

รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
2. โครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาการควบคุมศัตรูพืชทางการเกษตรโดยชีววิธี
กิจกรรม : การควบคุมสัตว์ศัตรูพืช และวัชพืชโดยชีววิธี
กิจกรรมย่อย : การควบคุมสัตว์ศัตรูพืชโดยชีววิธี
3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : สำรวจและศึกษาศักยภาพหอยน้ำสกุล *Clea* ในการเป็นตัวห้ำหอยน้ำศัตรูพืช
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Survey of Aquatic Snail Genus *Clea* and a Potential as Predator of Aquatic Pest Snails
4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวณัฐจิฎา กาญจนนิธิพัฒน์ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
ผู้ร่วมงาน : นางสาวดารารพร รินทะรักษ์ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
: นายอภิรักษ์ เอี่ยมสุวรรณสุข สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
: นายปราสาททอง พรหมเกิด สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

5. บทคัดย่อ

การสำรวจและศึกษาศักยภาพการเป็นตัวห้ำของหอยน้ำสกุล *Clea* ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2560 โดยทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างจาก 26 จังหวัด พบหอยน้ำสกุล *Clea* จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ *Clea helena* (Philippi, 1847) และ *Clea wykoffi* (Brandt, 1974) ซึ่งการสำรวจในครั้งนี้พบ *C. helena* (Philippi, 1847) แพร่กระจายทุกจังหวัด ในขณะที่ *C. wykoffi* (Brandt, 1974) พบที่แม่น้ำโขง จังหวัดอุบลราชธานีเท่านั้น โดยพบว่า *C. helena* (Philippi, 1847) อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความหลากหลาย ได้แก่ แม่น้ำ บึง อ่างเก็บน้ำ สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำสะอาด น้ำนิ่งหรือคลองน้ำไหลช้า บนพื้นทราย ทรายปนโคลน เกาะบนโขดหินในน้ำ หรือเกาะอยู่บนพืชน้ำ การศึกษาศักยภาพในการเป็นตัวห้ำหอยน้ำศัตรูพืช โดยศึกษาพฤติกรรมการกินหอยน้ำศัตรูพืช 3 ชนิด ได้แก่ *Indoplanorbis* sp. *Physella* sp. และ *Radix* sp. พบว่าอัตราการกินเฉลี่ย 8.50 ± 2.6 , 17 ± 6.46 และ 2.6 ± 1.95 ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ

The survey and potential studies of aquatic snail genus *Clea* as a predator was investigated during October 2015 to September 2017. Specimen were collected from 26

provinces in many regions of Thailand. There are 2 species of aquatic snail genus *Clea*, the most common species found every sampling sites belong to *Clea helena* (Philippi, 1847) while *Clea wykoffi* (Brandt, 1974) was found in only one sampling sites. *C. helena* (Philippi, 1847) inhabited by very different places : rivers, pounds, reservoir. It occurs in clean rivers with sandy-muddy ground and on rocks covered with mud. The potential studies of *C. helena* (Philippi, 1847) as a predator for aquatic pest snails 3 species; *Indoplanorbis* sp., *Physella* sp. and *Radix* sp. The result show that *C. helena* (Philippi, 1847) can feeding on *Indoplanorbis* sp. *Physella* sp. and *Radix* sp. in average 8.50 ± 2.6 , 17 ± 6.46 and 2.6 ± 1.95 snails per week respectively in the laboratory condition.

6. คำนำ

พรมมไ่มน้ำนับว่าเป็นสินค้าเกษตรที่สำคัญชนิดหนึ่งที่สามารถสร้างรายได้และเป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศและภายนอกประเทศ ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่มีศักยภาพในการเพาะขยายพันธุ์ไม้ไ่มน้ำเนื่องจากมีภูมิอากาศและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สถิติการส่งออกพรมมไ่มน้ำของไทยโดยเฉพาะที่มีใบรับรองปลอดศัตรูพืชจากกรมวิชาการเกษตร พบว่าในปี 2546 มีการส่งออกจำนวน 9,462 กิโลกรัม 9,884,470 ต้น คิดเป็นมูลค่า 16.22 ล้านบาท ในปี 2547 มีการส่งออกจำนวน 164,187 กิโลกรัม 8,085,068 ต้น คิดเป็นมูลค่า 17.2 ล้านบาท ประเทศที่มีการนำเข้าพรมมไ่มน้ำจากไทยมากที่สุด ได้แก่ ญี่ปุ่น คิดเป็น 60% ของการส่งออกทั้งหมด นอกจากนั้นยังมีสหรัฐอเมริกา เนเธอร์แลนด์ เยอรมัน และโปแลนด์ ส่วนชนิดของไม้ไ่มน้ำที่มีการส่งออกมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ *Cambomba*, *Egeria*, *Anubias*, *Aponogeton* และ *Nymphaea*

ปัญหาในการผลิตและการเลี้ยงพรมมไ่มน้ำที่สำคัญได้แก่ หอยศัตรูพืชที่สร้างความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การกัดกินส่วนต่างๆ ของพืช หรือการเจาะเนื้อเยื่อส่งผลให้บริเวณนั้นมีการเจริญผิดปกติ เป็นต้น โดยพบว่าหอยน้ำที่เป็นศัตรูพืชที่สำคัญและพบการระบาดในประเทศไทย เช่น หอยลิมนีย์, *Lymnaea* sp. หอยเซอริ, *Pomacea canaliculata* และหอย *Indoplanorbis* sp. เป็นต้น ซึ่งการกำจัดหอยศัตรูพืชในปัจจุบันเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมี ซึ่งมีความสะดวกรวดเร็ว แต่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ตกค้างลงในสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญอาจมีการตกค้างในไม้ไ่มน้ำ โดยเฉพาะพรมมไ่มน้ำบางชนิดไม่ทนต่อสารเคมีอาจเกิดความเสียหายได้ รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกรโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากการควบคุมและกำจัดหอยศัตรูพืชโดยชีววิธีที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเกษตรกรและส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

หอย *Clea helena* (Philippi, 1847) เป็นหอยน้ำที่พบตามแหล่งน้ำธรรมชาติในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้รวมทั้งประเทศไทยด้วย จัดเป็นหอยนักล่าที่กินหอยและไข่ของหอยชนิดอื่นเป็นอาหาร ได้รับฉายา “snail eating snail, killer snail, bubble bee snail หรือ assassin snail” ซึ่งในต่างประเทศเริ่มมีการศึกษาและนำ

หอยน้ำนักล่าชนิดดังกล่าวมาควบคุมหอยศัตรูพืชแล้ว มีรายงานว่าประเทศในทวีปยุโรปประสบความสำเร็จในการนำ *Clea helena* (Philippi, 1847) มาควบคุมหอยน้ำที่แพร่ระบาดในพืชรากน้ำ (Behrendt, 2009; Schiffbauer, 2009; Smid, 2009) สำหรับในประเทศไทยพบว่าข้อมูลเกี่ยวกับการนำหอยน้ำตัวห้ำมากำจัดหรือควบคุมหอยน้ำศัตรูพรรณไม้น้ำมีน้อยมาก พบเพียงรายงานการสำรวจความหลากหลายของหอยน้ำเท่านั้น ซึ่งมีรายงานครั้งแรกในประเทศไทยในปี ค.ศ. 1974 Brandt ได้ทำการสำรวจหอยน้ำที่พบในประเทศไทยและพบหอยสกุล *Clea* 3 ชนิด ได้แก่ *C. crooki* n. และ *C. siamensis* n. พบในแม่น้ำในประเทศไทยและลาว ส่วน *C. cambodiensis* SOW พบในประเทศไทยและกัมพูชา

Tesana (2002) ได้สำรวจความหลากหลายชนิดของหอยบริเวณอ่างเก็บน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา พบหอยกาน้ำจืดจำนวน 4 ชนิด หอยฝาเดียวจำนวน 10 ชนิด โดยพบว่าหอยฝาเดียวที่เป็น dominant species มี 3 ชนิด ได้แก่ *C. helena*, *Bithynia siamensis goniomphalos* และ *Melanoides tuberculata* และพบว่าหอยน้ำ *Clea helena* เป็น major population ของหอยฝาเดียว โดยเก็บตัวอย่างได้มากที่สุด 944 ตัว พบมากในบริเวณแหล่งน้ำที่มีความลาดชัน และพื้นน้ำพบพวกอินทรีย์วัตถุทับถมอยู่ ลักษณะเป็นโคลนสีดำโดยสามารถเก็บตัวอย่างได้มากที่สุดในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน คิดเป็นร้อยละ 43.1, 28.8 และ 28.1 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Neeratanaphan and Phalaraks (2008) ที่เก็บตัวอย่างหอยน้ำจากบึงโจด จังหวัดขอนแก่น ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่าง *Clea helena* (Philippi, 1847) ได้เฉพาะในฤดูหนาวเท่านั้น

Krailas และคณะ ได้ศึกษาความหลากหลายชนิดของหอยน้ำบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่พบหอยฝาเดียว 3 ชนิดเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ *Melanoides tuberculata*, *Clea helena* และ *Filopaludina m. martensi* โดยสามารถเก็บตัวอย่างได้ 359, 46 และ 42 ตัวตามลำดับ โดยสามารถเก็บตัวอย่าง *Clea helena* ได้จากบริเวณน้ำตกกองแก้ว จำนวน 23 ตัว ลำธารลำตะคอง จำนวน 15 ตัว และน้ำตกเหวสุวัต จำนวน 8 ตัว (Krailas et al., 2012)

สุชาติและประสิทธิ์ (2555) ศึกษาความหลากหลาย ปริมาณและการแพร่กระจายของหอยน้ำจืดในแม่น้ำบางปะกงและแม่น้ำปราจีนบุรี พบหอยฝาเดียว 12 สกุล โดยหอยฝาเดียวที่พบมากที่สุด 3 ชนิดเรียงลำดับจากมากไปน้อย ได้แก่ *Iravadia* sp. *Bithynia* sp. และ *Clea* sp. คิดเป็นร้อยละ 73.66, 38.98 และ 19.81 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาหอยสกุล *Clea* ที่เก็บตัวอย่างได้ร้อยละ 19.81 หรือจำนวน 391 ตัว โดยเดือนมิถุนายนสามารถเก็บตัวอย่างได้มากที่สุด 207 ตัว เดือนที่เก็บตัวอย่างได้น้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม จำนวน 15 ตัว สามารถเก็บตัวอย่างได้จากบริเวณแม่น้ำบางปะกง 390 ตัว และแม่น้ำปราจีนบุรี 1 ตัวเท่านั้น โดยส่วนใหญ่พบในดินที่มีลักษณะดินเหนียวปนทราย (silty clay) ซึ่งจากรายงานทางวิชาการของกรม

ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง (2548) ระบุว่าแม่น้ำบางปะกงเป็นแม่น้ำที่ลักษณะเป็นระบบนิเวศน้ำกร่อย ดังนั้นการกระจายตัวของหอยสกุล *Clea* น่าจะมีความหลากหลายของถิ่นอาศัย (habitat) ได้แก่ ลำธาร อ่างเก็บน้ำ น้ำตก และน้ำกร่อย (สุชาติและประสิทธิ์, 2555; Tesana, 2002; Krailaset *et al.*, 2012)

หอยสกุล *Clea* โดยเฉพาะ *Clea helena* เป็นหอยประจำถิ่น (native species) ในประเทศเขตร้อนแถบตะวันตกของเขตอินโดแปซิฟิก (the tropical Indo-West Pacific regions) เช่น ประเทศจีน อินโดนีเซีย และไทย (Cameron and Carter, 1979; Coelho *et al.*, 2013) ซึ่งในประเทศไทยมีข้อมูลด้านการแพร่กระจายของหอยสกุล *Clea* น้อยมาก และเนื่องจากหอยชนิดนี้มีพฤติกรรมเป็นสัตว์นักล่า (predator) และกินซาก (scavenger) (Coelho *et al.*, 2013) สามารถช่วยกำจัดหอยชนิดอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ และกำจัดซากสิ่งมีชีวิตในน้ำป้องกันน้ำเน่าเสียได้ จึงควรทำการสำรวจการแพร่กระจาย รวมถึงศักยภาพในการเป็นตัวห้ำ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาด้านการนำหอยชนิดนี้มาใช้กำจัดหอยศัตรูพืชมะพร้าวโดยชีววิธีต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง ได้แก่ กล่องพลาสติกขนาดต่างๆ สเปรย์ฉีดน้ำ ถุงมือแพทย์ ปากคีบ ไฟฉาย พู่กัน กระจกขยาย กระจกเอนกประสงค์ สวิง และกระชอน
2. เครื่องมือวัดขนาด ได้แก่ ไม้บรรทัด เวอร์เนียร์ ocular micrometer และ stage micrometer
3. เครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ได้แก่ แวนชยาย ปีกเกอร์ จานแก้ว ขวดเก็บตัวอย่าง สไลด์ แผ่นปิดสไลด์ เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ
4. สารเคมี ได้แก่ แอลกอฮอล์ พาราฟินเหลว เดททอล
5. อุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงหอย ได้แก่ ตู้เลี้ยงขนาด 25x40x26 เซนติเมตร (พร้อมฝาปิด) ทรายละเอียด อาหารปลาสำหรับเลี้ยงหอย พืชมะพร้าวชนิดต่างๆ อุปกรณ์เพิ่มออกซิเจนในตู้เลี้ยง
6. อุปกรณ์ประกอบการถ่ายภาพ ได้แก่ กล้องถ่ายภาพดิจิทัล กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ และกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง

วิธีการ

1. การสำรวจการแพร่กระจาย และเก็บตัวอย่างหอยน้ำจืด
 - 1.1 สำรวจและเก็บตัวอย่างหอยน้ำจืดสกุล *Clea* โดยทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างตามแหล่งน้ำ เช่น แม่น้ำ คลอง อ่างเก็บน้ำ น้ำตก และแหล่งน้ำทางการเกษตรในเขตภาคต่างๆ ของประเทศไทย และนำตัวอย่างหอยมาเลี้ยงในห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยสัตววิทยาการเกษตร โดยเตรียมตู้กระจกขนาด 25x40x26 เซนติเมตร รองพื้นตู้กระจกด้วยทรายละเอียดให้สูงจากพื้นตู้กระจกประมาณ 4 เซนติเมตร และใส่น้ำสะอาด 50 ลิตร

1.2 นำตัวอย่างหอยน้ำที่ได้มาวิเคราะห์ชื่อตามระบบอนุกรมวิธานของหอย เปรียบเทียบกับเอกสารหอยทากบกทั้งในและต่างประเทศ โดยยึดตามเอกสารของ สุชาติและประสิทธิ์ (2555) Brandt (1974) และ Coelho *et al.* (2013)

2. การศึกษาศักยภาพในการเป็นตัวห้ำหอยน้ำศัตรูพืช

2.1 นำตัวอย่างหอยน้ำสกุล *Clea* ทุกชนิดที่เก็บตัวอย่างได้มาศึกษาการกินหอยน้ำศัตรูพืชที่คัดเลือกไว้ ได้แก่ *Indoplanorbis* sp. *Physella* sp. และ *Radix* sp. โดยใช้กล่องพลาสติกขนาด 15.5 x 22 x 7 เซนติเมตร เติมน้ำสะอาดให้สูงจากพื้นกล่อง 5 เซนติเมตร ใส่หอยน้ำสกุล *Clea* แต่ละชนิด (โดยกำหนดชนิดของหอย *Clea* เป็นชนิด A, B, C, ..., n) จำนวน 1 ตัว/กล่อง (แต่ละชนิดทดลอง 10 ซ้ำ) นำหอยศัตรูพืชที่เตรียมไว้มาทดลอง ดังนี้

2.1.1 หอย *Clea* ชนิด A 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Indoplanorbis* sp. 10 ตัว

หอย *Clea* ชนิด A 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Physella* sp. 10 ตัว

หอย *Clea* ชนิด A 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Radix* sp. 10 ตัว

2.1.2 หอย *Clea* ชนิด B 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Indoplanorbis* sp. 10 ตัว

หอย *Clea* ชนิด B 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Physella* sp. 10 ตัว

หอย *Clea* ชนิด B 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Radix* sp. 10 ตัว

2.1.3 หอย *Clea* ชนิด n 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Indoplanorbis* sp. 10 ตัว

หอย *Clea* ชนิด n 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Physella* sp. 10 ตัว

หอย *Clea* ชนิด n 1 ตัว ต่อหอยศัตรูพืช *Radix* sp. 10 ตัว

2.2 สังเกตพฤติกรรมการกิน บันทึกจำนวน และขนาดของหอยศัตรูพืชที่ถูกกินทุกๆ 24 ชั่วโมง เก็บเปลือกหอยศัตรูพืชตัวที่ถูกกินออกและเติมให้ครบ 10 ตัว เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบอัตราการกินของหอยตัวห้ำแต่ละชนิด

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกพิกัดภูมิศาสตร์ และข้อมูลกายภาพของสถานที่เก็บตัวอย่างหอย
- บันทึกขนาดและชนิดของหอยที่เก็บตัวอย่าง
- บันทึกพฤติกรรมการกินหอยน้ำศัตรูพืช บันทึกชนิด และจำนวนของหอยน้ำศัตรูพืชที่หอยตัวห้ำกิน อัตราการกินต่อสัปดาห์

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2560 รวม 2 ปี

สถานที่ : แหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำทางการเกษตรตามภาคต่างๆ ในประเทศไทย
ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การสำรวจการแพร่กระจายและเก็บรวบรวมตัวอย่างหอยน้ำสกุล *Clea*

ได้ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างหอยน้ำสกุล *Clea* ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อการเกษตร บ่อเลี้ยงไม้ไผ่ รวมถึงแปลงปลูกไม้ไผ่ นำมาศึกษาลักษณะและจำแนกชนิดตามระบบอนุกรมวิธานของหอยตามเอกสารของ สุชาติและประสิทธิ์ (2555) Brandt (1974) และ Coelho *et al.* (2013) พบหอยน้ำสกุล *Clea* จำนวน 2 ชนิด ดังนี้

Phylum Mollusca

Class Gastropoda

Order Neogastropoda

Family Buccinidae

Genus *Clea*

Species *Clea helena* (Philippi, 1847)

Clea wykoffi (Brandt, 1974)

Clea helena (Philippi, 1847)

ลักษณะสำคัญ จัดเป็นหอยเปลือกเดี่ยว (gastropod) (Figure.1) เปลือกมีลักษณะเป็นทรงกรวยสูง (elongate conoidal) เปลือกแข็งและทึบแสง มีจำนวนวงเปลือก 6-8 วง ความสูงเปลือก (shell height; SH) เฉลี่ย 19.35 มิลลิเมตร (11.91–23.65 มิลลิเมตร; 100 samples) ความกว้างวงเปลือก (shell width; SW) เฉลี่ย 9.23 มิลลิเมตร (7.37–11.47 มิลลิเมตร; 100 samples) วงเปลือกอาจแบนหรือนูนโค้ง เปลือกชั้นบนสุดเป็นส่วนยอด (apex) ถูกสร้างขึ้นก่อน บางครั้งพบว่าส่วน apex อาจสึกกร่อน เปลือกขดวนเป็นชั้นแต่ละชั้น เรียก วงเปลือก (whorl) เวียนเป็นเกลียวรอบแกนเปลือก (collumella) ในลักษณะเวียนขวา (dextral) และมีร่องระหว่างวงเปลือก (suture) ชั้นสุดท้ายของวงเปลือกมีขนาดใหญ่ที่สุดเรียกว่า วงเกลียวตัว (body whorl) มีความสูงประมาณ 2 ใน 3 ของความสูงเปลือก เปลือกมีสีน้ำตาลเหลือง (olive-brown) หรือมีแถบสีน้ำตาลเข้ม (dark brown band) รอบวงเปลือก ซึ่งสามารถพบแถบสีได้ 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณร่องระหว่างวงเปลือก รอบวงเปลือก และที่ฐานของ body whorl ผิวด้านนอกของเปลือกเป็นลาย (sculpture) นูนขึ้นมา (Figure 2.) ได้แก่ สันนูนแข็งในแนวแกน (axial rib) โดยพบ 12 - 24 สันบน body whorl และช่วงวงเปลือกตอนบนพบเส้นรอบวง (spiral line) ขนาดเล็กละเอียดและค่อยๆ หยาบมาจนถึงบริเวณฐานของ body whorl และเปิดออกเป็นช่อง เรียกว่า ปากเปิดเปลือก (aperture) ซึ่งเป็นช่องที่หอยยื่นหัวและแผ่นเท้า (head and foot) ออกมาและเป็นทางให้น้ำและอากาศผ่านเข้าออก บริเวณส่วนหัวมีหนวด (tentacles) 1 คู่ อยู่เหนือช่องปาก ที่

ฐานหนวดมีตา (eyes) 1 คู่ ซึ่งส่วนหัวอยู่ติดกับแผ่นเท้าที่มีสีเหลืองอ่อนรูปร่างเรียวยาวคล้ายลิ้ม (wedge shaped) แผ่นเท้าแบ่งออกเป็น 3 ส่วน แผ่นเท้าส่วนหน้าเรียกว่า propodium ใช้ปีนป่ายบนวัตถุต่างๆ ใช้ขูดทรายเพื่อฝังตัว และใช้จับเหยื่อเป็นอาหาร แผ่นเท้าส่วน mesopodium เป็นแผ่นเท้าที่มีลักษณะแบนและมีขนาดใหญ่กว่าแผ่นเท้าส่วนอื่น ใช้ในการเคลื่อนที่ โดยมีฝาปิดเปลือก (operculum) ยึดติดกับแผ่นเท้าส่วน metapodium ซึ่งค่อนข้างแบนด้านท้ายตัว ฝาปิดเปลือกใช้สำหรับปิดปากเปลือกมีลักษณะเป็นแผ่นแบนรูปวงรีคล้ายผลอัลมอนด์ (almond shaped) (figure 3.) ลวดลายบนฝา มีลักษณะคล้ายเส้นรอบวงเรียงซ้อนกัน ช่วยป้องกันอันตรายจากศัตรูหรือรบกวนจากภายนอก ตัวอ่อนและตัวเต็มวัยมีลักษณะเหมือนกันแตกต่างกันที่ขนาด มีเพศผู้และเพศเมียแยกกัน (diecious animal) แต่ไม่สามารถจำแนกเพศได้จากลักษณะภายนอก

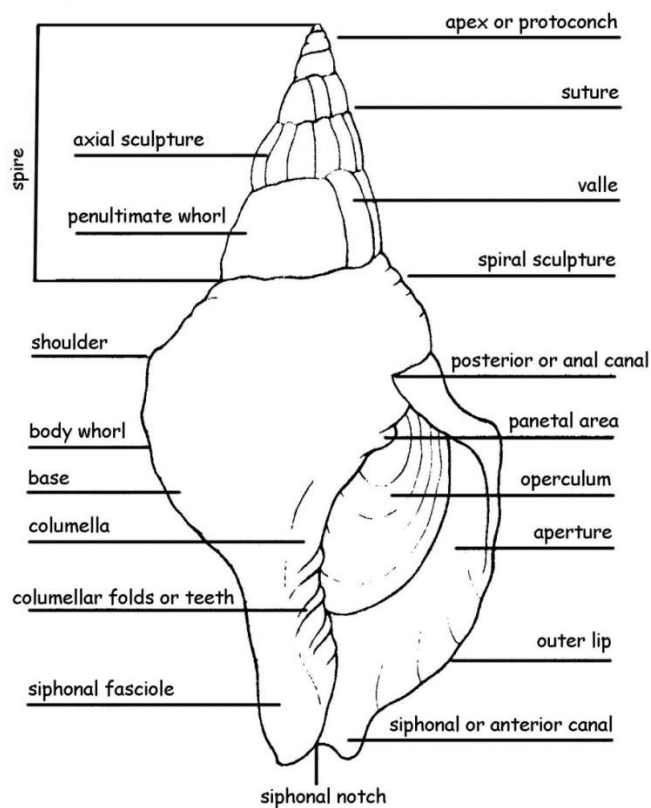


Figure 1. Terminology used to describe the gastropod shell

(<https://ru.pinterest.com/pin/536983955551738953>)

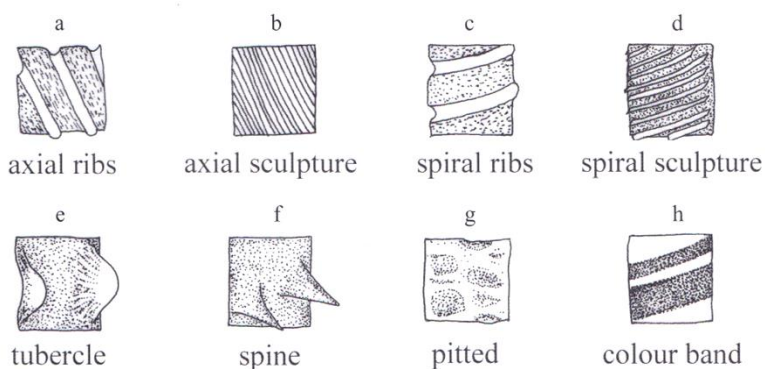


Figure 2. Shell sculpture in gastropod (Saengpradub and Boonsoong, 2006)



Figure 3. Shell morphology of *Clea helena* (Philippi, 1847)

(a) abapertural view of a shell (b) apertural view of a shell (c) aperture and siphonal notch

(d) operculum, almond shaped and concentric with basal nucleus

บริเวณฐานของ body whorl พัฒนาเป็นร่องสั้นๆ (siphonal notch) มีความยาวประมาณ 2 ใน 3 ของความสูง body whorl เพื่อใช้ยื่นงวง (siphon หรือ proboscis) ขณะเคลื่อนไหวหรือหาอาหาร งวงมี 2 อัน

อันแรก (1st siphon, master siphon) เป็นส่วนที่ยื่นออกมาจาก siphonal notch มีลักษณะเป็นท่อยาวสีเหลืองอ่อน มีจุดสีดำเล็กๆ กระจายอยู่ทั่วไป ที่ปลายท่อเปิดออกและบานออกเล็กน้อยคล้าย trumpet พบได้ตลอดเวลาเมื่อมีการเคลื่อนที่เพื่อช่วยในการหาอาหาร หรือช่วยหายใจในกรณีที่มีฝักตัวอยู่ที่พื้นทราย ส่วนวงอันที่ 2 (2nd siphon, minor siphon) เป็นอวัยวะในช่องปากพบเฉพาะช่วงที่มีการกินอาหารเท่านั้น โดยใช้ยื่นเข้าไปในตัวเหยื่อเพื่อดูดกินเนื้อเยื่อของเหยื่อเป็นอาหาร (figure 4.)

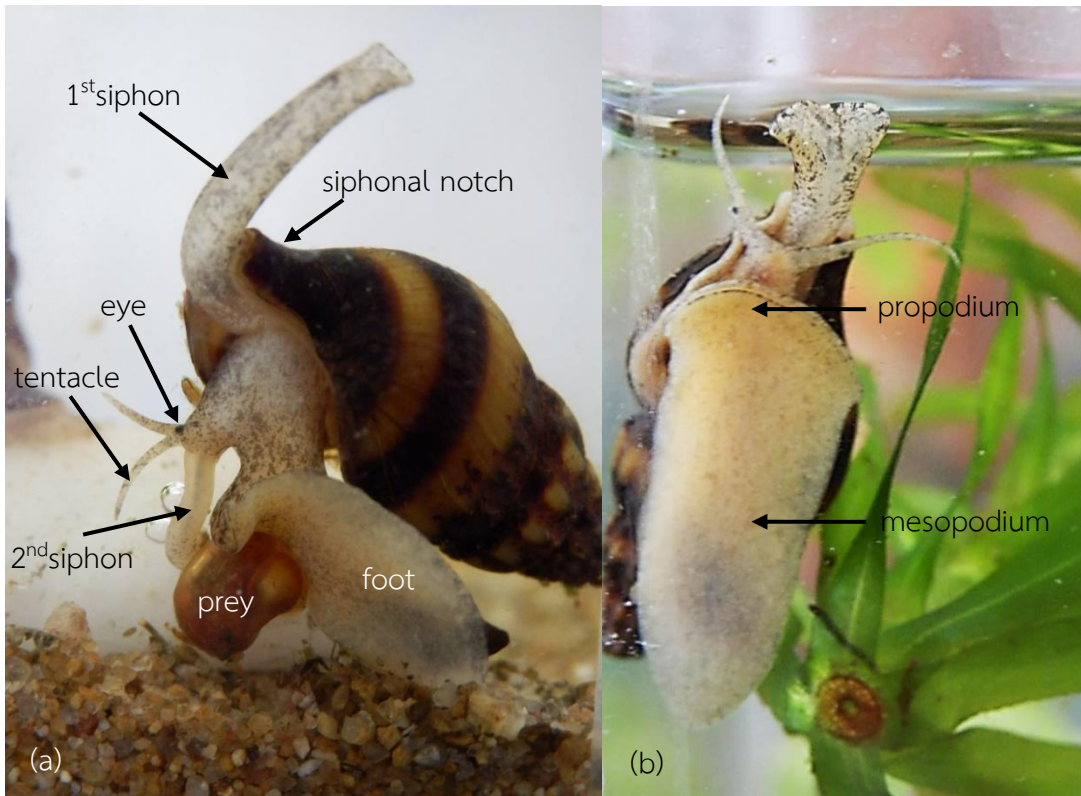


Figure 4. Morphology of *Clea helena* (Philippi, 1847)

(a) feeding behavior with 2 siphons of *Clea helena* (Philippi, 1847)

(b) master siphon trumpet shaped and the foot wedge shaped

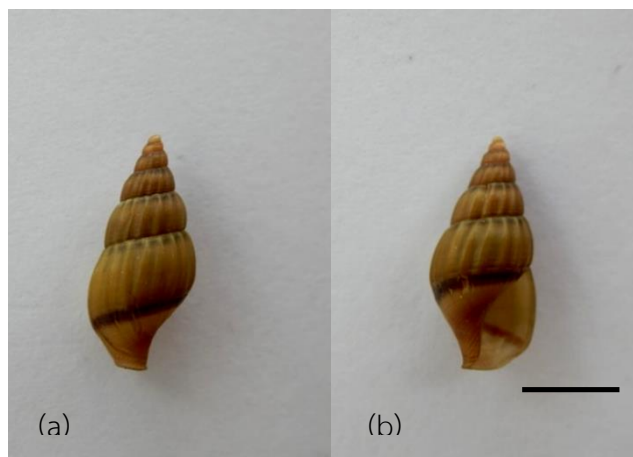
ถิ่นอาศัย หอยน้ำ *C. helena* (Philippi, 1847) พบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ แม่น้ำ หนอง บึง หรือแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อการเกษตร เช่น เขื่อน คลองชลประทาน คลองส่งน้ำขนาดเล็ก โดยเกาะอยู่ตามพืชน้ำ เช่น ผักตบชวา ผักบุ้ง เกาะที่ขอบปูนหรือขอบตลิ่งของแหล่งน้ำ หรือฝักตัวอยู่ตามพื้นทรายริมน้ำ โดยพบได้ทั้งแบบล่าอาหารตัวเดียวและล่ารวมกันเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ยังพบอาศัยในน้ำนิ่ง รวมถึงแหล่งน้ำไหลช้า โดยอยู่ร่วมกับหอยน้ำหลายชนิด ได้แก่ *Radix* sp. *Bithynia siamensis* *Indoplanorbis* sp. *Melanoides tuberculata* *Lymnaea* sp. และ *Pomacaea canaliculata* แหล่งที่เก็บตัวอย่างมีค่า

ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved oxygen; Do) 4.3–9.4 mg/l ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 6.2-9 และอุณหภูมิ 22.1-34.4 องศาเซลเซียส

การแพร่กระจาย จากการสำรวจและเก็บตัวอย่าง *C. helena* (Philippi, 1847) ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – มิถุนายน 2560 พบในกระจายในแหล่งน้ำจืดทั่วทุกภาคของประเทศไทย ดังนี้ ภาคกลาง 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดปทุมธานี นครปฐม ลพบุรี สุพรรณบุรี สิงห์บุรี และเพชรบูรณ์ ภาคเหนือ 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย และพะเยา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ศรีสะเกษ อุบลราชธานี มหาสารคาม เลย โยธาธร ร้อยเอ็ด และชัยภูมิ ภาคตะวันออก 4 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดฉะเชิงเทรา สระแก้ว ระยอง และชลบุรี ภาคตะวันตกและภาคใต้ 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดราชบุรี กาญจนบุรี เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และสุราษฎร์ธานี (Table 1.)

Clea wykoffi (Brandt, 1974)

ลักษณะสำคัญ เปลือกเป็นรูปกรวย (conical) เปลือกแข็งแต่ไม่หนามาก ความสูงเปลือก (shell height; SH) เฉลี่ย 13.25 มิลลิเมตร (12.00–14.25 มิลลิเมตร; 2 samples) ความกว้างวงเปลือก (shell width; SW) เฉลี่ย 7.25 มิลลิเมตร (8.00–6.50 มิลลิเมตร; 2 samples) เปลือกมีสีน้ำตาลเหลือง (olive-brown) ที่วงเปลือก body whorl มีแถบสีน้ำตาล 1 แถบคาบรอบวงเปลือกตำแหน่งต่ำกว่ากลางเปลือกลงไป เปลือกมีสันนูนในแนวแกนตัดกับเส้นรอบวงที่มีขนาดเล็กละเอียดที่บริเวณเปลือกช่วงฐานวงเปลือกสุดท้าย จำนวนวงเปลือกทั้งหมดมี 5-6 วงเปลือก แต่ละวงเปลือกนูนออกค่อนข้างกลมและมีร่องแบ่งแต่ละเปลือกเล็ก และชัดเจน (Figure 5.) วงเกลียวตัวมีความสูง 2 ใน 3 ของความสูงเปลือก ที่ฐานของวงเกลียวตัวพัฒนาเป็นร่อง siphonal notch เป็นที่ยื่น siphon ออกมาจากเปลือกขณะเคลื่อนที่และล่าเหยื่อ ปากเปิดเปลือกรูปไข่ มีขนาด $\frac{1}{2}$ เท่าของความสูงเปลือก ปากเปลือกด้านบนมีลักษณะเป็นนูนและค่อยๆ แผ่ขยายออกทางด้านล่าง ปากเปลือกด้านนอก (peristome; outerlip) บางและคมและค่อยๆ หนาเข้ามาด้านในจนถึงร่อง siphonal notch มีฝาปิดเปลือกเป็นแผ่นแบนรูปวงรีคล้ายผลอัลมอนต์ ลวดลายบนฝามีลักษณะคล้ายเส้นรอบวงเรียงซ้อนกันเหมือนกับที่พบใน *C. helena* (Philippi, 1847) แต่มีขนาดเล็กกว่า



50 mm.

Figure 5. Shell morphology of *Clea wykoffi* (Brandt, 1974)

(a) abapertural view of a shell (b) apertural view of a shell

Table 1. Sample collection sites and habitat of predatory snail genus *Clea*

Predatory snail	Sample collection sites	Habitat
<i>Clea helena</i> (Philippi, 1847)	Pathum Thani	Fr, Ro, Ap
	Nakhon Pathom	Ca, Mg, Ms
	Lop Buri	Cr, Re, Sg
	Suphan Buri	Fr, Re, Ms, Ap
	Sing Buri	Po, Ms
	Phetchabun	Cr, Re, Ms
	Chachoengsao	Ca, Ro
	Chon Buri	Re, Sg
	Rayong	Re, Ms
	Sa Kaeo	Re, Mg, Ms, Ro
	Kanchanaburi	Ca, Re, Mg, Ms
	Prachuap Khiri Khan	Re, Mg, Ms, Ro
	Phetchaburi	Re, Ms
	Ratchaburi	Fr, Cr, Re, Sg, Ms
	Surat Thani	Re, Mg
	Chaiyaphum	Po, Re, Mg, Ms, Ap
	Nakhon Ratchasima	Fr, Cr, Po, Ca, Re, Sg, Ms, Ap
	Maha Sarakham	Po, Re, Ms
	Roi Et	Po, Re, Ms, Ap
	Yasothon	Po, Re, Ms, Ap
	Loei	Re, Sg, Ms, Ap
	Si Sa Ket	Po, Mg, Ap
	Ubon Ratchathani	Fr, Po, Re, Mg, Sg, Ro, Ap
	Chiang Rai	Re, Sg, Ms
	Phayao	Po, Mg, Ms, Ap
	Chiang Mai	Fr, Re, Sg, Ms

Abbreviations: Flowing river, Fr; Clean river, Cr; Pond, Po; Canal, Ca; Reservoir, Re;
Muddy ground, Mg; Sandy ground, Sg; on the Rock, Ro;
Muddy and sandy ground, Ms; on Aquatic plant, Ap

ลักษณะที่แตกต่างจาก *C. helena* (Philippi, 1847) คือ *C. wykoffi* (Brandt, 1974) เปลือกมีขนาดเล็กกว่า วงเปลือกค่อนข้างกลมกว่า และมีขนาดลดหลั่นขึ้นไปทางวงเปลือกด้านบน (spire) ลายนูนที่เปลือกบางกว่า และมีแถบสีน้ำตาล 1 แถบคาบรอบวงเกลียวตัว และ siphonal notch สั้นกว่า ในขณะที่ *C. helena* (Philippi, 1847) มีขนาดใหญ่กว่า เปลือกสีน้ำตาลเหลือง (olive-brown) หรือมีแถบสีน้ำตาลเข้ม (dark brown band) รอบวงเปลือกทุกวง ปากเปิดเปลือกกว้างและบานกว่า *C. wykoffi* (Brandt, 1974)

การแพร่กระจายและถิ่นอาศัย พบหอยชนิดนี้ที่แม่น้ำโขง อ.โขงเจียม จ.อุบลราชธานี โดยพบเกาะอยู่ขอบหินริมแม่น้ำ (Table 1.) พบจำนวน 2 ตัวเท่านั้น และไม่สามารถเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้



Figure 6. Feeding behavior of predatory snail; *Clea helena* (Philippi, 1847)

feeding on *Indoplanorbis* sp.

พฤติกรรมการล่าเหยื่อและการกินหอยน้ำคัตรูพีชของ *Clea helena* (Philippi, 1847)

จากการศึกษาพฤติกรรมการล่าและการกินหอยน้ำคัตรูพีชที่เป็นเหยื่ออาหารของ *C. helena* (Philippi, 1847) พบว่าเวลาออกล่าเหยื่อเป็นอาหารจะเคลื่อนที่โดยใช้แผ่นเท้า (foot) และซุงวงอันที่ 1 (1st siphon) ไปด้านหน้าซึ่งยื่นออกมาจากปากเปิดเปลือกในการหาอาหาร เมื่อพบเหยื่ออาหารจะใช้แผ่นเท้าคืบคลานและคลุมบนเปลือกของหอยน้ำ จากนั้นจะใช้ซุงวงอันที่ 2 (2nd siphon) ที่อยู่ในปาก ยื่นเข้าไปในปากเปิดเปลือกและดูดกินเนื้อเยื่อภายใน ศึกษาการกินหอยน้ำคัตรูพีช 3 ชนิด ได้แก่ *Indoplanorbis* sp. *Physella* sp. และ *Radix* sp. พบว่าอัตราการกินหอยน้ำ *Indoplanorbis* sp. เฉลี่ย 8.50 ± 2.6 ตัว/สัปดาห์ ขนาดของหอยน้ำคัตรูพีช *Indoplanorbis* sp. ที่ถูกล่าและกินเป็นอาหาร มีขนาดความกว้างวงเปลือก (SW) เฉลี่ย 8.44 ± 1.06 มิลลิเมตร (6.03 - 11.00 มิลลิเมตร; 85 samples) ความสูงเปลือก (SH) เฉลี่ย 4.76 ± 0.29 มิลลิเมตร (4.11 - 5.38 มิลลิเมตร; 85 samples) (Figure 6.) อัตราการกินหอยน้ำคัตรูพีช *Physella* sp. เฉลี่ย 17 ± 6.46 ตัว/สัปดาห์ ขนาดของหอยน้ำที่ถูกกินเป็นอาหาร มีขนาดความกว้างวงเปลือก (SW) เฉลี่ย 4.44 ± 0.60 มิลลิเมตร (3.13 - 5.87 มิลลิเมตร; 170 samples) ความสูงเปลือก (SH) เฉลี่ย 7.44 ± 1.20 มิลลิเมตร (3.39 - 10.15 มิลลิเมตร; 170 samples) (Figure 7.) อัตราการกินหอยน้ำคัตรูพีช *Radix* sp. เฉลี่ย 2.6 ± 1.95 ตัว/สัปดาห์ ขนาดของหอยน้ำ *Radix* sp. ที่ถูกกินเป็นอาหาร มีขนาดความกว้างวงเปลือก (SW) เฉลี่ย 4.97 ± 1.31 มิลลิเมตร (3.38 - 7.14 มิลลิเมตร; 17 samples) ความสูงเปลือก (SH) เฉลี่ย 9.61 ± 2.64 มิลลิเมตร (4.81 - 13.51 มิลลิเมตร; 17 samples)



Figure 7. Feeding behavior of predatory snail; *Clea helena* (Philippi, 1847)
feeding on *Physella* sp.

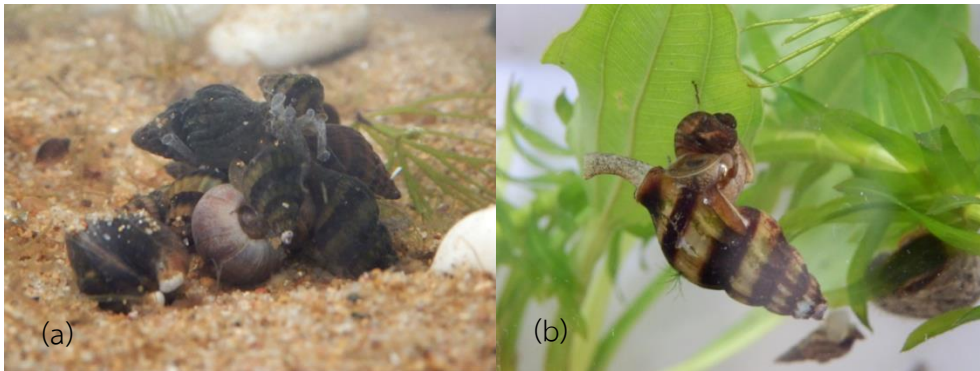


Figure 8. Predation of *Clea helena* (Philippi, 1847)
(a) social predation (b) solitary predation



Figure 9. Cannibalism; *Clea helena* (Philippi, 1847) eating another *Clea helena*
(Philippi, 1847)

ข้อสังเกต พฤติกรรมการล่าเหยื่อพบได้ทั้งล่าแบบตัวเดียวหรือล่าเป็นกลุ่ม (Figure 8.) ซึ่งเหยื่ออาหารที่ล่า มักมีขนาดเล็กกว่าหรือใหญ่กว่า *C. helena* (Philippi, 1847) เล็กน้อย โดยสามารถล่าได้ทั้งหอยที่มีและไม่มีฝา ปิดเปลือก นอกจากนี้ยังพบว่า *C. helena* (Philippi, 1847) มีพฤติกรรมการกินซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว (scavenger) เช่น ซากปลา หรือซากสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ และบางครั้งพบว่ากินหอยตัวทำ *C. helena* (Philippi, 1847) ชนิดเดียวกันที่อ่อนแอและมีขนาดเล็กกว่า ซึ่งจะพบพฤติกรรมนี้ในช่วงขนาดแคลนอาหารเท่านั้น (cannibalism) (Figure 9.)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

หอยน้ำสกุล *Clea* เป็นหอยน้ำที่มีพฤติกรรมล่าเหยื่อตัวอื่นๆ เป็นอาหาร (carnivorous) และกินซากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว (scavenger) ในต่างประเทศเริ่มมีการศึกษาด้านชีววิทยาและการเพาะเลี้ยง/แพร่ขยายพันธุ์เพื่อประโยชน์ด้านการใช้ป้องกันกำจัดหอยศัตรูพืชและหอยที่ไม่ต้องการในพิพิธภัณฑ์สัตว์น้ำและในธุรกิจการเพาะเลี้ยงพรรณไม้น้ำ ในขณะที่ประเทศไทยมีข้อมูลการแพร่กระจายของหอยน้ำสกุล *Clea* ว่าเป็นหอยน้ำที่สามารถพบได้ตามแหล่งน้ำจืดกระจายทั่วทุกภาค จากการสำรวจและศึกษาศักยภาพหอยน้ำสกุล *Clea* ในการเป็นตัวล่าหอยน้ำศัตรูพืช ดำเนินการสำรวจตั้งแต่เดือนตุลาคม 2558 – กันยายน 2560 พบหอยน้ำสกุล *Clea* 2 ชนิด ได้แก่ ได้แก่ *C. helena* (Philippi, 1847) ซึ่งเป็นชนิดที่พบได้ทุกภาคของประเทศไทย มีแหล่งอาศัยหลากหลาย โดยอาศัยเกาะตามพืชน้ำ เกาะริมตลิ่ง หรือฝังตัวอยู่ในทรายหรืออยู่บนพื้นดินใกล้ฝั่ง พบได้ทั้งบริเวณน้ำนิ่ง และน้ำไหลช้า แม่น้ำ ลำคลอง รวมถึงแหล่งน้ำทางการเกษตรด้วย และ *C. wykoffi* (Brandt, 1974) พบเฉพาะที่จังหวัดอุบลราชธานีเท่านั้น และไม่สามารถเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้ จากนั้นจึงนำหอยน้ำ *C. helena* (Philippi, 1847) มาศึกษาศักยภาพในการเป็นตัวล่าหอยน้ำศัตรูพืช โดยศึกษาพฤติกรรมการหาอาหารและการกินหอยน้ำศัตรูพืช 3 ชนิด ได้แก่ *Indoplanorbis* sp. *Physella* sp. และ *Radix* sp. พบว่าหอยน้ำ *C. helena* (Philippi, 1847) มีพฤติกรรมการล่าเหยื่อศัตรูพืชโดยใช้ siphon หรือ proboscis เพื่อหาอาหารและดูดกินเนื้อเยื่อภายในของเหยื่อจนหมด อัตราการกินหอยน้ำ *Indoplanorbis* sp. *Physella* sp. และ *Radix* sp. เฉลี่ย 8.50 ± 2.6 , 17 ± 6.46 และ 2.6 ± 1.95 ตัว/สัปดาห์ ตามลำดับ จากข้อมูลดังกล่าวควรศึกษาเพิ่มเติมด้านการล่าเหยื่อศัตรูพืชชนิดอื่นๆ รวมถึงชีววิทยา นิเวศวิทยา ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และข้อมูลด้านอื่นๆ เพื่อนำข้อมูลไปใช้เพาะขยายพันธุ์ตัวล่าหอยน้ำศัตรูพืช และใช้ประโยชน์ด้านการกำจัดหอยน้ำศัตรูพืชโดยชีววิธีต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการสำรวจหอยน้ำสกุล *Clea* และศึกษาอัตราการกินหอยน้ำศัตรูพืชชนิดอื่นๆ เพิ่มเติม รวมทั้งนำไปทดลองในแปลงปลูกไม้ประดับด้วย
2. ควรมีการศึกษาผลกระทบของหอยน้ำสกุล *Clea* ต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำข้อมูลด้านอัตราการกินหอยน้ำศัตรูพืชมาศึกษาเพิ่มเติมในแปลงปลูก เพื่อศึกษาศักยภาพและนำมาใช้ควบคุมหอยน้ำศัตรูพืชโดยชีววิธี
2. มีตัวอย่างหอยน้ำสกุล *Clea* ที่พบในประเทศไทย เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์เพื่อเป็นแหล่งค้นคว้าอ้างอิงต่อไป

11. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนางสาวทศวรรณ พุ่มกาหลง นางสาวณัฐกานต์ ธาแก้ว นายพุดพิงศ์ สนองคุณ และนายวิชา สีสแจ่ม เจ้าหน้าที่กลุ่มงานวิจัยสัตววิทยาการเกษตร กลุ่มกีฏและสัตววิทยา ที่ช่วยปฏิบัติงานในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการเป็นอย่างดี ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

12. เอกสารอ้างอิง

- จิรศักดิ์ สุจริต และสมศักดิ์ ปัญหา. 2551. หอยทากบกในอุทยานแห่งชาติเขานัน. โรงพิมพ์กรุงเทพ จำกัด, กรุงเทพฯ. 112 หน้า.
- ชนิดาพร ตุ่มปีสุวรรณ และศักดิ์บวร ตุ่มปีสุวรรณ. 2553. ความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของหอยทากบกบริเวณภูทอกน้อย จังหวัดหนองคาย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 29 (3), 298-307.
- ชมพูนุท จรรยาเพศ. 2545. ทากและหอยทาก. เอกสารทางวิชาการ กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร. 66 หน้า.
- ชมพูนุท จรรยาเพศ ทักษิณ อาชวาคม ยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ และเกษม ทองทวี. 2537. หอยทากในประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการแมลงและสัตว์ศัตรูพืช 2537 กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตรครั้งที่ 9 ณ โรงแรมแกรนด์จอมเทียนพาเลซ ชลบุรี วันที่ 21- 24 มิถุนายน 2537. หน้า 495-522.
- ปฏิพล จำลอง ชนิดาพร ตุ่มปีสุวรรณ และศักดิ์บวร ตุ่มปีสุวรรณ. 2556. ความหลากหลายชนิดและความชุกชุมของหอยทากบกบริเวณภูเขาหินทรายและภูเขาไฟในจังหวัดสุรินทร์. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 18 (2556) 1 : 67-81.
- วิยะดา สีหบุตร. 2544. การศึกษาการใช้พยาธิจากหอยเตี๋ยในการป้องกันกำจัดหอยเชอรี่. เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 39 สาขาสัตว ฒ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 5-7 กุมภาพันธ์ 2544 หน้า 11-17.
- วิยะดา สีหบุตร. 2556. ตัวอ่อนของหนอนตัวกลมในหอยทากยักษ์ *Achatina fulica* Bowdich (1822). วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2 (2), 98-107.
- ศิริชัย ศรีหาดา ชนิดาพร ตุ่มปีสุวรรณ และศักดิ์บวร ตุ่มปีสุวรรณ. 2553. ความหลากหลายชนิด ความชุกชุม และถิ่นอาศัยของหอยทากบกในพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร บนภูโน จังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 29(4): 359-371.
- Abbot R.T. 1989. Compendium of land shell. Melbourne, Australia : American Malacologist. 420 pp.
- Andrassy L. 1983. A taxonomic Review of the sub-order Rhabditina (Nematoda: Secernentea). Office de al Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris.
- Cheng T.C. and Alicata J.E. 1965. On the mode of infection of *Achatina fulica* by the larvae of *Angiostrongylus cantonensis*. *Malacologia* 2(2): 267-274.
- Dawes, B. 1946. *The Trematoda*. Cambridge, UK: University Press.
- DeLaCruz, D. 2003. "Leucochloridium paradoxum" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed February01, 2012.
- Edwin J. and Robinson, Jr. 1947. "Notes on the Life History of *Leucochloridium fuscostriatum* n.

- sp. provis. (Trematoda: Brachylaemidae)". *The Journal of Parasitology* **34** (6): 467–475.
- Glen D.M., Wilson M.J., Brain P. and Stroud G. 2000. Feeding activity and survival of slug, *Deroceras reticulatum*, exposed to the rhabditid nematode, *Phasmarhabditis hermaphrodita*: a model of dose response". *Biological Control*. 17 (1): 73–81.
- Grewal P.S., Ehlers R.U. and Shapiro-Ilan D.I. 2005. Nematodes as Biocontrol Agents. CABI Publishing, UK. 524 pp.
- Grewal P.S., Grewal S.K., Tan L. and Adams B.J. 2003. Parasitism of molluscs by nematodes: type of associations and evolutionary trends. *Journal of Nematology*. 35(2): 146-156.
- Grewal S.K. and Grewal P.S. 2003. Survival of earthworm exposed to the slug-parasite nematode *Plasmarhabditis hermaphrodita*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 82:72-74.
- Grim B. 2002. Effect of the nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* on young stage of the pest slug *Arion lusitanicus*. *J Molluscs Stud* 68:25-28.
- Hemmen J. and Hemmen C. 2001. Aktualisierte liste der terrestrischen gastropoden Thailands. *Schr. Malakozool*. 18:53-70.
- Morley N.J. and Morit D. 2006. The effect of the slug biological control agent, *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Nematoda) on non-target aquatic molluscs. *Journal of Invertebrate Pathology*. 92:112-114.
- Panha S. 1996. A checklist and classification of the terrestrial pulmonate snails of Thailand. *Walkerana*. 8(19):31-40.
- Pechova, H. and Foltan, P. 2008. The parasitic nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* defends its slug host from being predated or scavenged by manipulating host spatial behaviour. *Behavioural Processes*. 78 (3): 416–420.
- Rennie, J. 1992. Trend in parasitology: Living together. *Scientific American*, January: 123-33.
- Robbie Rae, Cyrille Verdun, Parwiner S Grewal, Jamie F Robertson and Michel J Wilson. 2007. Review Biological control of terrestrial mollusks using *Plasmarhabditis hermaphrodita* progress and prospects. *Pest management science*. 63:p1153-1164.
- Schmidt G.D. and Roberts L.S. 2000. Foundation of parasitology. McGraw-Hill Comp.
- Seehabut V. 2005. Nematodes in alimentary tracts of giant African snails (*Achatana fulica*) in Thailand. *Kamphaengsaen Acad. J*. 3(1): 37-41.
- Wilson M.J., Glend D.M. and George S.K. 1993a. The rhabditis nematode *Plasmarhabditis hermaphrodita* as a potential biological control agent for slug. *Biocont Sci Technol*. 3:503-511.

- Wilson M.J., Glend D.M., George S.K. and Butler R.C. 1993b. Mass cultivation and storage of the rhabditid nematode *Plasmarhabditis hermaphrodita*, a biocontrol agent of slug. *Biocont Sci Technol.* 3:513-521.
- Wilson M.J., Hughes L.A., Hamacher G.M. and Glend D.M. 2000. Effect of *Plasmarhabditis hermaphrodita* on non-target molluscs. *Pest Management Science.* 56:711-716.