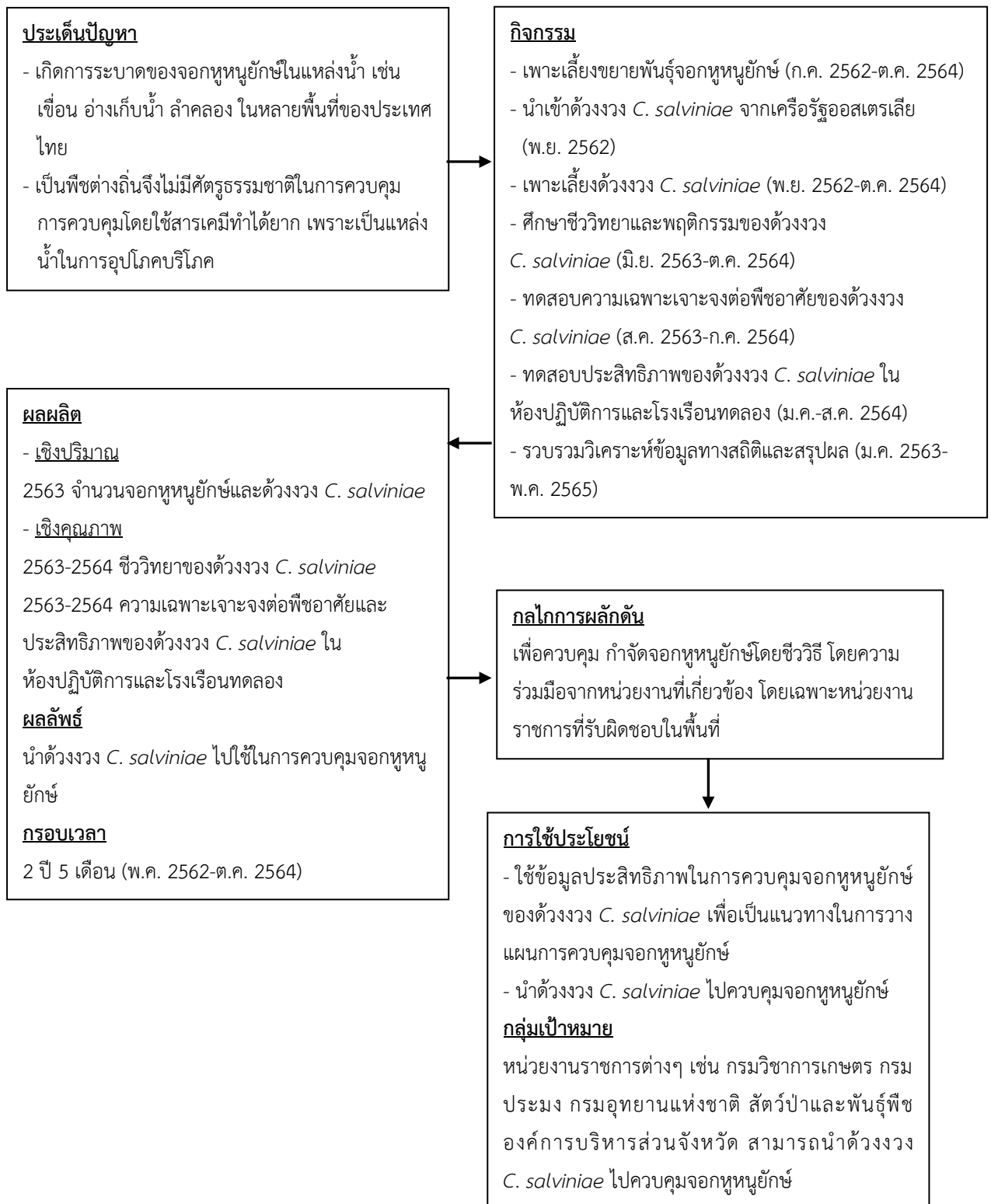
เวลาและสถานที่

ระยะเวลา: เริ่มต้นเดือนพฤษภาคม 2562 - สิ้นสุดเดือนตุลาคม 2564 (รวมเวลา 2 ปี 5 เดือน)

สถานที่:

- ห้องปฏิบัติการกักกันพืช โรงเรือนกักกันพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา และกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัย-
พัฒนาการอารักขาพืช
- แหล่งน้ำที่มีการระบาดของจอกหูหนูยักษ์ ในจังหวัดอุดรธานี นครราชสีมา กาญจนบุรี นครสวรรค์

พัทลุง และสงขลา



ภาพที่ 1 สรุปภาพรวมของโครงการการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ *Salvinia molesta* D.S.

Mitchell ด้วยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. นำเข้าด้วงงวง *C. salviniae*

คณะผู้วิจัยสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืชประสานงานกับสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรเพื่อขออนุญาตนำเข้าด้วงงวง *C. salviniae* โดยได้รับความอนุเคราะห์จาก USDA-ARS, Australian Biological Control Laboratories (ABCL), Brisbane, Australia จัดส่งตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 500 ตัวบรรจุในกล่องที่ระบุว่าเป็นด้วงงวง *C. salviniae* (ภาพที่ 2) มายังประเทศไทย โดยผ่านการตรวจสอบและเปิดกล่องบรรจุภัณฑ์ภายใต้การควบคุมโดยเจ้าหน้าที่กักกันพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ก่อนส่งมอบให้กับผู้วิจัย ในวันที่ 14 พฤศจิกายน 2562 เมื่อผู้วิจัยได้รับด้วงงวง *C. salviniae* แล้วนำเข้าห้องปฏิบัติการกักกันกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

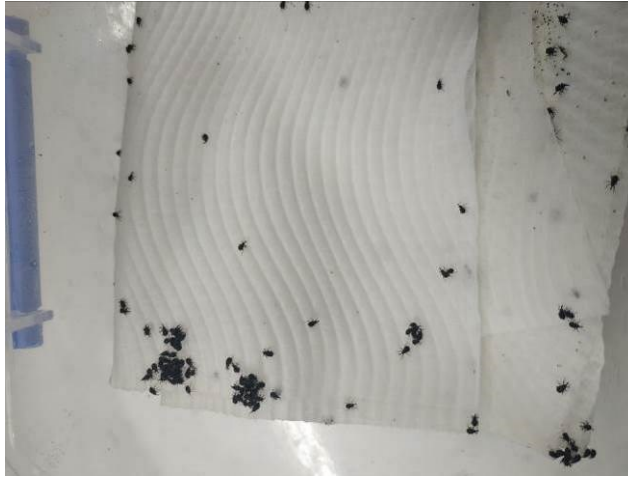
1.1 การตรวจสอบการปนเปื้อน เมื่อตรวจสอบการปนเปื้อนที่อาจติดมากับด้วงงวง *C. salviniae* แต่ละตัวภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคป เพื่อคัดแยกแมลง หรือโรคที่อาจปะปนมาหรือฟักออกมา เมื่อตรวจสอบแล้วไม่พบแมลงหรือสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นปะปนมา นำด้วงงวง *C. salviniae* ไปใส่ในกล่องเลี้ยงที่มีต้นจอกหูหนูยักษ์และน้ำ เพื่อให้กินอาหาร เนื่องจากการจัดส่งแมลงใช้ระยะเวลา 3-4 วัน และเป็นการจัดส่งโดยใส่ด้วงงวง *C. salviniae* มากับกระดาศพืชซูเปียกน้ำ (ภาพที่ 3) ไม่สามารถใส่จอกหูหนูยักษ์ซึ่งเป็นอาหารมาด้วยได้ตามมาตรการกักกันพืชของประเทศไทย

1.2 การจัดการหลังเสร็จสิ้นการตรวจสอบ เมื่อไม่พบการปนเปื้อนจึงนำด้วงงวง *C. salviniae* ทั้งหมดไปเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการกักกัน กลุ่มกีฏและสัตววิทยา โดยใส่ในกล่องพลาสติกขนาด 20x13x6 เซนติเมตร ที่มีจอกหูหนูยักษ์จำนวน 2 กล่อง เพื่อให้ด้วงงวง *C. salviniae* กินเป็นอาหารและวางไข่ และเริ่มเพาะเลี้ยงให้ได้ปริมาณมาก



ภาพที่ 2 กล่องบรรจุด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* ที่นำเข้าจากเครือรัฐออสเตรเลีย

- ก. กล่องโฟมบรรจุด้วงงวง *C. salviniae* เพื่อขนส่งมายังประเทศไทย
- ข. กล่องพลาสติกบรรจุด้วงงวง *C. salviniae*



ภาพที่ 3 ตัวงวง *Cyrtobagous salviniae* ที่นำเข้าจากเครือรัฐออสเตรเลีย

2. การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณจอกหูหนูยักษ์และเพาะเลี้ยงตัวงวง *C. salviniae*

2.1 การเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์จอกหูหนูยักษ์ในโรงเรือนกักกัน

การเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์จอกหูหนูยักษ์ในโรงเรือน (ภาพที่ 4 และ 5) โดยสำรวจและเก็บจอกหูหนูยักษ์จากแหล่งน้ำที่พบการระบาดจำนวน 2 แห่ง คือ เขื่อนแม่กลอง อำเภอนาทม จังหวัดกาญจนบุรี และเขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงบอระเพ็ด อำเภอมะนัง จังหวัดนครสวรรค์ (ภาพที่ 6) นำมาล้างทำความสะอาดส่วนรากซึ่งมีดิน ใบไม้ และกิ่งไม้ ที่ติดมากับต้นจอกหูหนูยักษ์ แยกเพาะเลี้ยงในโรงเรือนและปิดบ่อเพาะเลี้ยงด้วยมุ้งตาข่ายเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้ายของแมลงศัตรู จากการตรวจสอบการปนเปื้อนของแมลงหรือสิ่งมีชีวิตอื่นทุก 24 ชั่วโมง พบหนอนผีเสื้อกินใบจอกหูหนูยักษ์ โดยพบกัดกินยอดและใบจอกหูหนูยักษ์เสียหายเป็นจำนวนมาก (ภาพที่ 7) จึงทำการคัดแยกและตรวจสอบจอกหูหนูยักษ์ เมื่อไม่พบหนอนผีเสื้อกินใบจอกหูหนูยักษ์ต่อเนื่องกัน 2 สัปดาห์ สามารถนำจอกหูหนูยักษ์ดังกล่าวไปเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณ และใช้ในการเพาะเลี้ยงตัวงวง *C. salviniae* นอกจากนี้ยังพบการเข้าทำลายของเพลี้ยอ่อนเข้าดูดกินน้ำเลี้ยงบนใบจอกหูหนูยักษ์ทำการกำจัดโดยการจับออก การปนเปื้อนของพืชชนิดอื่นๆ เช่น แหนเป็ด และแหนแดง ทำการกำจัดโดยตัดออกจากบ่อเพาะเลี้ยง ดังนั้นตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาดังกล่าวต้องหมั่นตรวจสอบการเข้าทำลายของหนอนผีเสื้อเพลี้ยอ่อน แมงมุม หอยศัตรูพืช พืชอื่นๆ หากพบต้องรีบกำจัดทันที

นอกจากนี้การเพาะเลี้ยงจอกหูหนูยักษ์ยังพบปัญหาอุปสรรคเนื่องจากเป็นพืชน้ำปริมาณธาตุอาหารในน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์เป็นอย่างมาก การใส่ธาตุอาหารที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะทำให้จอกหูหนูยักษ์เจริญเติบโตได้ดีขึ้น อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์อย่างมาก โดยในฤดูหนาวจอกหูหนูยักษ์มีการเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี แต่ในฤดูร้อนหากอุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส ใบของจอกหูหนูยักษ์จะแห้งกระด้างและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เหงือกกรอบ แครกกรีน (ภาพที่ 8) ไม่สามารถนำไปเพาะเลี้ยงตัวงวง *C. salviniae* ได้ ทำการแก้ไขด้วยการเปิดพัดลมระบายอากาศ และฉีดพ่นน้ำบริเวณโรงเรือนในช่วงบ่ายเพื่อลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นภายในโรงเรือน



ภาพที่ 4 การเตรียมบ่อเพาะเลี้ยงจอกหูหนูยักษ์

ก. ใส่ดินและน้ำในบ่อก่อนนำจอกหูหนูยักษ์มาเพาะเลี้ยง

ข. นำจอกหูหนูยักษ์จากแหล่งน้ำธรรมชาติที่ไม่มีการปนเปื้อนของศัตรูพืชและพืชชนิดอื่นมาเพาะเลี้ยง



ภาพที่ 5 การเตรียมอ่างพลาสติกเพื่อเพาะเลี้ยงจอกหูหนูยักษ์โดยใส่ดินและน้ำก่อนนำจอกหูหนูยักษ์มาเพาะเลี้ยง



ภาพที่ 6 การเก็บจอกหูหนูยักษ์จากแหล่งน้ำในอำเภอมือง จังหวัดนครสวรรค์



รอยทำลายของ
หนอนผีเสื้อ

ภาพที่ 7 จอกหูหนูยักษ์ถูกหนอนผีเสื้อเข้าทำลาย



ภาพที่ 8 จอกหูหนูยักษ์แห่งกรอบ เป็นสีน้ำตาล เนื่องจากความร้อนสูง

ระยะการเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์

การเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์ในโรงเรือนทดลอง (ภาพที่ 9) พบว่าจอกหูหนูยักษ์มี 3 ระยะสอดคล้องกับ Li *et al.* (2018)

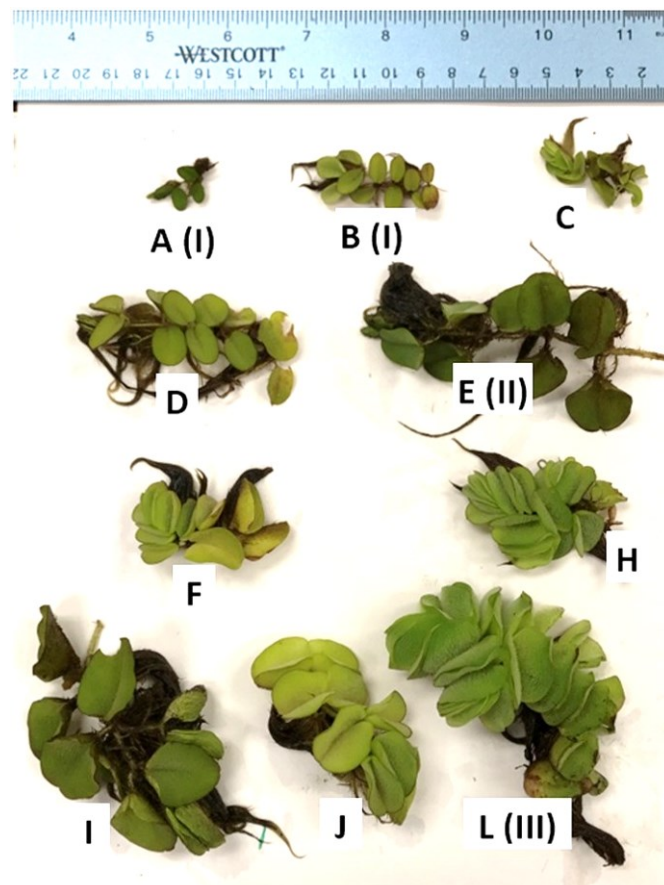
ระยะที่ 1 (Primary stage, primary-invading form) ความกว้างของใบน้อยกว่า 1.5 เซนติเมตร เป็นใบคู่สีเขียวขนาดเล็ก ลอยแผ่อยู่เหนือผิวน้ำ มีขนสีเขียวขนาดเล็กปกคลุมบนใบ และเจริญเติบโตเพิ่มขนาดและจำนวนใบใช้ระยะเวลา 7-10 วัน (ภาพที่ 10 A-B และภาพที่ 11 ก)

ระยะที่ 2 (Secondary stage, open-water-colonizing-form) ความกว้างของใบ 2-5 เซนติเมตร ซึ่งมีการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนใบมากขึ้น เป็น 3-4 เท่าจากระยะแรก ลำต้นและรากมีความยาวเพิ่มมากขึ้น ใบเริ่มมีการพับขึ้นทางด้านบนเหนือผิวน้ำเล็กน้อย สามารถมองเห็นปลายขนซึ่งมีลักษณะเป็นกระเปาะ 4 แฉก คล้ายซี่กรง ช่วยในการลอยน้ำได้ชัดเจนขึ้น ใช้ระยะเวลา 2-4 สัปดาห์ (ภาพที่ 10 E และภาพที่ 11 ข)

ระยะที่ 3 (Tertiary stage, mat-form) ความกว้างของใบ 6 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ ใบมีขนาดใหญ่ห่อขึ้นเหนือผิวน้ำเนื่องจากการสร้างใบจำนวนมากจึงมองเห็นใบเบียดซ้อนกัน มีการสร้างสปอร์โรคาร์ป รากมีความยาวเพิ่มมากขึ้น จอกหูหนูยักษ์ในระยะนี้สามารถเจริญเติบโตและแตกแขนงเป็นกิ่งใหม่ๆ หรือเพิ่มความยาวได้อย่างรวดเร็ว ใบแก่จะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและจมลงในแหล่งน้ำ ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน โดยสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้นานหลายเดือน (ภาพที่ 10 L และภาพที่ 11 ค)



ภาพที่ 9 จอกหูหนูยักษ์มีการเจริญเติบโตดีเมื่อเพาะเลี้ยงในสภาพโรงเรือนที่เหมาะสม



ภาพที่ 10 การพัฒนาของจอกหูหนูยักษ์ในระยะต่างๆ

- ระยะที่ 1 (Primary stage A-B)
- ระยะที่ 2 (Secondary stage E)
- ระยะที่ 3 (Tertiary stage L)

ที่มา: [www.nature.com/Endocide-Induced Abnormal Growth Forms of Invasive Giant Salvinia](http://www.nature.com/Endocide-Induced%20Abnormal%20Growth%20Forms%20of%20Invasive%20Giant%20Salvinia)



ภาพที่ 11 การเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์ในระยยะต่างๆ

- ก. จอกหูหนูยักษ์ในระยยะที่ 1
- ข. จอกหูหนูยักษ์ในระยยะที่ 2
- ค. จอกหูหนูยักษ์ในระยยะที่ 3

2.2 การเพาะเลี้ยงด้วงงวง *C. salviniae*

เมื่อนำด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 500 ตัว มาเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณในห้องปฏิบัติการก็มักพบว่าสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ แสงแดด และความชื้น ในห้องปฏิบัติการก็มักไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์ เนื่องจากจอกหูหนูยักษ์เป็นพืชน้ำต้องการแสงแดดอย่างน้อย 14 ชั่วโมงต่อวัน การเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ แต่ความชื้นและการถ่ายเทอากาศไม่สามารถทำได้ ทำให้จอกหูหนูยักษ์ชะงักการเจริญเติบโต และเน่า ไม่เหมาะสมที่จะนำมาเป็นอาหารเพาะเลี้ยงด้วงงวง *C. salviniae* ซึ่งตัวอ่อนอาศัยอยู่ภายในลำต้นจอกหูหนูยักษ์ และมีวงจรชีวิตยาวนานทำให้ด้วงงวง *C. salviniae* จำนวนหนึ่งตาย นอกจากนี้เกิดเชื้อราบริเวณใบจอกหูหนูยักษ์ทำให้ตัวเต็มวัยอ่อนแอหรือตาย จึงจำเป็นต้องทำการย้ายไปเพาะเลี้ยงในโรงเรือนกักกันซึ่งมีสภาพแวดล้อมเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตมากกว่า โดยสามารถเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงงวง *C. salviniae* ได้อย่างต่อเนื่อง เมื่อสามารถเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้มากกว่า 1,500 ตัว แล้วนำไปศึกษาชีววิทยา พฤติกรรม และความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาหารต่อไป

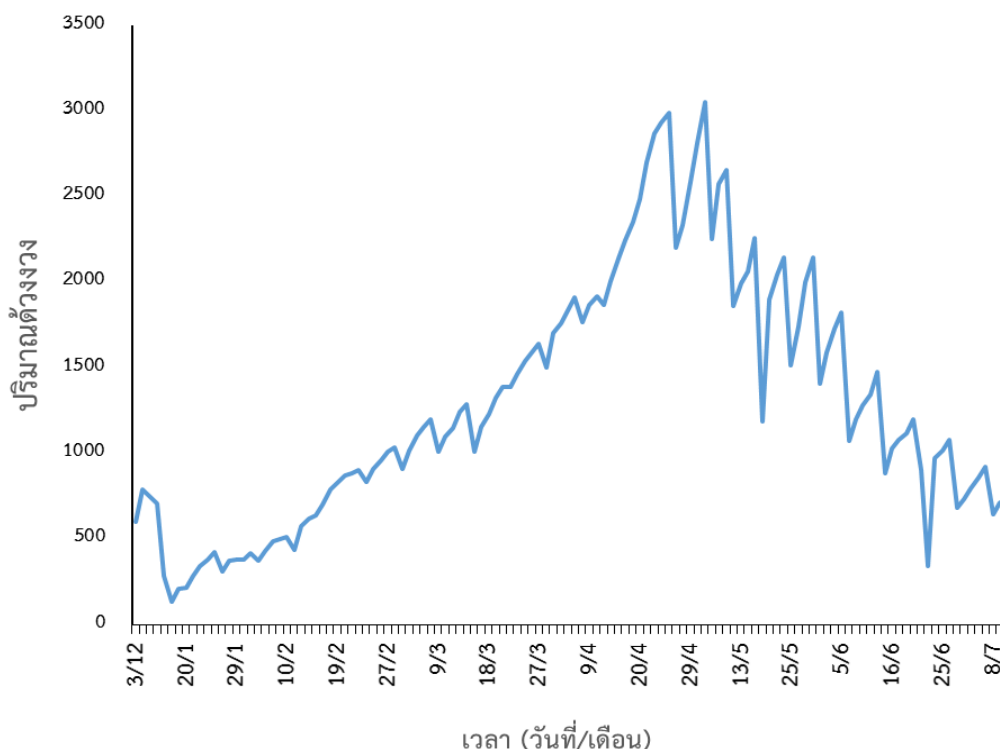
การเพาะเลี้ยงด้วงงวง *C. salviniae* ในโรงเรือนโดยใส่ด้วงงวง *C. salviniae* ลงบนจอกหูหนูยักษ์วัย 3 ในอ่างเพลพลาสติก ซึ่งเป็นระยะที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต วางไข่ และกินอาหารของด้วงงวง *C. salviniae* ปิดด้วยผ้ามุ้งเพื่อป้องกันการเคลื่อนย้ายหรือหลบหนี เติมนยดอ่อนจอกหูหนูยักษ์ (ภาพที่ 12) สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เพื่อให้ด้วงงวง *C. salviniae* กัดกินเป็นอาหารและวางไข่ โดยย้ายตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* ไปใส่ในอ่างเพลพลาสติกใบใหม่ทุกสัปดาห์ หากยดอ่อนของจอกหูหนูยักษ์ไม่เพียงพอจะส่งผลให้ด้วงงวง *C. salviniae* มีอาหารไม่เพียงพอหรือไม่สามารถวางไข่ได้อย่างเต็มที่ส่งผลต่อปริมาณด้วงงวง *C. salviniae* ที่จะเพาะเลี้ยงได้ การตรวจเช็คบริเวณยดอ่อนของจอกหูหนูยักษ์หากพบด้วงงวง *C. salviniae* รุ่นใหม่ซึ่งจะมีลำตัวสีน้ำตาลแดงคัดแยกไปใส่ในอ่างเพลพลาสติกใบใหม่ โดยด้วงงวง *C. salviniae* จะกัดกินบริเวณยดและใบอ่อนของจอกหูหนูยักษ์เป็นรู ใบเหว่ง (ภาพที่ 13) บริเวณที่ถูกกัดกินจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อเวลาผ่านไป 1-2 วัน หรือหากด้วงงวง *C. salviniae* มีปริมาณมากจะกัดกินยดทั้งหมด ทำให้จอกหูหนูยักษ์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ นอกจากนี้ตัวอ่อนของด้วงงวง *C. salviniae* อาศัยและกัดกินภายในลำต้นของจอกหูหนูยักษ์ หากจอกหูหนูยักษ์ต้นนั้นมีสภาพไม่เหมาะสม ตัวหนอนของด้วงงวง *C. salviniae* จะเคลื่อนย้ายไปกัดกินต้นจอกหูหนูยักษ์ต้นใหม่ได้โดยการเจาะออกมาจากลำต้นเดิมแล้วย้ายไปเจาะลำต้นใหม่เพื่อเจริญเติบโตต่อไป การเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณให้ได้ด้วงงวง *C. salviniae* ปริมาณมากๆ ในเวลารวดเร็วจึงทำได้ยาก การตรวจนับด้วงงวง *C. salviniae* ผู้วิจัยต้องสังเกตบริเวณลำต้นของจอกหูหนูยักษ์ เนื่องจากดักแด้ของด้วงงวงจะแสดงถึงปริมาณด้วงงวงในอ่างเพลพลาสติก ปริมาณด้วงงวง *C. salviniae* ไม่ควรเกิน 500 ตัวต่ออ่างเพลพลาสติก เนื่องจากจำกัดด้วยปริมาณจอกหูหนูยักษ์ในอ่างเพลพลาสติกและด้วงงวง *C. salviniae* สามารถทำลายจอกหูหนูยักษ์ได้ในเวลารวดเร็ว โดยการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณของด้วงงวง *C. salviniae* สูงสุดในช่วงฤดูหนาวสอดคล้องกับการเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์ซึ่งเจริญเติบโตได้ดี (ภาพที่ 14) เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส สภาพในโรงเรือนเพาะเลี้ยงจะมีความร้อนสูงทำให้ใบของจอกหูหนูยักษ์เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล แฉก แห้งกรอบ จอกหูหนูยักษ์ชะงักการเจริญเติบโต ทำให้ปริมาณอาหารของด้วงงวง *C. salviniae* ลดลง ปริมาณด้วงงวง *C. salviniae* ที่เพาะเลี้ยงได้จึงลดลงด้วย



ภาพที่ 12 การเติมยอดอ่อนจากหุหนุ่ยยักษ์เพื่อเพาะเลี้ยงด้วงงวง *Cyrtothous salviniae*



ภาพที่ 13 ด้วงงวง *Cyrtothous salviniae* ทำลายจากหุหนุ่ยยักษ์
ก. ยอดอ่อน ข. ไบอ่อน



ภาพที่ 14 จำนวนด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* ที่เพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณได้ระหว่างเดือนธันวาคม-กรกฎาคม

3. ศึกษาชีววิทยาของด้วงงวง *C. salviniae*

การศึกษาชีววิทยาของด้วงงวง *C. salviniae* ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ที่อุบลราชธานี 27±2 องศาเซลเซียส ความชื้น 60%RH โดยนำจอกหูหนูยักษ์ใส่ถ้วยพลาสติกขนาด 2 ออนซ์ ถ้วยละ 1 ต้น จำนวน 10 ถ้วย แล้วปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 1 คู่ ตรวจเช็คการวางไข่ของด้วงงวง *C. salviniae* ภายใต้กล้องสเตอริโอไมโครสโคปทุก 24 ชั่วโมง พบว่าด้วงงวง *C. salviniae* วางไข่น้อยหรือบางถ้วยไม่พบไข่ ทำให้จำนวนด้วงงวง *C. salviniae* รุ่นลูกไม่เพียงพอต่อการนำไปศึกษาชีววิทยา จึงได้ปรับวิธีการศึกษาโดยนำจอกหูหนูยักษ์ระยะที่ 1 หรือ 2 หรือ 3 ใส่กล่องพลาสติกขนาด 20x13x6 เซนติเมตร จำนวน 10 กล่อง กล่องละ 5 ต้น แล้วปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 5 คู่ต่อกล่อง ย้ายด้วงงวง *C. salviniae* ทั้งหมดใส่ในกล่องพลาสติกที่มีต้นจอกหูหนูยักษ์ต้นใหม่ทุก 24 ชั่วโมง ทำเช่นนี้จำนวน 10 วัน นำจอกหูหนูยักษ์ที่มีไข่ของด้วงงวง *C. salviniae* แต่ละต้นไปเลี้ยงในกล่องพลาสติกขนาด 6x9.5x3 เซนติเมตร กล่องละ 1 ต้น จนกระทั่งด้วงงวง *C. salviniae* เจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย

จากการศึกษาชีววิทยาและพฤติกรรมของด้วงงวง *C. salviniae* พบว่าด้วงงวงชนิดนี้มีการวางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ ไว้ภายในลำต้น หรือใบอ่อน ไข่มีลักษณะกลมรี สีขาวใสแล้วค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น ระยะไข่ใช้เวลาเฉลี่ย 7.12±0.33 วัน (ภาพที่ 15) จึงฟักเป็นตัวหนอน ซึ่งหนอนที่ฟักใหม่ๆ มีสีขาวขุ่น ส่วนหัวสีดำ (ภาพที่ 16) ใช้ปากกัดกินอยู่ภายในลำต้นจอกหูหนูยักษ์ ทำให้จอกหูหนูยักษ์ชะงักหรือหยุดการเจริญเติบโต หากลำ

ต้นจอกหูหนูยักษ์มีขนาดเล็กหรือไม่สมบูรณ์ หนอนของด้วงงวงสามารถเจาะออกมาแล้วย้ายไปยังลำต้นใหม่ได้ ระยะหนอนใช้เวลาเฉลี่ย 22.65 ± 1.33 วัน หนอนที่โตเต็มที่จะมีลำตัวสีเหลืองเข้าดักแด้ (ภาพที่ 17) ภายในลำต้นใช้เวลาเฉลี่ย 6.80 ± 0.97 วัน จึงกลายเป็นตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยลำตัวมีสีแดงแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเป็นสีดำในที่สุด (ภาพที่ 18) ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุเฉลี่ย 217.71 ± 78.09 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุเฉลี่ย 243.70 ± 176.30 วัน (ตารางที่ 1) เมื่อด้วงงวง *C. salviniae* ทั้งหมดตายและนำไปจำแนกเพศด้วยการใช้อวัยวะสืบพันธุ์ เนื่องจากด้วงงวง *C. salviniae* มีขนาดเล็ก การจำแนกด้วยตาเปล่าทำได้ยากจำเป็นต้องใช้อวัยวะสืบพันธุ์ในการจำแนกเพศ ตัวเต็มวัยสามารถกัดกินและทำลายจอกหูหนูยักษ์ได้ทุกส่วน (ภาพที่ 19)

ตารางที่ 1 วงจรชีวิตของด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* ที่เพาะเลี้ยงด้วยจอกหูหนูยักษ์ในห้องปฏิบัติการที่ อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้น 60%RH

ระยะ	จำนวน (ฟอง ตัว)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.D. (วัน)	ระยะเวลา (วัน)
ไข่	50	7.12 ± 0.33	7-8
ตัวหนอน	50	22.65 ± 1.33	20-24
ดักแด้	50	6.80 ± 0.97	5-9
ตัวเต็มวัย			
เพศผู้	47	217.71 ± 78.09	105-325
เพศเมีย	46	243.70 ± 176.30	107-368



ภาพที่ 15 ไข่ด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae*



หนอนของด้วงงวง
Cyrtobagous
salviniae ที่ฟัก
ใหม่ๆ

ภาพที่ 16 ตัวหนอนด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae*



ด้กแด้ของด้วงงวง
Cyrtobagous
salviniae บริเวณ
ลำต้นจอกหูหนูยักษ์

ภาพที่ 17 ด้กแด้ด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae*



ภาพที่ 18 ตัวเต็มวัยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae*



รอยเจาะของด้วงวง
Cyrtobagous
salviniae บริเวณลำ
ต้นจอกหูหนูยักษ์

ภาพที่ 19 รอยเจาะเข้าสู่ลำต้นจอกหูหนูยักษ์ของด้วงวง *Cyrtobagous salviniae*

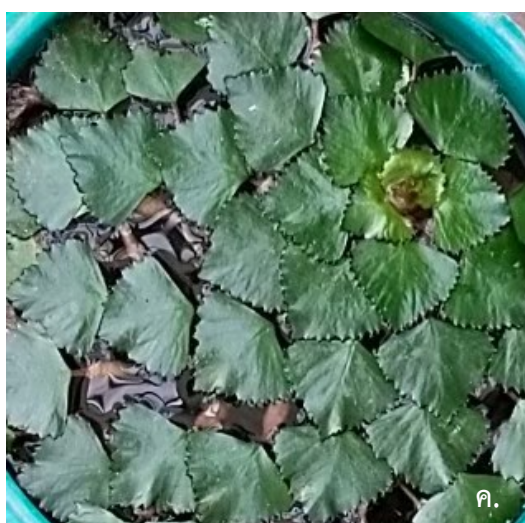
4. การทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยของด้วงวง *C. salviniae* ในโรงเรือนทดลอง

4.1 วิธีการทดสอบแบบไม่มีทางเลือก (No choice test)

การทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยของด้วงวง *C. salviniae* ทำการทดสอบแบบไม่มีทางเลือก (No choice test) ศึกษาในห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยนำพืชอาศัยชนิดต่างๆ ได้แก่ จอกหูหนูยักษ์ จอกหูหนู ผักกระเฉด ข้าว จอก ตับเต่า บัวแดง บัวสาย บัวหลวง ผักบุ้ง ผักตบชวา ผักปอด ผักแว่น แหน แหนแดง แห้ว และกระเจ็บ มาทดสอบในกล่องเลี้ยงแมลงพบว่า สภาพแวดล้อมในกล่องไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบเนื่องจากพืชส่วนใหญ่เป็นพืชน้ำ ทำให้พืชหลายชนิดเหี่ยวแห้ง หรือตาย จึงเปลี่ยนไปทำการทดสอบในโรงเรือนทดลองของกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยเฉพาะเลี้ยงพืชอาศัยในกล่องพลาสติกหรือกาละมังชนิดพืชละ 3 กาละมัง (ภาพที่ 20) ปลอยด้วงวง *C. salviniae* 5 คู่ต่อกล่องหรือกาละมัง จากการทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยพบว่าด้วงวง *C. salviniae* ไม่สามารถอาศัยและขยายพันธุ์ได้ในพืชที่นำมาทดสอบ ได้แก่ ผักกระเฉด ข้าว จอก ตับเต่า บัวแดง บัวสาย บัวหลวง ผักบุ้ง ผักตบชวา ผักปอด ผักแว่น แหน แหนแดง แห้ว และกระเจ็บ สามารถอยู่อาศัยได้ในจอกหูหนูแต่ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้ แต่สามารถอยู่อาศัยและขยายพันธุ์ได้ดีในจอกหูหนูยักษ์เท่านั้น โดยจะพบเศษซากด้วงวง *C. salviniae* ที่ตายในกล่องพลาสติกหรือกาละมังของแต่ละพืชทดสอบใน 5-7 วัน หลังปล่อยด้วงวง *C. salviniae* แสดงให้เห็นว่าด้วงวง *C. salviniae* มีความเฉพาะเจาะจงสูงต่อพืชอาศัย มีความเหมาะสมที่จะนำไปเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณและใช้ในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ในพื้นที่ที่พบการระบาดต่อไป

4.2 วิธีการทดสอบแบบมีทางเลือก (Choice test)

เนื่องจากด้วงวง *C. salviniae* ไม่สามารถอยู่อาศัยและขยายพันธุ์ได้ในพืชอื่นๆ นอกจากจอกหูหนูยักษ์ จึงไม่มีการทดสอบแบบมีทางเลือก



ภาพที่ 20 การทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยของด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae*

ก. ข้าว ข. จอก ค. กระจับ ง. จอกหูหนู

5. การทดสอบประสิทธิภาพของด้วงงวง *C. salviniae* ในการทำลายจอกหูหนูยักษ์

5.1 ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการ (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช)

การทดสอบประสิทธิภาพของด้วงงวง *C. salviniae* ในการทำลายจอกหูหนูยักษ์ ทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช โดยใช้จอกหูหนูยักษ์ระยะ 2 (ขนาด 10-15 เซนติเมตร) จำนวน 2 ต้น ในกล่องพลาสติกขนาด 18x27x10.5 เซนติเมตร ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* ระยะหนอน 1 ตัว ต่อกล่อง จำนวน 20 กล่อง หรือระยะตัวเต็มวัย 1 ตัว ต่อกล่อง จำนวน 20 กล่อง พบว่าไม่สามารถดำเนินการได้เนื่องจากไม่สามารถแยกระยะหนอนออกจากลำต้นจอกหูหนูยักษ์เพื่อนำมาทดสอบได้ เพราะอาจทำให้หนอนของด้วงงวง *C. salviniae* หยุดกินอาหารหรือตายได้ และการใส่ด้วงงวง *C. salviniae* 1 ตัวต่อกล่อง เป็นปริมาณที่น้อยเกินไป ไม่สามารถเช็คผลได้ จึงได้ปรับเปลี่ยนวิธีการเป็นการทดสอบในกล่องพลาสติกขนาด 20x13x6 เซนติเมตร ปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 1 3 5 และ 7 คู่ต่อกล่อง จำนวน 3 ซ้ำ และใส่ไข่ด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 2 6 10 และ 14 ฟอง จำนวน 3 ซ้ำ

พบว่าการทำลายจอกหูหนูยักษ์ของด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 1 3 5 และ 7 คู่ ไม่แตกต่างกัน แต่ในกล่องควบคุม (ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*) มีการแตกยอดอ่อนภายในกล่องแต่กล่องที่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* (ภาพที่ 21) ไม่พบการแตกยอดอ่อนของจอกหูหนูยักษ์ เช่นเดียวกับการทดสอบโดยการใส่ไข่ด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 2 6 10 และ 14 ฟอง (ภาพที่ 22) ในการทดสอบใช้กล่องพลาสติกใสใส่น้ำเปล่า และจอกหูหนูยักษ์เท่านั้น ซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจอกหูหนูยักษ์มากนัก จอกหูหนูยักษ์ขาดธาตุอาหารทำให้เจริญเติบโตได้ช้ากว่าในสภาพโรงเรือนหรือสภาพธรรมชาติ ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และการทำลายจอกหูหนูยักษ์ของด้วงงวง *C. salviniae* ที่ทำการทดสอบ จึงพบจอกหูหนูยักษ์ในแต่ละกรรมวิธีถูกทำลายไม่แตกต่างกัน



ก. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 1 คู่



ข. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 3 คู่



ค. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 5 คู่



ง. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 7 คู่



จ. ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*

ภาพที่ 21 จอกหูหนูยักษ์หลังปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 15 สัปดาห์



ก. ใส่ไข่ด้วงวง *C. salviniae* จำนวน 2 ฟอง



ข. ใส่ไข่ด้วงวง *C. salviniae* จำนวน 6 ฟอง



ค. ใส่ไข่ด้วงวง *C. salviniae* จำนวน 10 ฟอง



ง. ใส่ไข่ด้วงวง *C. salviniae* จำนวน 14 ฟอง



จ. ไม่ใส่ไข่ด้วงวง *C. salviniae*

ภาพที่ 22 จอกหูหนูยักษ์หลังใส่ไข่ด้วงวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 10 สัปดาห์

5.2 ทดสอบประสิทธิภาพของด้วงงวง *C. salviniae* ในโรงเรือนทดลอง (กลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช)

5.2.1 ทดสอบในสภาพบ่อปูน

การศึกษาประสิทธิภาพของด้วงงวง *C. salviniae* ในโรงเรือนทดลองโดยการปล่อยตัวเต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* 50 100 150 และ 200 ตัว ในบ่อปูนที่ปิดด้วยมุ้งตาข่าย (ภาพที่ 23) พบว่าก่อนปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จอกหูหนูยักษ์ในทุบบ่อมีลักษณะเขียวไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 24) แต่หลังปล่อยด้วงงวงตามกรรมวิธีดังกล่าว 1 สัปดาห์ ถึง 5 เดือน พบว่าทุกกรรมวิธีที่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอย่างชัดเจน พบการทำลายบริเวณยอดของจอกหูหนูยักษ์จำนวนมาก จอกหูหนูยักษ์ชะงักการเจริญเติบโต และลำต้นบางส่วนเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล รวมทั้งกรรมวิธีที่ไม่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* ด้วย (ภาพที่ 25-30)

จากการสุ่มตรวจยอดจอกหูหนูยักษ์ในบ่อที่ไม่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* มาตรวจสอบ พบว่าจอกหูหนูยักษ์มีลักษณะใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ยอดถูกทำลายชะงักการเจริญเติบโต และลำต้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเช่นเดียวกับจอกหูหนูยักษ์ในบ่อที่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* เพราะมีการเข้าทำลายของด้วงงวง *C. salviniae* เช่นกัน เนื่องจากบ่อที่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* เมื่อจอกหูหนูยักษ์ถูกทำลายจนเหลือยอดอ่อนน้อยจนไม่เพียงพอ ทำให้ด้วงงวง *C. salviniae* ซึ่งมีขนาดเล็กมาก พยายามมุดออกและเล็ดรอดเข้าไปในบ่อที่ไม่ได้ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* ซึ่งยังมีจอกหูหนูยักษ์สมบูรณ์อยู่ หลังปล่อยด้วงงวง 1 สัปดาห์ ถึง 5 เดือน จึงพบว่าในบ่อที่ไม่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จอกหูหนูยักษ์มีลักษณะเช่นเดียวกับบ่อที่มีการปล่อยด้วงงวง เพราะถูกด้วงงวง *C. salviniae* เข้าทำลายเช่นกัน จึงเริ่มทำการทดลองซ้ำในเดือนกุมภาพันธ์ 2564 โดยทดสอบในอ่างเปเลพลาสติก มีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 1 ตารางเมตรเช่นกัน และสามารถใช้ผ้าสาหลูปิดคลุมแต่ละอ่างได้มิดชิด ซึ่งด้วงงวง *C. salviniae* ไม่สามารถเล็ดลอดออกมาได้



ภาพที่ 23 บ่อทดลองประสิทธิภาพของด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae*

(ก) ปิดด้วยมุ้งตาข่าย (ข) เสริมฟองน้ำบริเวณขอบ



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 24 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อก่อนปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae*



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 25 จอหนุ่หนุ่กษในบ่อหลังปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae* 1 สัปดาห์



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 26 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 1 เดือน



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 27 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 2 เดือน



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 28 จอกหูกหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 3 เดือน



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 29 จอกหูหนูยักษ์ในบ่อหลังปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 4 เดือน



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 30 จอหุหนุยกษในบ่อหลังปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 5 เดือน

5.2.2 ทดสอบในสภาพอ่างเปลพลาสติก (กะบะผสมปูน)

จากการสุ่มจอกหุหนุ่ยจำนวน 20 ต้น/อ่าง หลังปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* เพื่อตรวจเช็คจำนวนยอดที่ถูกทำลาย พบว่าหลังปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* 1 สัปดาห์ อ่างที่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* อัตรา 100-200 ตัว/อ่าง มีจำนวนยอดจอกหุหนุ่ยที่ถูกทำลายเฉลี่ย 9.7-12.7 ยอด ขณะที่อ่างซึ่งมีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* อัตรา 50 ตัว/อ่าง มีจำนวนยอดจอกหุหนุ่ยที่ถูกทำลายเฉลี่ยเพียง 4.7 ยอด หลังจากปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* สัปดาห์ที่ 2-6 พบว่าในอ่างที่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* อัตรา 50-200 ตัว/อ่าง ยอดจอกหุหนุ่ยที่ถูกทำลายเฉลี่ย 14.0-18.7 15.0-19.3 16.3-20.0 17.3-0.0 และ 18.7-20.0 ยอด ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าด้วงงวง *C. salviniae* สามารถทำลายยอดจอกหุหนุ่ยได้รวดเร็วมากภายใน 2 สัปดาห์ อ่างที่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* อัตรา 50 ตัว/อ่าง หรือต่อพื้นที่การระบาดของจอกหุหนุ่ย 1 ตารางเมตร ยอดอ่อนจอกหุหนุ่ยที่ถูกทำลายเฉลี่ย 70.0-93.5 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

จากการสุ่มจอกหุหนุ่ยจำนวน 20 ต้น/อ่าง หลังปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* เมื่อตรวจเช็คจำนวนด้วงงวง *C. salviniae* พบว่าหลังปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* 1 2 และ 3 สัปดาห์ ในอ่างที่มีการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* อัตรา 50-200 ตัว/อ่าง มีด้วงงวง *C. salviniae* จำนวนเฉลี่ย 2.3-6.7 3.0-9.7 และ 4.0-6.3 ตัว/20 ต้น (ตารางที่ 3) ซึ่งเป็นปริมาณที่ค่อนข้างมาก สอดคล้องกับจำนวนยอดซึ่งในช่วงแรกๆ ของการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* ยังมียอดดีที่ยังไม่ถูกทำลายให้ด้วงงวง *C. salviniae* เจาะเข้าไปกัดกินเป็นอาหารได้อีกมาก เมื่อสุ่มมาตรวจเช็คจึงพบด้วงงวงได้ค่อนข้างมาก หลังจากสัปดาห์ที่ 3 จำนวนยอดอ่อนของจอกหุหนุ่ยลดลงเนื่องจากถูกทำลายเกือบหมด การสุ่มตรวจเช็คจำนวนด้วงงวง *C. salviniae* ในจอกหุหนุ่ย 20 ต้น/อ่าง จึงพบจำนวนด้วงงวงลดลง แต่ที่ยังพบด้วงงวง *C. salviniae* อยู่ในช่วงสัปดาห์ที่ 4-11 เฉลี่ย 0.3-5.0 ตัว/20 ต้น ทั้งที่จำนวนยอดอ่อนถูกทำลายเกือบหมดแล้ว เนื่องจากพฤติกรรมของด้วงงวง *C. salviniae* นอกจากชอบกัดกินที่ยอดอ่อนแล้วยังสามารถเจาะเข้าไปในบริเวณลำต้นได้ด้วย ภายใน 2 เดือนหลังปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จึงพบจอกหุหนุ่ยในอ่างเปลถูกทำลายและเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และตายทั้งหมด ยกเว้นในอ่างที่ไม่มีการปล่อยด้วงงวง (ภาพที่ 31-37)

ตารางที่ 2 จำนวนและเปอร์เซ็นต์ยอดอ่อนจอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายโดยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* จากการสุ่มจำนวน 20 ต้น/ป่อ

กรรมวิธี	จำนวนและเปอร์เซ็นต์ยอดอ่อนจอกหูหนูยักษ์ที่ถูกทำลายในสัปดาห์ที่ ^{1/}											
	1		2		3		4		5		6	
	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%	จำนวน	%
1. ปลอยด้วงงวง 50 ตัว	4.7b	23.5	14.0a	70.0	15.0b	75.0	16.3a	81.5	17.3a	86.5	18.7a	93.5
2. ปลอยด้วงงวง 100 ตัว	9.7ab	48.5	18.7a	93.5	18.3ab	91.5	20.0a	100.0	20.0a	100.0	20.0a	100.0
3. ปลอยด้วงงวง 150 ตัว	11.3a	56.5	17.0a	85.0	18.7ab	93.5	19.3a	96.5	19.0a	95.0	19.0a	95.5
4. ปลอยด้วงงวง 200 ตัว	12.7a	63.5	17.3a	86.5	19.3a	96.5	19.3a	96.5	20.0a	100.0	20.0a	100.0
5. ไม่ปลอยด้วงงวง	0.0b	0.0	0.0b	0.0	0.0c	0.0	0.0b	0.0	0.0b	0.0	0.0b	0.0
CV%	30.6		19.5		11.9		17.7		18.3		9.2	

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 3 จำนวนด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* ที่พบจากการสุ่มตรวจยอดอ่อนจอกหูหนูยักษ์จำนวน 20 ต้น/บ่อ

กรรมวิธี	จำนวนด้วงงวง <i>C. salviniae</i> (ตัว/20 ต้น) ในสัปดาห์ที่ ^{1/}										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. ปล่อยด้วงงวง 50 ตัว	3.7a	3.0b	4.0ab	1.0ab	0.3	2.3ab	4.0ab	3.7a	0.7	1.3	1.7
2. ปล่อยด้วงงวง 100 ตัว	2.3a	9.7a	4.0ab	2.0ab	0.7	2.0ab	5.0a	2.0ab	1.0	1.0	1.0
3. ปล่อยด้วงงวง 150 ตัว	6.0a	6.3ab	5.3a	1.7ab	1.3	3.3a	3.7ab	1.0ab	2.0	0.7	1.0
4. ปล่อยด้วงงวง 200 ตัว	6.7a	8.0ab	6.3a	3.0a	0.3	2.3ab	4.3ab	1.7ab	0.3	1.3	3.3
5. ไม่ปล่อยด้วงงวง	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0	0.0b	0.0b	0.0b	0.0	0.0	0.0
CV%	59.7	40.3	57.2	60.2	156.1	63.2	58.4	73.4	138.4	103.2	136.0

^{1/} ตัวเลขที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ โดยวิธี DMRT



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 31 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างพลาสติกก่อนปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae*



ก. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*

ภาพที่ 32 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างพลาสติกหลังปล่อยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 1 สัปดาห์



ก. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว

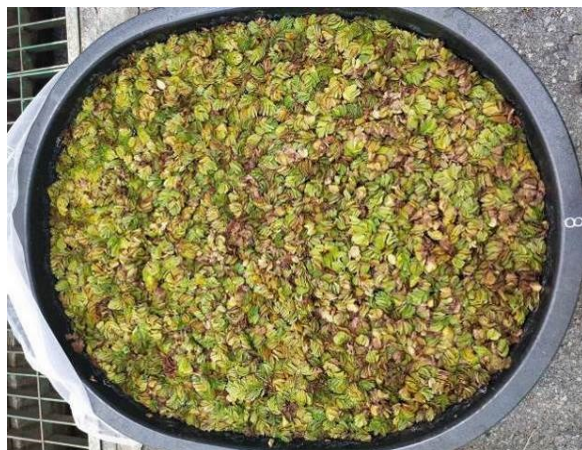


จ. ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*

ภาพที่ 33 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างพลาสติกหลังปล่อยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 1 เดือน



ก. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*

ภาพที่ 34 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างพลาสติกหลังปล่อยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 2 เดือน



ก. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้างวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้างวง *C. salviniae*

ภาพที่ 35 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างเพลพลาสติกหลังปล่อยด้างวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 3 เดือน



ก. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยด้วงงวง *C. salviniae*

ภาพที่ 36 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างพลาสติกหลังปล่อยด้วงงวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 4 เดือน



ก. ปล่อยดัวงวง *C. salviniae* จำนวน 50 ตัว



ข. ปล่อยดัวงวง *C. salviniae* จำนวน 100 ตัว



ค. ปล่อยดัวงวง *C. salviniae* จำนวน 150 ตัว



ง. ปล่อยดัวงวง *C. salviniae* จำนวน 200 ตัว



จ. ไม่ปล่อยดัวงวง *C. salviniae*

ภาพที่ 37 จอกหูหนูยักษ์ในอ่างพลาสติกหลังปล่อยดัวงวง *Cyrtobagous salviniae* เป็นเวลา 5 เดือน

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

เนื่องจากเกิดการระบาดของจอกหูหนูยักษ์ *S. molesta* ในแหล่งน้ำสำคัญ เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ แม่น้ำและลำคลองในหลายๆ พื้นที่ของประเทศไทยและไม่สามารถที่จะใช้สารกำจัดวัชพืชในการกำจัดจอกหูหนูยักษ์ในแหล่งน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค การป้องกันกำจัดจำเป็นต้องใช้วิธีการที่ปลอดภัย เช่น การป้องกันกำจัดโดยชีววิธีด้วยการใช้ศัตรูธรรมชาติ แต่เนื่องจากจอกหูหนูยักษ์เป็นพืชต่างถิ่นในประเทศไทย ไม่มีศัตรูธรรมชาติของจอกหูหนูยักษ์ในประเทศไทย จึงจำเป็นต้องนำเข้าด้วงงวง *C. salviniae* ซึ่งหลายประเทศประสบความสำเร็จในการใช้ควบคุมการระบาดของจอกหูหนูยักษ์ โครงการการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ *S. molesta* ด้วยด้วงงวง *C. salviniae* จึงนำเข้าด้วงดังกล่าวจากเครือรัฐออสเตรเลียมาทำการเพาะเลี้ยง ศึกษาวิจัยและพัฒนาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณด้วงงวง ศึกษาชีววิทยา ทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาหารของด้วงงวง รวมทั้งศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ของด้วงงวงในห้องปฏิบัติการ และโรงเรือนทดลองกักกัน พบว่าด้วงงวง *C. salviniae* ที่นำเข้าจากเครือรัฐออสเตรเลีย เมื่อมาถึงประเทศไทยไม่พบการปนเปื้อนของโรคและแมลงอื่นๆ เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนกว่า และต้องนำเข้าเลี้ยงในห้องปฏิบัติการกักกัน โดยในช่วงแรกด้วงงวง *C. salviniae* ตายเป็นจำนวนมาก เมื่อมีการปรับสภาพห้องปฏิบัติการ ได้แก่ อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้นประมาณ 60%RH และเพิ่มแสงสว่างเป็น 16 ชั่วโมงต่อวัน รวมถึงการเพาะเลี้ยงเพิ่มปริมาณจอกหูหนูยักษ์ให้ได้ปริมาณเพียงพอสำหรับเป็นพืชอาหาร ทำให้สามารถเลี้ยงขยายเพิ่มปริมาณด้วงงวง *C. salviniae* ได้ดีขึ้น

จากการศึกษาชีววิทยาของด้วงงวง *C. salviniae* ในสภาพห้องปฏิบัติการกักกันที่ควบคุมอุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้น 60%RH และเพิ่มแสงด้วยหลอดไฟสำหรับเพาะปลูกพืช โดยใช้จอกหูหนูยักษ์ระยะที่ 2-3 ในการเพาะเลี้ยง พบว่าด้วงงวง *C. salviniae* วางไข่เป็นฟองเดี่ยวๆ บริเวณใบอ่อน หรือในลำต้นจอกหูหนูยักษ์ ไข่มีลักษณะกลมรี สีขาวใส และเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่นเมื่อใกล้ฟัก ระยะไข่ใช้เวลาเฉลี่ย 7.12 ± 0.33 วัน ตัวหนอนสีขาวเมื่อฟักออกจากไข่จะเจาะเข้าไปกัดกินอยู่ภายในยอดอ่อนและลำต้นระยะหนอนเฉลี่ย 22.65 ± 1.33 วัน ตัวหนอนจะกัดกินภายในยอดอ่อนและลำต้นจอกหูหนูยักษ์ จนเข้าดักแด้ ระยะดักแด้ใช้เวลาเฉลี่ย 6.80 ± 0.97 วัน ตัวเต็มวัยเป็นด้วงงวงขนาดเล็ก 2-2.5 มิลลิเมตร ออกจากดักแด้ใหม่ๆ ลำตัวมีสีแดงแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเป็นสีดำในที่สุด ตัวเต็มวัยเพศผู้มีอายุเฉลี่ย 217.71 ± 78.09 วัน ตัวเต็มวัยเพศเมียมีอายุเฉลี่ย 243.70 ± 176.30 วัน

การทดสอบความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาศัยของด้วงงวง *C. salviniae* โดยใช้พืชน้ำและพืชเศรษฐกิจบางชนิดของประเทศไทย ได้แก่ ผักกระเฉด ข้าว จอก ตับเต่า บัวแดง บัวสาย บัวหลวง ผักบุ้ง ผักตบชวา ผักปอด ผักแว่น แหน แหนแดง แห้ว กระจับ จอกหูหนู และจอกหูหนูยักษ์ พบว่าด้วงงวง *C. salviniae* ไม่สามารถอาศัยและขยายพันธุ์ได้ในพืชที่นำมาทดสอบเกือบทุกชนิด ยกเว้นจอกหูหนูด้วงงวง *C. salviniae* สามารถอาศัยกัดกินได้บ้างแต่ไม่สามารถเจริญเติบโตจนครบวงจรชีวิต ขณะที่สามารถอยู่อาศัยและขยายพันธุ์ได้ดีในจอกหูหนูยักษ์ แสดงว่าด้วงงวง *C. salviniae* มีความเฉพาะเจาะจงต่อจอกหูหนูยักษ์

การทดสอบประสิทธิภาพของด้วงงวง *C. salviniae* ในการควบคุมจอกหูหนูยักษ์ในห้องปฏิบัติการกักกัน เนื่องจากทำการทดสอบภายในกล่องพลาสติกขนาด $20 \times 13 \times 6$ เซนติเมตร ที่มีความจำกัด การปล่อยตัว

เต็มวัยด้วงงวง *C. salviniae* ลงทำลายอัตรา 1 3 5 และ 7 คู่ต่อกล่อง และไข่จำนวน 2 6 10 และ 14 ฟองต่อกล่อง จึงไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนการทดสอบในสภาพโรงเรือนกักกัน หลังจากปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* ให้ทำลายจอกหูหนูยักษ์ พบใบจอกหูหนูยักษ์เริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ชะงักการเจริญเติบโต จนกระทั่งเปลี่ยนเป็นสีดำและตายในที่สุด หลังการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* 1 สัปดาห์ พบว่าการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* อัตรา 50-200 ตัวต่ออ่างเพลพลาสติกหรือพื้นที่ที่มีการระบาดของจอกหูหนูยักษ์ 1 ตารางเมตร ยอดอ่อนจอกหูหนูยักษ์ถูกทำลาย 23.5-63.5 เปอร์เซ็นต์ หลังการปล่อยสัปดาห์ที่ 2-6 พบจอกหูหนูยักษ์ถูกทำลาย 70.0-93.5 75.0-96.5 81.5-100.0 86.5-100.0 และ 93.5-100.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าด้วงงวง *C. salviniae* สามารถทำลายจอกหูหนูยักษ์ได้รวดเร็วมาก ภายใน 2 สัปดาห์ การปล่อยในอัตรา 50 ตัวต่อพื้นที่การระบาดของจอกหูหนูยักษ์ 1 ตารางเมตร สามารถทำลายจอกหูหนูยักษ์ได้ถึง 70 เปอร์เซ็นต์

ข้อเสนอแนะ

1. จอกหูหนูยักษ์ *S. molesta* เป็นสิ่งต้องห้าม ห้ามครอบครอง ห้ามเคลื่อนย้าย หากพบต้องทำลายทันที

2. ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่ใช้เป็นแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคและบริโภค การควบคุมจอกหูหนูยักษ์ที่ระบาดในแหล่งน้ำดังกล่าวโดยใช้สารเคมีไม่สามารถกระทำได้ จำเป็นต้องใช้วิธีการที่เหมาะสม เช่น การป้องกันกำจัดโดยชีววิธี ด้วงงวง *C. salviniae* เป็นศัตรูธรรมชาติของจอกหูหนูยักษ์ที่หลายประเทศประสบความสำเร็จในการนำมาใช้ควบคุมจอกหูหนูยักษ์ จากการศึกษาความเฉพาะเจาะจงต่อพืชอาหารในประเทศไทยพบว่าด้วงงวงชนิดนี้มีความเฉพาะเจาะจงกับจอกหูหนูยักษ์ ไม่ทำลายพืชอื่น

3. การศึกษาในสภาพโรงเรือนพบการปล่อยด้วงงวง *C. salviniae* อัตรา 50 ตัวต่อตารางเมตรสามารถควบคุมจอกหูหนูยักษ์ได้ดีหลังการปล่อยเพียง 2 สัปดาห์ โดยสามารถควบคุมจอกหูหนูยักษ์ได้ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ แต่ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาอัตราการปล่อยที่เหมาะสมในสภาพแหล่งน้ำธรรมชาติต่อไป

4. ควรมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงด้วงงวง *C. salviniae* ในสภาพของโรงเรือนต้นแบบเพื่อผลิตด้วงงวง *C. salviniae* ที่มีคุณภาพให้ได้ปริมาณเพียงพอสำหรับการปล่อยควบคุมจอกหูหนูยักษ์ที่มีการระบาดในแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ ต่อไป และควรมีการคำนวณต้นทุนในการผลิตด้วงงวง *C. salviniae* ด้วย

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณผู้ร่วมงานของกลุ่มงานวิจัยการปราบศัตรูพืชทางชีวภาพ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา และกลุ่มวิจัยวัชพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช นายธนารักษ์ แหวนทองคำ นางสาวณัฏฐิญา ตั้งโต และนายอนุพงษ์ ดีสวัสดิ์ สำหรับความช่วยเหลือและการเตรียมวัสดุการทดลองรวมถึงความร่วมมือและช่วยปฏิบัติงานทดลองครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณกรมวิชาการเกษตรที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนในการดำเนินงาน คณะที่ปรึกษากรมวิชาการเกษตร นายเกรียงไกร จำเริญมา นางปิยนุช นาคะ และนายวันชัย ถนอมทรัพย์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำใน

การดำเนินงาน และเจ้าหน้าที่ของกรมวิชาการเกษตรที่ร่วมในโครงการฯ ทุกท่าน ที่ให้การช่วยเหลือและสนับสนุนการดำเนินงานของโครงการฯ จนประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Center, T.D., F.A. Dray, G.P. Jubinsky and M.J. Grodowitz. 1999. Insects and other arthropods that feed on aquatic and wetland plants. USDA, Agricultural Research Service, Technical Bulletin 1870.
- Diop, O. and M.P. Hill. 2009. Quantitative post-release evaluation of biological control of floating fern, *Salvinia molesta* D.S. Mitchell (Salviniaceae), with *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands (Coleoptera: Curculionidae) on the Senegal River and Senegal River Delta. African Entomology. 17: 64-70.
- Forno, I.W. and A.S. Bourne. 1984. Studies in South America of arthropods on the *Salvinia auriculata* complex of floating ferns and their effects on *S. molesta*. Bulletin of Entomological Research. 74: 609-621.
- Forno, I.W. and K.L.S. Harley. 1979. The occurrence of *Salvinia molesta* in Brazil. Aquatic Botany. 6: 185-187.
- Forno, I.W., D.P.A. Sands and W. Sexton. 1983. Distribution, biology and host specificity of *Cyrtobagous singularis* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) for the biological control of *Salvinia molesta*. Bulletin of Entomological Research. 73: 85-95.
- Horner, T.A. 2002. Field Release of the Salvinia Weevil, *Cyrtobagous salviniae* Calder and Sands (Curculionidae: Coleoptera) for control of Giant Salvinia, *Salvinia molesta* Mitchell (Hydropteridales: Salviniaceae). Environmental Assessment. USDA-Animal and Plant Health Inspection Service.
- Jacono, C. and B. Pitman. 2001. *Salvinia molesta*: Around the world in 70 years. Aquatic Nuisance Species Digest. 4: 13-16.
- Julien, M.H. and M.W. Griffiths. 1998. Biological Control of Weeds: a World Catalogue of Agents and Their Target Weeds, 4th ed. CABI Publishing, Wallingford, United Kingdom.
- Julien M.H., T.D. Center, and P.W. Tipping. 2002. Floating fern (Salvinia). Biological control of invasive plants in The Eastern United States. 17-32.
- Julien M.H., M.P. Hill and P.W. Tipping. 2009. *Salvinia molesta* D.S. Mitchell Salviniaceae In: eds Muniappan. In Biological Control of Tropical Weeds Using Arthropods. (Eds R Muniappan, GV Reddy and A Raman) pp. 378-407. Cambridge University Press.

- Li, S., P. Wang, Z. Su, L. Emily, L. Olivia, B.G Jason, W. Yuhui, D. Thomas and F. John. 2018. Endocrine-Induced abnormal growth forms of invasive giant salvinia (*Salvinia molesta*). *Sci Rep* 8, 8006 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-25986-5>.
- McFarland, D.G., L.S. Nelson, M.J. Grodowitz, R.M. Smart and C.S. Owens. 2004. *Salvinia molesta* D.S. Mitchell (Giant Salvinia) in the United States: A Review of Species Ecology and Approaches to Management. Aquatic Plant Control Research Program, U.S. Army Corps of Engineers. Washington, DC.
- Oliver, J.D. 1993. A review of the biology of giant salvinia (*Salvinia molesta* Mitchell). *Journal Aquatic Plant Management*. 31: 227-231.
- Room, P.M. 1988. Effects of temperature, nutrients and a beetle on branch architecture of the floating weed *Salvinia molesta* and simulations of biological control. *Journal of Ecology*. 76: 826-848.
- Room, P.M. 1990. Ecology of a simple plant-herbivore system: biological control of salvinia. *Trends in Ecology and Evolution*. 5: 74-79.
- Room, P.M. and P.A. Thomas. 1985. Nitrogen and establishment of a beetle for biological control of the floating weed salvinia in Papua New Guinea. *Journal of Applied Ecology*. 22: 139-156.
- TenBruggencate, J. 2003. We've seen fish gasping for air at Lake Wilson. Website for HonoluluAdvertiser: <http://the.honoluluadvertiser.com/article/2003/Jan/16/ln/ln12a.html>.
- Tipping, P.W. and T.D. Center. 2001. Proposed field release of the South American Weevil *Cyrtobagous salviniae* Calder & Sands (Coleoptera: Curculionidae) for control of the aquatic fern giant salvinia, *Salvinia molesta* Mitchell (Hydropteridales: Salviniaceae). Petition. 01-03. submitted to the Technical Advisory Group (TAG) for Biological Control Agents of Weeds, June 2001.