

ฤทธิ์ของพืชสมุนไพรในการควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกา (*Achatina fulica*) Toxicological Effects of Medicinal Plants for Controlling the Giant African Snail (*Achatina fulica*)

เดือนเพ็ญ วงศ์สอน^{1*} พรลภัส บอกสันเทียะ¹ และจิรวิทย์ เย็นทรง¹

Duanpen Wongsorn^{1*} Pornlapat Boksanthia¹ and Jirawit Yensuang¹

Received: July 6, 2025; Revised: November 29, 2025; Accepted: December 1, 2025

บทคัดย่อ

หอยทากยักษ์แอฟริกา (Giant African Snail, GAS) เป็นศัตรูพืชที่ทำลายพืชเศรษฐกิจหลายชนิด การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสมุนไพรในการควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกา ดำเนินการในสภาพห้องปฏิบัติการ โดยการนำสมุนไพร จำนวน 9 ชนิด ได้แก่ กากชา (*Camellia oleifera*) กากกาแฟ (*Coffea* spp.) มะคำดีควาย (*Sapindus rarak*) เมล็ดสะเดา (*Azadirachta indica*) ใบหมี่ (*Litsea glutinosa*) ฝักส้มป่อย (*Acacia concinna*) เมล็ดสบู่ดำ (*Jatropha curcas*) ยาสูบ (*Nicotiana tabacum*) และชะเอมเทศ (*Glycyrrhiza glabra*) มาทดสอบควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกา ด้วยการใส่รูปแบบผงและสารสกัด (10%w/v) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) หลังการทดสอบ 48 ชั่วโมง พบว่าการใช้มะคำดีควายทั้งแบบผงและสารสกัดมีการตายของหอยทากยักษ์แอฟริกามากที่สุดเท่ากับ 73.33 % และ 80 % รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับการใช้กากชา (70 % สำหรับการใส่แบบผง และ 76.67 % สำหรับการใส่แบบสารสกัด) และยาสูบที่มีการตาย 70 % ทั้งการใส่แบบผงและสารสกัด ส่วนในกลุ่มควบคุม กากกาแฟ และเมล็ดสบู่ดำ ไม่พบการตายของหอยทาก จากการศึกษาสรุปได้ว่า มะคำดีควาย กากชา และยาสูบ สามารถนำไปใช้ในการควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกาได้ ซึ่งเป็นอีกทางเลือกในการกำจัดหอยศัตรูพืชต่อไป

คำสำคัญ : หอยทาก; สมุนไพร; มะคำดีควาย; กากชา; ยาสูบ

¹ คณะนวัตกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

¹ Faculty of Agricultural Innovation and Technology, Rajamangala University of Technology Isan

* Corresponding Author, Tel. 06 4541 4151, E - mail: duanpen.wo@rmuti.ac.th

Abstract

The Giant African Snail (GAS, *Lissachatina fulica*) is a plant pest that damages various economic crops. This study evaluated the molluscicidal efficacy of nine medicinal plant derivatives against GAS under controlled laboratory conditions. The tested materials included: tea seed cake (*Camellia oleifera*), ground coffee (*Coffea* spp.), soap berry (*Sapindus rarak*), neem seed (*Azadirachta indica*), Indian laurel leaf (*Litsea glutinosa*), soap pod (*Acacia concinna*), physic nut seed (*Jatropha curcas*), tobacco (*Nicotiana tabacum*), and licorice root (*Glycyrrhiza glabra*). A Completely Randomized Design (CRD) was employed to assess two application methods: dry powdered formulations and 10% (w/v) ethanol extracts. After a 48-hour exposure period, soap berry exhibited the highest mortality rates, achieving 73.33 % (powder) and 80 % (extract). However, these values did not differ significantly ($p>0.05$) from the efficacy of tea seed cake (70 % powder, 76.67 % extract) or tobacco (70 % for both formulations). In contrast, no significant molluscicidal activity was detected in the negative control, ground coffee, or physic nut seed treatments. These results demonstrate that soap berry, tea seed cake, and tobacco exhibit promising molluscicidal properties against GAS, suggesting their potential as eco-friendly alternatives for integrated pest management (IPM) strategies.

Keywords: Giant African Snail; Medicinal Plants; Soap Berry; Tea Seed Cake; Tobacco

บทนำ

หอยทากยักษ์แอฟริกา (Giant African Snail, *Achatina fulica* Bowdich) เป็นหอยทากบกที่มีขนาดใหญ่ เป็นศัตรูพืชอันตรายที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ หอยทากยักษ์แอฟริกากินอาหารทั้งพืชที่มีชีวิตและพืชที่เน่าเสีย และสามารถกินพืชอาหารได้มากกว่า 500 ชนิด ประกอบด้วย พืชผักต่าง ๆ ผลไม้ พืชไร่ พืชสวน และพืชสมุนไพร (Mohansingh, 2019; Choubisa, 2025) มักพบการระบาดของหอยทากยักษ์แอฟริกาในสภาพพื้นที่ที่มีความชื้นสูง หรือมีน้ำขังแฉะ พบระบาดมากในช่วงหน้าฝน หอยทากเข้าทำลายพืชโดยการกัดกินใบอ่อน หน่อ ดอก ราก และลำต้น หอยทากยักษ์แอฟริกาออกหากินในเวลากลางคืน ส่วนตอนกลางวันจะหลบซ่อนอยู่ในซอกที่ชื้นและเย็น อีกทั้งยังสามารถปรับตัวให้อยู่ในถิ่นอาศัยได้ดี และแพร่กระจายได้รวดเร็ว (St. John's, 2022) นอกจากจะก่อให้เกิดความสูญเสียทางด้านความหลากหลายทางชีวภาพ และด้านเกษตรกรรมแล้ว หอยทากยักษ์แอฟริกายังเป็นโฮสต์ตัวกลางของหนอนพยาธิตัวกลมกว่า 11 ชนิด ซึ่งก่อให้เกิดโรคทั้งในคนและสัตว์ เช่น เป็นโฮสต์ตัวกลางของพยาธิปอดหนู (*Angiostrongylus cantonensis*) หรือโรคพยาธิหอยโข่ง (*Angiostrongyliasis*) เมื่อเชื้อถ่ายทอดมาสู่คนก่อให้เกิดโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ (Eosinophilic Meningitis) (Silva et al., 2022)

การป้องกันกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกามีการใช้หลาย ๆ วิธี เช่น การใช้ล่อด้วยมะละกอล่อหอยทากแล้วเก็บตัวหอยทากมาแช่ในน้ำเกลือความเข้มข้น 25 % การไถพรวนที่ลึกเพื่อทำลายไข่ของหอยทาก และการหลีกเลี่ยงการปลูกไม้เลื้อยทรงพุ่มที่เป็นที่หลบซ่อนของหอยทาก ตลอดจนการใช้สารเคมี (2.5 % Metaldehyde) เป็นต้น (Sreenivasa et al., 2019) และการใช้ Metaldehyde มาผสมกับรำข้าวสาลีและไซรัป แล้วนำไปเป็นเหยื่อล่อหอยทาก ส่งผลให้หอยทากตายสูงสุดถึง 86.66 % (Gadekar et al., 2024) ซึ่ง Paul et al. (2016) ได้รายงานว่านอกจาก Metaldehyde แล้ว Crystal Salt และ Bleaching Powder ก็สามารถนำมากำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกาที่อยู่บริเวณแปลงพริกได้ และยังส่งผลให้พริกมีผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าการใช้สารเคมี อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่า Metaldehyde จะเป็นสารเคมีที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยทากก็ตาม สารนี้ยังเป็นพิษเฉียบพลันกับเด็กที่อายุต่ำกว่า 3 ขวบ และสัตว์เลี้ยง โดยเริ่มแรกจะมีอาการทางระบบทางเดินอาหาร จากนั้นจะมีอาการทางระบบประสาท อาเจียน ท้องเสีย

อาการเดินเซ ตัวสั่น ชัก และอุณหภูมิร่างกายสูง เป็นต้น (Ruiz-Suárez et al., 2014) การใช้พืชสมุนไพรจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิต ซึ่งสมุนไพรบางชนิดนอกจากจะมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และยังมีสารฟลาโวนอยด์ที่เป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกที่มีคุณสมบัติในการต้านออกซิเดชัน (Rattanahemboot et al., 2022) และยังมีสมุนไพรหลายชนิดที่มีฤทธิ์ในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกา มีการศึกษาอย่างต่อเนื่องในต่างประเทศ ตัวอย่างเช่น Koysap et al. (2022) รายงานว่าสารสกัดจากมะคำดีควาย (*Sapindus rarak*) ออกฤทธิ์ต่อหอยทากยักษ์แอฟริกาได้ภายใน 4 ชั่วโมง และทำให้หอยทากตายได้ถึง 90 % ภายในเวลา 72 ชั่วโมง อีกทั้ง Pallavi et al. (2018) ยังพบว่าการใช้เกลือดิบผสมกับผงฝักส้มป่อย อัตราส่วน 8:1 สามารถป้องกันหอยทากยักษ์แอฟริกาเข้าทำลายพืชได้แต่ไม่สามารถกำจัดหอยทากแอฟริกาได้ ในขณะที่ Selvi et al. (2015) รายงานว่าอนุภาคซิลิกาที่เคลือบด้วยสารสกัดและผงสะเดา (*Azadirachta indica*) มีฤทธิ์ในการควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกาได้สูงที่สุด รองลงมาคือ ยาสูบ (*Nicotiana tabacum*) และหยีน้ำ (*Pongamia pinnata*) ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจากพืชสมุนไพรและผงแห้งที่ไม่มีซิลิกามีผลในการขับไล่หอยทากยักษ์แอฟริกาเท่านั้น นอกจากนี้ Fajar and Beny (2020) รายงานว่าสารสกัดจากใบหนาด (*Blumea balsamifera*) หัวกลอย (*Discorea hispida*) ทางไหล (*Derris eliptica*) และหมากสง (*Areca catechu*) มีฤทธิ์ในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกา โดยสารสกัดจากหัวกลอยมีการตายของหอยทากยักษ์แอฟริกาสูงที่สุด (75 %) และมีค่า LC₉₅ ต่ำที่สุด (80.63 กรัม/ลิตร) ในขณะที่หมากสงมีการตายของหอยทากน้อยที่สุด (49.75 %) จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าสมุนไพรหลายชนิดมีฤทธิ์ในการกำจัดหอยทากศัตรูพืช และยังสามารถปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้บริโภค สมุนไพรส่วนใหญ่มีกลไกการออกฤทธิ์ที่ซับซ้อน ทั้งการฆ่า การขับไล่ การยับยั้งการกินอาหาร และมีผลต่อกระบวนการเจริญเติบโตของศัตรูพืช จึงทำให้ศัตรูพืชปรับตัวและดื้อยาได้ยากกว่าสารเคมีซึ่งออกฤทธิ์เฉพาะจุด (Joseph and Sujatha, 2012) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสมุนไพรที่มีฤทธิ์ในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกาในสภาพห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในสภาพแปลงทดลองและใช้กำจัดหอยศัตรูพืชชนิดอื่นต่อไป

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

1. การเตรียมสมุนไพร รวบรวมสมุนไพรที่มีรายงานถึงฤทธิ์ในการกำจัดหอย (ตารางที่ 1) จากนั้นนำมาผึ่งในที่ร่ม 48 ชั่วโมง และนำไปอบในตู้อบลมร้อน (Hot Air Oven) อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง หรือจนกว่าสมุนไพรจะแห้ง นำมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด กรองผ่านตะแกรง เบอร์ 20 เมส ผงสมุนไพรส่วนหนึ่งนำมาสกัดด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ (ความเข้มข้น 70 %) โดยใช้ผงสมุนไพร 10 กรัมต่อเอทิลแอลกอฮอล์ 100 มิลลิลิตร (10:100 น้ำหนัก/ปริมาตร) กวนให้เข้ากันทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง นำสารสกัดมากรองด้วยเครื่องกรองสุญญากาศ นำสารสกัดสมุนไพรที่ได้ไปทำการระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบลดความดันภายใต้สุญญากาศ (Rotary Evaporator) ภายใต้ความดัน 70 มิลลิบาร์ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส สารสกัดสมุนไพรที่ได้นำมาเก็บในขวดสีชา ก่อนนำไปใช้ทดสอบนำมาปรับความเข้มข้นให้ได้ 10% (v/v) โดยนำสารสกัด 10 มิลลิลิตร มาละลายในน้ำกลั่นนิ่งฆ่าเชื้อ 100 มิลลิลิตร

ตารางที่ 1 รายละเอียดสมุนไพร และส่วนที่นำมาใช้ในการทดสอบ

ชนิดสมุนไพร	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาใช้
กากชา (Tea Seed Cake)	<i>Camellia oleifera</i>	กาก (ส่วนที่เหลือจากการสกัดน้ำมัน)
กากกาแฟ (Gound Coffee)	<i>Coffea</i> spp.	กาก (ส่วนที่เหลือจากเมล็ดกาแฟที่ผ่านการสกัดน้ำกาแฟออกมาแล้ว)
มะคำดีควาย (Soap Berry)	<i>Sapindus rarak</i>	ผลแก่
สะเดา (Neem)	<i>Azadirachta indica</i>	เมล็ด
หมี/หมีเหม็น (Indian Laurel)	<i>Litsea glutinosa</i>	ใบ

ตารางที่ 1 รายละเอียดสมุนไพร และส่วนที่นำมาใช้ในการทดสอบ (ต่อ)

ชนิดสมุนไพร	ชื่อวิทยาศาสตร์	ส่วนที่นำมาใช้
สับป่อย (Soap Pod)	<i>Acacia concinna</i>	ฝัก
สบู่ดำ (Physic Nut)	<i>Jatropha curcas</i>	เมล็ด
ยาสูบ (Tobacco)	<i>Nicotiana tabacum</i>	ใบ
ชะเอมเทศ (Licorice)	<i>Glycyrrhiza glabra</i>	ราก

2. การเตรียมหอยทากยักษ์แอฟริกา เก็บรวบรวมหอยทากยักษ์แอฟริกาจากแหล่งต่าง ๆ นำมาเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางปากบ่อ 80 เซนติเมตร ที่รองบ่อด้วยดินปลูกที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ความหนา 10 เซนติเมตร เพื่อเป็นที่หลบซ่อนของหอยทาก ให้อาหารด้วยเศษผัก ผลไม้ และใบมะละกอเป็นหลัก ปิดปากบ่อด้วยตาข่ายไนลอน เพื่อป้องกันการหลบหนีของหอยทาก ดำเนินการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 10 วัน ก่อนนำมาทดสอบ

3. การทดสอบฤทธิ์ของผงสมุนไพรในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกา นำกล่องพลาสติกขนาด 15 x 30 x 10 เซนติเมตร ที่มีดินปลูกปลอดเชื้อที่มีความชื้น 70 % เป็นวัสดุรองกล่อง จากนั้นนำผงสมุนไพรแต่ละชนิดจำนวน 20 กรัม มาโรยลงไปบนกล่องให้สม่ำเสมอ นำหอยทากยักษ์แอฟริกาที่มีขนาดตัวสม่ำเสมอ มาแยกใส่ในกล่องจำนวน 10 ตัว/กล่อง ให้อาหารด้วยแตงกวาผ่าครึ่ง ปิดปากกล่องด้วยฝากล่องที่มีรูระบายอากาศ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 10 กรรมวิธี ได้แก่ ผงสมุนไพรทั้ง 9 ชนิด (กากชา กากกาแฟ มะคำดีควาย เมล็ดสะเดา ใบหมี่ ฝักสับป่อย เมล็ดสบู่ดำ ยาสูบ และชะเอมเทศ) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ใช้สมุนไพรใด ๆ ทำการทดสอบกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หอยทากจำนวน 10 ตัว หลังการทดสอบ 60 นาที สังเกตอาการของหอยทาก และตรวจสอบการตายของหอยทาก หลังการทดสอบ 24 และ 48 ชั่วโมง และนำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การตายจากสูตร

$$\% \text{ การตาย} = \frac{\text{จำนวนหอยทากที่ตาย} \times 100}{\text{จำนวนหอยทากที่ทดสอบ}}$$

4. การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกา นำกล่องพลาสติกขนาด 15 x 30 x 10 เซนติเมตร ที่มีดินปลูกปลอดเชื้อที่มีความชื้น 70 % เป็นวัสดุรองกล่อง จากนั้นนำหอยทากยักษ์แอฟริกามาปล่อยลงในกล่องพลาสติก จำนวน 10 ตัว/กล่อง ให้อาหารด้วยแตงกวาผ่าครึ่ง ปิดปากกล่องด้วยฝากล่องที่มีรูระบายอากาศทิ้งไว้ประมาณ 60 นาที เพื่อให้หอยทากออกจากเปลือกเพื่อออกมาหาอาหาร จากนั้นนำสารสกัดจากพืชสมุนไพรแต่ละชนิดมาพ่นลงในกล่องพลาสติกให้ทั่วด้วยกระบอกฉีด (Foggy) ปริมาณ 50 มิลลิลิตร/กล่อง วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 10 กรรมวิธี ได้แก่ สารสกัดสมุนไพรทั้ง 9 ชนิด (กากชา กากกาแฟ มะคำดีควาย เมล็ดสะเดา ใบหมี่ ฝักสับป่อย เมล็ดสบู่ดำ ยาสูบ และชะเอมเทศ) เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่ใช้สมุนไพรใด ๆ ทำการทดสอบกรรมวิธีละ 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้หอยทากจำนวน 10 ตัว หลังการทดสอบ 60 นาที สังเกตอาการของหอยทาก และตรวจสอบการตายของหอยทากหลังการทดสอบ 24 และ 48 ชั่วโมง และนำมาคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การตายเช่นเดียวกับการทดสอบโดยใช้ผงสมุนไพร

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละกรรมวิธี โดยใช้ LSD (Least Significant Difference) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (Statistical Analysis System) Version 9.00 (SAS Institute Inc, 2006)

ผลการศึกษา

จากการทดสอบสมุนไพรในการควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกาโดยใช้ผงสมุนไพรโรยในกล่องทดสอบก่อนการปล่อยหอยทากลงในกล่องนั้น (ตารางที่ 2) จะสังเกตเห็นว่าในชุดควบคุม กากกาแฟ และเมล็ดสบู่ดำ หอยทากยังคงเดินได้ตามกล่องและกินอาหารปกติ ในขณะที่ในกล่องที่มีผงกากขาและมะคำดีควาย หอยทากจะมีการกระวนกระวายไต่หนีจากผงสมุนไพรขึ้นไปบนฝากล่องอย่างรวดเร็ว และปล่อยเมือกออกมาจำนวนมาก หอยทากหล่นจากฝากล่อง หุดนึ่ง และหุดตัวเข้าไปอยู่ในเปลือกหอย เมื่อเวลาผ่านไป 24 ชั่วโมง พบว่าหอยมีลักษณะแห้งเนื่องจากการสูญเสียน้ำออกมามาก ส่วนสมุนไพรชนิดอื่นหอยทากมีการปล่อยเมือกออกมาท่วมฝาและตายในที่สุด ส่วนการทดสอบด้วยการพ่นนั้นจะพบว่าหอยทากมีการตอบสนองเร็ว หอยทากคายเมือกออกมาท่วมฝาหอย หุดตัว และตายในที่สุด

ตารางที่ 2 ลักษณะอาการของหอยทากยักษ์แอฟริกาหลังการทดสอบด้วยผงสมุนไพร

สมุนไพร	ลักษณะอาการของหอยทากหลังการทดสอบ
ชุดควบคุม	หอยทากไต่ตามข้างกล่องและฝากล่อง และกินอาหารปกติ
กากกาแฟ	หอยทากไต่ขึ้นฝากล่องอย่างรวดเร็ว ไม่กินอาหาร ปล่อยเมือกออกมาท่วมฝาหอย ตัวหอยหุดเข้าไปในเปลือก
มะคำดีควาย	หอยทากไต่ตามข้างกล่องและฝากล่อง และกินอาหารปกติ
เมล็ดสะเดา	หอยทากไต่ขึ้นฝากล่องอย่างรวดเร็ว ไม่กินอาหาร ปล่อยเมือกออกมาท่วมฝาหอย ตัวหอยหุดเข้าไปในเปลือก และแห้งตาย
ใบหมี	หอยทากไต่ขึ้นฝากล่องอย่างรวดเร็ว ไม่กินอาหาร ปล่อยเมือกออกมาท่วมฝาหอย ตัวหอยหุดเข้าไปในเปลือก
ฝักส้มป่อย	หอยทากไต่ขึ้นฝากล่องอย่างรวดเร็ว ไม่กินอาหาร ปล่อยเมือกออกมาท่วมฝาหอย ตัวหอยหุดเข้าไปในเปลือก
เมล็ดสบู่ดำ	หอยทากไต่ตามข้างกล่องและฝากล่อง และกินอาหารปกติ
ยาสูบ	หอยทากไต่ขึ้นฝากล่องอย่างรวดเร็ว ไม่กินอาหาร ปล่อยเมือกออกมาท่วมฝาหอย ตัวหอยหุดเข้าไปในเปลือก
ชะเอมเทศ	หอยทากไต่ขึ้นฝากล่องอย่างรวดเร็ว ไม่กินอาหาร ปล่อยเมือกออกมาท่วมฝาหอย ตัวหอยหุดเข้าไปในเปลือก และแห้งตาย

เมื่อนำผงสมุนไพรชนิดต่าง ๆ มาทดสอบในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกา (ตารางที่ 3) พบว่า หลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง การใช้ผงยาสูบมีการตายของหอยทากยักษ์มากที่สุด (53.33 %) โดยไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับกากขาและมะคำดีควาย ที่มีการตายของหอยทากเท่ากับ 43.33 และ 36.67 % ในขณะที่ชะเอมเทศมีการตายของหอยทากเพียง 16.67 % ส่วนสมุนไพรชนิดอื่น ๆ ไม่พบการตายของหอยทากยักษ์แอฟริกา หลังการทดสอบ 48 ชั่วโมง การใช้ลูกมะคำดีควาย ส่งผลให้หอยทากยักษ์มีการตายสูงที่สุด (36.67 %) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับกากขา (26.67 %) และชะเอมเทศ (30 %) แต่แตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับเมล็ดสะเดา (6.67 %) ใบหมี (6.67 %) ฝักส้มป่อย (16.67 %) และยาสูบ (16.67 %) และเมื่อพิจารณาจากการตายสะสมจะเห็นว่า ลูกมะคำดีควายมีการตายสะสมของหอยทากยักษ์แอฟริกาสูงที่สุดเท่ากับ 73.33 % รองลงมาและไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับกากขา และยาสูบ ที่มีการตายของหอยทากยักษ์เท่ากัน (70 %) ส่วนในชุดควบคุมและการใช้กากกาแฟและเมล็ดสบู่ดำ ไม่พบการตายของหอยทากยักษ์ (0 %)

ตารางที่ 3 ฤทธิ์ของผงสมุนไพรต่อหอยทากยักษ์แอฟริกา

สมุนไพร	%การตาย (%±sd)		
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	การตายสะสม
ชุดควบคุม (ไม่ใช้สารใด ๆ)	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^d
กากชา	43.33±25.17 ^a	26.67±20.82 ^{ab}	70.00±10.00 ^a
กากกาแฟ	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^d
มะค้ำดีควาย	36.67±20.82 ^a	36.67±20.82^a	73.33±11.55^a
เมล็ดสะเดา	0.00±0.00 ^b	6.67±5.77 ^c	6.67±5.77 ^{cd}
ใบหมี่	0.00±0.00 ^b	6.67±5.77 ^c	6.67±5.77 ^{cd}
ฝักส้มป่อย	0.00±0.00 ^b	16.67±5.77 ^{bc}	16.67±5.77 ^c
เมล็ดสบู่ดำ	0.00±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^d
ยาสูบ	53.33±15.28^a	16.67±15.28 ^{bc}	70.00±10.00 ^a
ชะเอมเทศ	16.67±5.77 ^b	30.00±10.00 ^{ab}	46.67±11.55 ^b
<i>P-value</i>	<0.0001	0.0036	<0.0001

หมายเหตุ: ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD, $P>0.05$)

sd = standard deviation

ในด้านการทดสอบสารสกัดจากสมุนไพรในการควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกันนั้น (ตารางที่ 4) หลังการทดสอบ 24 ชั่วโมง พบว่าการใช้สารสกัดจากกากชา ส่งผลให้มีการตายของหอยทากยักษ์สูงที่สุดเท่ากับ 66.67 % แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) กับสารสกัดจากมะค้ำดีควาย (60 %) และสารสกัดจากยาสูบ (56.67 %) แต่แตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับสารสกัดชะเอมเทศที่มีการตาย 26.67 % หลังการทดสอบ 48 ชั่วโมง สารสกัดจากชะเอมเทศมีการตายมากที่สุด (26.67 %) รองลงมาคือ สารสกัดจากมะค้ำดีควาย (20 %) ส่วนการตายสะสมการใช้สารสกัดจากมะค้ำดีควายมีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 80 % รองลงมาและไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับสารสกัดจากกากชา (76.67 %) และสารสกัดจากยาสูบ (70 %) แต่แตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) กับสารสกัดสมุนไพรชนิดอื่น ๆ ในขณะที่ชุดควบคุม สารสกัดจากกากกาแฟ และสารสกัดจากเมล็ดสบู่ดำ ไม่พบการตายของหอยทากยักษ์แอฟริกา (0 %)

ตารางที่ 4 ฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรต่อหอยทากยักษ์แอฟริกา

สมุนไพร	%การตาย (%±sd)		
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	การตายสะสม
ชุดควบคุม (ไม่ใช้สารใด ๆ)	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c
กากชา	66.67±5.77^a	10.00±0.00 ^{bc}	76.67±5.77 ^a
กากกาแฟ	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c
มะค้ำดีควาย	60.00±10.00 ^a	20.00±10.00 ^{ab}	80.00±10.00^a
เมล็ดสะเดา	0.00±0.00 ^d	3.33±5.77 ^c	3.33±5.77 ^c
ใบหมี่	0.00±0.00 ^d	3.33±5.77 ^c	3.33±5.77 ^c
ฝักส้มป่อย	0.00±0.00 ^d	6.67±5.77 ^{bc}	6.67±5.77 ^c
เมล็ดสบู่ดำ	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c
ยาสูบ	56.67±11.55 ^a	13.33±5.77 ^{abc}	70.00±10.00 ^a

ตารางที่ 4ฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรต่อหอยทากยักษ์แอฟริกา (ต่อ)

สมุนไพร	%การตาย (%±sd)		
	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง	การตายสะสม
ชะเอมเทศ	26.67±15.28 ^c	26.67±20.28 ^a	53.33±11.55 ^b
<i>P-value</i>	<0.0001	0.0061	<0.0001

หมายเหตุ: ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวดิ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (LSD, $P>0.05$)
sd = standard deviation

สรุปและการอภิปรายผล

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสมุนไพรในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกาในสภาพห้องปฏิบัติการ ทั้งการใช้รูปแบบผงและรูปแบบสารสกัดจะเห็นว่ามะค่าดีควายมีฤทธิ์ในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกาได้ดีที่สุด รองลงมาคือ กากชาและยาสูบ สอดคล้องกับงานทดลองของ Koysap et al. (2022) ที่รายงานว่าสารสกัดจากมะค่าดีควายมีฤทธิ์ในการฆ่าหอยทากยักษ์แอฟริกา ภายใน 4 ชั่วโมง และการใช้สารสกัดที่ความเข้มข้น 30 % มีผลให้หอยทากยักษ์ตายถึง 90 % ภายใน 72 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ Huang et al. (2003) ได้รายงานว่าสารสกัดจากมะค่าดีควายมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีผลต่อหอยเชอรี่ (*Pomacea canaliculata*) โดยสารสกัดความเข้มข้น 10 ppm สามารถกำจัดหอยเชอรี่ได้ 70 - 100 % และมีค่า LC_{50} (Lethal Concentration 50 % หรือความเข้มข้นที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 %) เท่ากับ 85.22 และ 17 ppm หลังการทดสอบ 24 48 และ 72 ชั่วโมง ตามลำดับ

นอกจากมะค่าดีควายแล้ว กากชาที่จัดว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัดหอยทากยักษ์แอฟริกาได้เช่นกัน กากชาเป็นส่วนที่เหลือจากการสกัดน้ำมันออกแล้วและอุดมไปด้วยสารซาโปนิน (Saponin) ที่มีฤทธิ์ในการฆ่าหอยและสัตว์น้ำ Kijprayoon et al. (2014) รายงานว่าเมล็ดชาอุดมไปด้วยสาร Saponin เมื่อนำมาสกัดด้วยเมทานอลและนำไปทดสอบในการควบคุมหอยเชอรี่ (*P. canaliculata*) จะเห็นว่าสารสกัดมีฤทธิ์ในการฆ่าหอยเชอรี่ที่เข้าทำลายข้าวได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.66 ppm และการใช้สารสกัดที่ความเข้มข้น 12.50 15.63 และ 18.75 กิโลกรัม/เฮกตาร์ พบการตายของหอยเชอรี่ 100 % หลังการใช้เพียง 24 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ Laymanivong et al. (2017) ที่พบว่าหลังการใช้สารสกัดจากเมล็ดชา 24 ชั่วโมง สามารถกำจัดหอยเชอรี่ได้ถึง 50 % โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.001 กรัม/มิลลิกรัม และค่า LC_{90} เท่ากับ 0.073 กรัม/มิลลิกรัม นอกจากนี้ Wongsiri et al. (2023) รายงานว่าสารสกัดจากชา (*C. oleifera*) มีฤทธิ์ในการฆ่าหอยเชอรี่ได้สูงที่สุดเมื่อเทียบกับสารสกัดจากพืชชนิดอื่น เช่น รำเพย ดอกกรัก ผักกระเฉด และพันชั่ง โดยมีค่า LC_{50} ต่ำสุดเท่ากับ 6.21 ppm อีกทั้ง Ibrahim et al. (2023) พบว่าสาร Saponin ที่สกัดจากเปลือกของต้น *Quillaja saponaria* สามารถกำจัดหอยทาก *Biomphalaria alexandrina* ได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 70.05 มิลลิกรัม/ลิตร

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าทั้งมะค่าดีควายและกากชามีฤทธิ์ในการควบคุมหอยเชอรี่ได้ดี ทั้งนี้เนื่องจากสมุนไพรทั้งสองชนิดนี้มีสาร Saponin ที่เป็นสารออกฤทธิ์หลักในการฆ่าหอยทากยักษ์ สาร Saponins เป็นสาร Secondary Metabolite ที่สามารถซึมเข้าไปในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตได้ ส่งผลให้เม็ดเลือดแดงแข็งตัว (Bissinger et al., 2014; Asgharian and Ojani, 2017) เมื่อสาร Saponin ซึมเข้าไปในเซลล์ของหอยส่งผลให้ปริมาณโปรตีนอัลบูมินและไขมันรวมในเนื้อเยื่อหอยลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับหอยทากในกลุ่มควบคุม นอกจากนั้นสาร Saponin ยังไปทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เซลล์มีการซึมผ่านได้มากขึ้น ส่งผลให้การไหลเวียนของน้ำและไอออนผิดปกติ (Augustin et al., 2011) อีกทั้งสาร Saponin นี้ยังส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในเยื่อผิวของระบบย่อยอาหารต่อมย่อยอาหาร เหงือก และเท้าของหอย เกิดการสูญเสียเซลล์ การเสื่อมของเซลล์เยื่อผิว เกิดเซลล์ผิดปกติเพิ่มขึ้นในระบบย่อยอาหารและพบการเพิ่มขึ้นของจำนวนเม็ดเลือดดำใน Basophilic Cells เกิดการขยายตัวของเซลล์ย่อยอาหาร

เซลล์กล้ามเนื้อของเท้ามีการสูญเสียเนื้อสัมผัส ด้วยคุณสมบัติของสาร Saponin ทำให้เกิดฟอง เมื่อหอยสัมผัสกับสารนี้จะทำให้หอยสร้างเมือกส่วนเกินออกมามากขึ้น เมือกจะถูกปล่อยออกมาเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรงระหว่างสารระคายเคืองและเยื่อผิวของหอยทาก ซึ่งทำหน้าที่เป็นการตอบสนองต่อความเครียด (Francis et al., 2002) ดังนั้นเมื่อหอยทากยักษ์แอฟริกาสัมผัสกับกากชาและมะคำดีควาย และสมุนไพรรักษาอื่นจึงปล่อยเมือกออกมาท่วมตัว ส่งผลให้ปริมาณน้ำ ไอออน และคาร์โบไฮเดรตสูญเสียไปพร้อมกับเมือกที่ไหลออกมา ทำให้เกิดภาวะขาดน้ำและสูญเสียพลังงาน ซึ่งนำไปสู่การเสียชีวิตของหอยได้ (Triebkorn et al., 1998)

นอกจากมะคำดีควายและกากชาแล้ว ยาสูบก็จัดได้ว่ามีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดหอยทากแอฟริกา ในยาสูบมีสารออกฤทธิ์สำคัญคือ นิโคติน (Nicotine) นิยมนำมาใช้กำจัดแมลง โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ที่ส่งผลต่อระบบประสาทของแมลง ทำให้แมลงเกิดอาการชักและเสียชีวิตได้ สารนิโคตินยับยั้ง Acetylcholine (ACh) ในแมลง ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทที่สำคัญในการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและกล้ามเนื้อ นิโคตินจะไปจับกับตัวรับ ACh ทำให้เกิดการกระตุ้นระบบประสาทอย่างต่อเนื่อง นำไปสู่ภาวะกล้ามเนื้อกระตุก ชัก และเสียชีวิตในที่สุด (Human et al., 2014; Perry et al., 2015) เมื่อไม่นานมานี้ Guo et al. (2023) พบว่าสารสกัดจากใบยาสูบ ความเข้มข้น 1 กรัม/ลิตร ทำให้หอยเชอรี่ (*P. canaliculata*) ตายได้มากกว่า 90 % ในระยะเวลา 4 วัน โดยการอยู่รอดของหอยขึ้นอยู่กับขนาดของหอย ความเข้มข้นของสารสกัด ระยะเวลาที่หอยเชอรี่สัมผัสกับสารสกัด หอยเพศผู้อ่อนแอต่อสารสกัดมากกว่าหอยเพศเมีย และเมื่อใช้ความเข้มข้น 0.5 กรัม/ลิตร มีผลให้การผสมพันธุ์และการกินอาหารของหอยลดลง และที่ความเข้มข้น 0.2 กรัม/ลิตร มีผลยับยั้งการเจริญของตัวอ่อนหอยด้วย เช่นเดียวกับ Tangkoonboribun and Sassanarakkit (2009) ที่พบว่าการใช้ยาสูบ 1,562.5 กิโลกรัม/เฮกตาร์ ในนาข้าวสามารถกำจัดหอยเชอรี่ได้ 100 % ในระยะเวลา 2 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ยาสูบยังช่วยเพิ่มค่า การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) Biological Oxygen Demand ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Chemical Oxygen Demand) ในน้ำ และช่วยเพิ่มค่า Organic Matter, Available Phosphorus, Exchangeable Potassium, Calcium และ Magnesium รวมทั้งส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโดยสารนิโคตินไม่ส่งผลเสียต่อข้าว ในส่วนของชะเอมเทศนั้นจะเห็นว่าสามารถควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกาได้ สอดคล้องกับ Jiang and Li (2015) ที่พบว่าชะเอมเทศสามารถควบคุมหอยทากน้ำจืด (*Oncomelania hupensis*) โดยไปมีผลให้เกิดการยับยั้งการหดตัวและลดความถี่การหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบของ Vola Pedis ของหอยทากได้ และการใช้ชะเอมเทศร่วมกับ Niclosamide สามารถลดระดับโปรตีนและไกลโคเจนในตับของหอยทาก ส่งผลให้หอยทากตายได้เร็วขึ้น

จากการศึกษาค้นคว้านี้จะเห็นว่าทั้งมะคำดีควาย กากชา และยาสูบ มีประสิทธิภาพในการนำมาควบคุมหอยทากยักษ์แอฟริกาสูงกว่าสมุนไพรรักษาอื่น ๆ โดยสามารถใช้ทั้งในรูปแบบผงและสารสกัด อย่างไรก็ตามการวิจัยนี้เป็นเพียงการทดสอบในห้องปฏิบัติการเท่านั้น ซึ่งต้องศึกษาในสภาพแปลงปลูกต่อไป

References

- Asgharian, A. and Ojani, S. (2017). *In vitro* Antioxidant Activity and Phytochemical Screening of Flowers and Leaves of *Hypericum perforatum* L. Ethanolic Extracts from Tonekabon, Iran. *Journal of Phytochemistry and Biochemistry*, 1(1), 1-5.
- Augustin, J.M., Kuzina, V., Andersen, S.B. and Bak, S. (2011). Molecular Activities, Biosynthesis and Evolution of Triterpenoid Saponins. *Phytochemistry*, 72(6), 435-457. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.015>
- Bissinger, R., Modicano, P., Alzoubi, K., Honisch, S., Faggio, C., Abed, M. and Lang, F. (2014). Effect of Saponin on Erythrocytes. *International Journal of Hematology*, 100, 51-59. <https://doi.org/10.1007/s12185-014-1605-z>

- Choubisa, S.L. (2025). Invasion of Giant African Snail Species (*Achatina fulica*) in Scheduled Area of Rajasthan, India: Threat to Forestry, Agriculture and Horticulture. *Clinical Research in Animal Sciences*, 3(5), <https://doi.org/10.31031/CRAS.2025.03.000571>
- Fajar, F.L. and Beny, B.R. (2020). The Plants Extract Toxicity Against *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) in Nyawai *Ficus variegata* (Blume). *Jurnal Wasian*, 7(1), 39-50. <https://doi.org/10.62142/1ewcvx39>
- Francis, G., Kerem, Z., Makkar, H.P.S. and Becker, K. (2002). The Biological Action of Saponins in Animal Systems: A Review. *British Journal of Nutrition*, 88(6), 587-605. <https://doi.org/10.1079/BJN2002725>
- Gadekar, M.P., Zanwar, P.R., Patait, D.D., Bhondave, M.M. and Kale, A.S. (2024). Evaluation of Different Ready-Mix Insecticides Against Giant African Snail. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(10S), 1080-1084. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i10Sm.2651>
- Guo, J., Zhang, S., Zeng, J., Chen, Y., Guo, Y., Liu, J. and He, A. (2023). Molluscicidal Activity of *Nicotiana tabacum* Extracts on the Invasive Snail *Pomacea canaliculata*. *Scientific Reports*, 13(1), <https://doi.org/10.1038/s41598-023-38141-6>
- Huang, H.C., Liao, S.C., Chang, F.R., Kuo, Y.H. and Wu, Y.C. (2003). Molluscicidal Saponins from *Sapindus mukorossi*, Inhibitory Agents of Golden Apple Snails, *Pomacea canaliculata*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(17), 4916-4919. <https://doi.org/10.1021/jf0301910>
- Human, H., Archer, C.R., du Rand, E.E., Pirk, C.W.W. and Nicolson, S.W. (2014). Resistance of Developing Honeybee Larvae During Chronic Exposure to Dietary Nicotine. *Journal of Insect Physiology*, 69, 74-79. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2014.03.012>
- Ibrahim, A.M., El-Karim, R.M.G., Ali, R.E. and Nasr, S.M. (2023). Toxicological Effects of Saponin on the Free Larval Stages of *Schistosoma mansoni*, Infection Rate, Some Biochemical and Molecular Parameters of *Biomphalaria alexandrina* Snails. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 191, <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2023.105357>
- Jiang, D.Z. and Li, H.M. (2015). Molluscicidal Mechanism of Combining use of Extract of *Glycyrrhiza uralensis* and Niclosamide. *Zhongguo Xue Xi Chong Bing Fang Zhi Za Zhi*, 27(6), 608-611.
- Joseph, B., Sowmya, M. and Sujatha, S. (2012). Insight of Botanical Based Biopesticides Against Economically Important Pest. *International Journal of Pharmacy and Life Sciences*, 3(11), 2138-2148.
- Kijprayoon, S., Tolieng, V., Petsom, A. and Chaicharoenpong, C. (2014). Molluscicidal Activity of *Camellia oleifera* Seed Meal. *ScienceAsia*, 40(4), 393-399. https://www.scienceasia.org/2014.40.n6/scias40_393.pdf
- Koysap, L., Ruangsittichai, J., Ampawong, S., Kongkiatpaiboon, S., Worakhunpiset, S., Thaenkham, U., Chusongsang, Y., Lv, Z., Mongkolthanawat, S. and Limpanont, Y. (2022). Assessing the Efficacy of Soapberry (*Sapindus rarak*) Crude Extract for Controlling Giant African Land Snail (*Lissachatina fulica*). *Management of Biological Invasions*, 13(4), 690-704. <https://doi.org/10.3391/mbi.2022.13.4.07>
- Laymanivong, S., Aukkanimart, R., Boonmars, T., Vanisaveth, V. and Senephansiri, P. (2017). Histopathological Effects of *Camellia oleifera* Seed and *Garcinia mangostana* Pericarp Extracts on *Pomacea canaliculata* Snails, an Intermediate Host for *Angiostrongylus cantonesis*. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 21(4), <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/APST/article/view/84839/78244>
- Mohansingh, R. (2019). *Managing Giant African Snail (GAS) in the Field and Around the Home*. Extension Training and Information Services Division, Ministry of Agriculture, Land and Fisheries, Trinidad and Tobago.

- Pallavi, H.S., Basavaraju, B.S., Umashankar, N., Shivashankar, T. and Rajegowda. (2018). Evaluation of Eco-Friendly and Chemical Pesticides, and Attractant Solutions Against Giant African Snail, *Achatina fulica* Bowdich on mulberry. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 666-671. <https://www.phytojournal.com/archives/view-pdf/4251/7-2-572>
- Paul, P., Rafee, C.M. and Balikai, R.A. (2016). Management of Giant African Snail, *Achatina fulica* Ferussac Under Protected Cultivation of Capsicum. *Journal of Experimental Zoology India*, 19(2), 1181-1184. https://connectjournals.com/file_full_text/2542502H_1181-1184.pdf
- Perry, T., Somers, J., Yang, Y.T. and Batterham, P. (2015). Expression of Insect $\alpha 6$ -like Nicotinic Acetylcholine Receptors in *Drosophila melanogaster* Highlights a High Level of Conservation of the Receptor: Spinosyn Interaction. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 64, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2015.01.017>
- Ruiz-Suárez, N., Rial, C., Boada, L.D., Henríquez-Hernández, L.A., Valerón, P.F., Camacho, M., Zumbado, M. and Rumbelha, W.K. (2014). Metaldehyde. In P. Wexler (Eds.), *Encyclopedia of toxicology* (3rd ed., pp. 227-229). Academic Press.
- Rattanahemboot, W., Tubklang, R., Charoensuk, K. and Nonmuang, W. (2022). Effect of Herbal Species on Antioxidant Activities and Sensory Quality of Cardamom (*Amomum krervanh* Pierre) Mixed Herbs Tea. *RMUTI JOURNAL Science and Technology*, 15(3), 96-106. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/rmutijo/article/view/248886/170149>
- SAS Institute Inc.. (2006). *SAS user's guide: Statistics*. SAS Institute Inc.
- Selvi, V.A., Ram, L.C. and Mastro, R.E. (2015). Molluscicidal Effect of Biogenic Silica and Botanical Pesticides for the Control of *Achatina fulica* (Giant African Land Snail) and *Laevicaulis alte* (Garden Slug). *Journal of Phytopathology and Disease Management*, 2(1), 12-21. <https://ppmj.net/index.php/ppdj/article/view/18/2.1.2>
- Silva, G.M., Thiengo, S.C., Sierpe Jeraldo, V.L., Rego M.I.F., Silva, A.B.P., Rodrigues, P.S., Gomes, S.R. (2022). The Invasive Giant African Land Snail, *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata): Global Geographical Distribution of this Species as Host of Nematodes of Medical and Veterinary Importance. *Journal of Helminthology*, 96, <https://doi.org/10.1017/S0022149X22000761>
- Sreenivasa, B.T., Divya, S.H., Kumar, J.B.N. and Sivaprasa, V. (2019). Damage and Management of Giant African Snail, *Achatina fulica* Bowdich in Mulberry Eco-System. *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research*, 6(3), 459-467. <https://www.jetir.org/papers/JETIR1903365.pdf>
- St. John's, A. (2022). *Eradication of the giant African snail in Antigua and Barbuda (2008-2021)*. The Plant Protection Unit, Ministry of Agriculture, Fisheries & Barbuda Affairs.
- Tangkoonboribun, R. and Sassanarakkit, S. (2009). Molluscicide from Tobacco Waste. *Journal of Agricultural Science*, 1(1), 76-81. <https://doi.org/10.5539/jas.v1n1p76>
- Triebeskorn, R., Christensen, K. and Heim, G. (1998). Effects of Orally and Dermally Applied Metaldehyde on Mucus Cells of Slugs (*Deroceras reticulatum*) Depending on Temperature and Duration of Exposure. *Journal of Molluscan Studies*, 64(4), 467-487. <https://doi.org/10.1093/mollus/64.4.467>
- Wongsiri, T., Chotiyano, A. and Benchawattananon, R. (2023). The Efficiency of Molluscicidal Plant Extracts for Controlling of Golden Apple Snails (*Pomacea canaliculata*). *Prawarun Agricultural Journal*, 20(2), 167-176. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/article/view/259008/177424>