

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

- 1. ชุดโครงการวิจัย** : วิจัยการปรับปรุงพันธุ์และศึกษาเทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย
- 2. โครงการวิจัย** : วิจัยการปรับปรุงพันธุ์และศึกษาเทคโนโลยีการผลิตมะคาเดเมีย
- 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** : ทดสอบเทคโนโลยีการจัดการการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย โดยวิธีผสมผสาน
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Technology of integrated rodent pest control in macadamia (*Macadamia integrifolia*).
- 4. คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : วิชาญ วรธนะไกวล์ กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
ผู้ร่วมงาน : ปราสาททอง พรหมเกิด และทรงทัฬห แก้วตา กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช
พิจิตร ศรีปิ่นตา เกษม ทองขาว และอนุ สุวรรณโณม ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ วนิชญา ฉิมนาค จิตอาภา จิจุบาล และภฤชพร ศรีสังข์ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์
- 5. บทคัดย่อ** : การทดสอบเทคโนโลยีการจัดการสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียโดยวิธีผสมผสาน ระหว่างเดือนตุลาคม 2560 – กันยายน 2562 ในแปลงทดลองมะคาเดเมีย จำนวน 2 การทดลอง ได้แก่ การทดลองที่ 1 ณ สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และ การทดลองที่ 2 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการทดลองที่ 1 พบชนิดของสัตว์ฟันแทะที่สร้างความเสียหายให้แก่มะคาเดเมีย จำนวน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกระรอก (Sciuridae) กลุ่มหนู (Muridae) และ กลุ่มอื่น (Rhizomyidae) ความหนาแน่นประชากรของสัตว์ฟันแทะ จากการใช้กรงดักและปริมาณการกินเหยื่อล่อ หลังการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 37.5%, 14% และ 14%, 11% ตามลำดับ ขณะที่แปลงเปรียบเทียบมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 42.8% และ 114.3% ตามลำดับ ความเสียหายของมะคาเดเมียจากสัตว์ฟันแทะ มีค่าลดลงทั้ง 3 แปลง (IPC1, IPC2 และ แปลงเปรียบเทียบ)เท่ากับ 62.06%, 64.06% และ 15.09% ตามลำดับ โดยแปลง IPC 1 และ 2 มีสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน ในปี 2561 และ 2562 อยู่ที่ 21.28, 21.29 และ 142.86, 143.41 บาท/ไร่ ตามลำดับ ขณะเดียวกันในการทดลองที่ 2 พบชนิดของสัตว์ฟันแทะที่สร้างความเสียหายให้แก่มะคาเดเมีย จำนวน 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกระรอก และกลุ่มหนู ความหนาแน่นประชากรของสัตว์ฟันแทะ จากการใช้กรงดักกับปริมาณการกินเหยื่อล่อ และ ความเสียหายของมะคาเดเมีย หลังการทดลองพบว่า มีค่าเฉลี่ยลดลงในทั้ง 3 แปลงทดลอง เท่ากับ 90%, 65%, 12%;

87%, 68%, 29% และ 81.38%, 6.51%, 45.31% ตามลำดับ โดยแปลง IPC 1 และ 2 มีสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน อยู่ที่ 127.28 และ 132.5 บาทต่อไร่ ตามลำดับ

Abstract : The experiment of technology of integrated rodent pest control in macadamia (*Macadamia integrifolia*) were conduct during October 2018 – September 2019 in macadamia plantation 2 experiments. The experiment 1, at Chiang Mai royal agricultural research center (MaeJonLuang), MaeJonLuang royal, Mae Chaem district, Chiang Mai province and the experiment 2, at Phetchabun highland agricultural research center, Khao Khlo district, Phetchabun province. In experiment 1 found that 3 types of rodent attacking macadamia plantation such as Sciuridae, Muridae and Rhizomyidae, the population index of rodent decrease in 3 plots (IPC 1, IPC 2 and control plot) based on the live trap and bait consumption methods as 37.5%, 14% and 14%, 11% respectively, the control plot showed the increase of rodents at 42.8% and 114.3% respectively. The percentage of macadamia damage can be decrease in 3 plots as 62.06%, 64.06% and 15.09% respectively. In 2018 and 2019, the cost benefit ratio of IPC 1 and IPC 2 showed that 21.28, 21.29 and 142.86, 143.41 bath/rai respectively. While the experiment 2, found that 2 types of rodent attacking macadamia plantation, Sciuridae and Muridae. The population index based on the live trap and bait consumption methods and percentage of macadamia damage of rodent decrease in 3 plots (IPC 1, IPC 2 and control plot) as 90%, 65%, 12%; 87%, 68%, 29% and 81.38%, 6.51%, 45.31% respectively. The cost benefit ratio of IPC 1 and IPC 2 showed that 127.28 and 132.5 bath/rai respectively.

6. คำนำ: มะคาเดเมีย (*macademia; Macadamia integrifolia*) อยู่ในพืชตระกูลนัทหรือถั่วเปลือกแข็ง เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ มีถิ่นกำเนิดในประเทศออสเตรเลีย จัดเป็นพืชกึ่งเมืองร้อน มีลักษณะใบเขียวตลอดปี ผลออกเป็นช่อ ผลทรงป้อม เปลือกนอกสีเขียว ภายในเป็นกะลาแข็งสีน้ำตาล เนื้อในสีขาวนวล ที่สำคัญเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทย ผลผลิตมีราคาสูง ราคาประมาณกิโลกรัมละ 200-300 บาท คิดเป็นมูลค่ารวม 607.5-652.5 ล้านบาท เมื่อนำมาแปรรูปจะมีมูลค่ามากกว่า 2-3 เท่า (จำรอง 2554) ซึ่งประโยชน์ของมะคาเดเมียไม่เพียงแต่สามารถสร้างรายได้ที่มีคุณค่ามหาศาลแล้ว ผลผลิตยังมีรสชาติอร่อย มีประโยชน์ทางด้านโภชนาการ มีคุณค่าทางโภชนาการสูง อุดมไปด้วยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต แคลเซียม โพแทสเซียม และไขมันชนิดไม่อิ่มตัว ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายเนื่องจากมีโคเลสเตอรอลต่ำ และยังสามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น ครีมบำรุงผิว

และสบู่ เป็นต้น อีกทั้งถ่านจากมะคาเดเมียสามารถผลิตเป็นพลังงานชีวมวลที่มีคุณภาพสูงได้ เนื่องจากมะคาเดเมียเป็นพืชไม่ผลัดใบจึงทำให้ป่ามีพื้นที่สีเขียวตลอดทั้งปี เป็นการฟื้นฟูและอนุรักษ์สภาพแวดล้อมอีกทางหนึ่ง

สำหรับในประเทศไทยนั้นมีพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดประมาณ 5,000 – 6,000 ไร่ ซึ่งอยู่ในจังหวัดเลยและเชียงรายเป็นพื้นที่หลัก รองลงมาคือ ตาก เชียงใหม่ น่าน ลำปาง แม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ และแพร่ ตามลำดับ ผลผลิตทั้งประเทศประมาณ 23,625 กิโลกรัม ซึ่งไม่เพียงพอต่อความต้องการในประเทศ ทำให้ต้องมีการนำเข้ามะคาเดเมียจากต่างประเทศ เมื่อพิจารณาจากปัจจัยต่างๆแล้ว พบว่าประเทศไทยยังมีศักยภาพในการพัฒนาการผลิต การตลาด และการแปรรูปให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

ในประเทศไทยต้นมะคาเดเมียมีช่วงที่ออกดอกอยู่ 2 ช่วง ได้แก่ เดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคมและเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม อายุตั้งแต่ดอกบานถึงผลแก่ประมาณ 6-9 เดือน และมีประมาณ 200 ดอกต่อ 1 ช่อ เนื่องจากมะคาเดเมียเป็นพืชที่เริ่มให้ผลผลิตช้า คือจะเริ่มให้ผลผลิตเมื่ออายุ 5 ปี โดยให้ผลผลิต 1-3 กิโลกรัมต่อต้น เมื่อถึงอายุระหว่าง 12-14 ปี ผลผลิตจะคงที่ประมาณ 25-35 กิโลกรัมต่อต้น และมีอายุให้ผลผลิตไม่ต่ำกว่า 50 ปี ดังนั้นจึงมีศัตรูเข้าทำลายตลอดเช่นกัน ศัตรูที่สำคัญหลายชนิด ได้แก่ โรค แมลง และสัตว์ศัตรูพืช ซึ่งเป็นการสร้างความเสียหายและเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายในการป้องกันกำจัดแก่เกษตรกรผู้ปลูกเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในกลุ่มสัตว์ฟันแทะ ได้แก่หนูและกระรอก

หนูและกระรอกเป็นศัตรูสำคัญที่สร้างความเสียหายแก่มะคาเดเมียเป็นอย่างมาก เนื่องจากมะคาเดเมียนั้นมีลักษณะเป็นไม้ยืนต้นทรงพุ่ม ดังนั้นจึงทำให้หนูและกระรอกมีที่หลบภัยอยู่ในต้นจึงสามารถเข้าทำลายมะคาเดเมียได้อย่างง่ายดาย สัตว์ฟันแทะเหล่านี้กัดทำลายผลมะคาเดเมียทั้งแก่และอ่อน ความเสียหายที่เกิดขึ้นโดยตรงเกิดจากการที่สัตว์ฟันแทะกัดทำลายผลมะคาเดเมียเพื่อเป็นอาหาร ส่วนความเสียหายที่เกิดขึ้นโดยทางอ้อมเกิดจากการที่สัตว์ฟันแทะกัดทำลายผลมะคาเดเมียเพื่อลับฟันแทะคู่หน้า (incisor) ให้อยู่ในลักษณะเหมาะสมเพื่อสามารถกัดแทะต่อไปได้สะดวก ซึ่งโดยมากมักเข้าทำลายผลเมื่อผลแก่ใกล้เก็บเกี่ยว ซึ่งผลมะคาเดเมียที่ถูกทำลายนั้นจัดว่าเป็นการสูญเสียผลผลิตอย่างแท้จริง เนื่องจากผลมะคาเดเมียที่หลุดจากการทำลายนั้น ไม่สามารถนำไปบริโภคหรือแปรรูปต่อได้ และทำให้ราคาผลผลิตที่ได้ลดลง ส่งผลให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก นอกจากสัตว์ฟันแทะทำลายผลิตผลมะคาเดเมียแล้ว หนูยังเป็นพาหะของโรคที่สำคัญที่ถ่ายทอดสู่มนุษย์ และสัตว์เลี้ยง เช่น กาฬโรค ซึ่งมีหมัดที่อาศัยอยู่บนตัวหนูเป็นพาหะ, Leptospirosis หรือโรคฉี่หนูที่มีสาเหตุจากแบคทีเรียกลุ่ม *Leptospira* รวมไปถึงโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินอาหารต่างๆ ที่มีหนูเป็นพาหะนำโรค เป็นต้น (กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร, 2544)

การป้องกันและกำจัดสัตว์ฟันแทะที่มีประสิทธิภาพและประหยัดมีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีอาจให้ผลแตกต่างกัน และไม่มีวิธีการป้องกันกำจัดวิธีใดวิธีหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงสุด จำเป็นต้องใช้วิธีการป้องกันและกำจัดแบบวิธีผสมผสาน ซึ่งเป็นการนำวิธีการป้องกันและกำจัดหลายวิธีมาใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสม ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดและมีปริมาณสัตว์ฟันแทะศัตรูพืชให้เหลือน้อยที่สุด เป็นระยะเวลานาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว มีค่าใช้จ่ายต่ำและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม วิธีการต่างๆในการป้องกันและกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูพืช สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ (เกษม และคณะ, 2535; กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร, 2544) ได้แก่

1. การป้องกันกำจัดโดยไม่ใช้สารเคมี ได้แก่ การเขตกรรม (cultural practices) เช่น การตัดแต่งทรงพุ่มและการทำความสะอาดพื้นที่รอบแปลงไม่ให้เป็นที่หลบอาศัยของกระรอกและหนูการลดจำนวนโดยวิธีกล (rodent reduction) เช่น การใช้กับดักหรือกรงดัก และการป้องกันกำจัดโดยชีวภาพ (biological control) เช่น การอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติ ได้แก่ หนูชนิดต่างๆ พังพอน เหยี่ยว นกเค้าแมว นกแสก และการใช้เหี่ยวโปรโตซัว *Sarcocystis singaporensis* ในการป้องกันกำจัดหนู

2. การป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมี ได้แก่ การใช้สารกำจัดหนูออกฤทธิ์เร็ว (acute poisoned rodenticides) เช่น ซิงค์ฟอสไฟด์ (zinc phosphide, Zn_3P_2) 0.8-1% และการใช้สารกำจัดหนูออกฤทธิ์ช้า (chronic poisoned rodenticides) เช่น โฟลคูมาเฟน (flocoumafen 0.005%), โบรมาดีโอโลน (bromadiolone 0.005%) และโบรไดฟาคุม (brodifacoum 0.005%) เป็นต้น

ดังนั้นการทดสอบการป้องกันและกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย ในการศึกษาครั้งนี้ จึงใช้การป้องกันและกำจัดแบบวิธีผสมผสาน โดยการใช้สารเคมีร่วมกับวิธีการอื่นๆ เพื่อสามารถป้องกันและกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและลดปัญหามลพิษที่เกิดจากการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะเกินความจำเป็น รวมถึงปัญหาพิษตกค้างของสารพิษในสิ่งแวดล้อม เพื่อความปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์เลี้ยงและสัตว์ศัตรูธรรมชาติของสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย ทำให้เกิดความยั่งยืนตามธรรมชาติต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. เหยื่อพิษกำจัดหนูโฟลคูมาเฟน (สะตอม)
2. กรงดักหนู ขนาด 13 x 22 x 13 ซม.
3. กรงเลี้ยงหนูสแตนเลส ขนาด 40 x 26 x 15 ซม.
4. กับดักตาย ลอบดักหนู ผ้าพลาสติก ลวดตาข่าย ลวดเหล็ก จอบ เสียม ค้อน ขวาน มีดพรวน กรรไกรตัดกิ่ง มีดถางหญ้า ไม้ไผ่ลวก เชือก
5. เหยื่อดักหนูและกระรอก ได้แก่ ข้าวโพดฝักสด

- วิธีการ

งานวิจัยนี้มี 2 การทดลอง ได้แก่

การทดลองที่ 1 สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ต. แม่นาจร อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ (ปี 2561-2562)

การทดลองที่ 2 ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ต. สะเดาะพง อ. เขาค้อ จ. เพชรบูรณ์ (ปี 2562)

วิธีปฏิบัติการทดลอง แต่ละการทดลอง มี 2 วิธี ได้แก่

- การใช้เทคโนโลยีการจัดการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะ โดยวิธีผสมผสาน

- วิธีของเกษตรกรป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะเอง

1. การเตรียมแปลงทดลอง

คัดเลือกแปลงปลูกมะคาเดเมียที่มีสัตว์ฟันแทะระบาด ได้แก่ หนูและกระรอก ด้วยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ที่ดูแลแปลงปลูกมะคาเดเมีย และเข้าไปสำรวจโดยการสุ่มประเมินเบื้องต้นด้วยสายตา จากการสังเกตจากร่องรอยแหล่งอาศัย และความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะเข้าทำลาย ให้ครอบคลุมทั่วทั้งแปลง ถ้าพบจะกำหนดเป็นแปลงทดลอง จำนวน 3 แปลง ได้แก่ แปลงที่ดำเนินการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะโดยวิธีผสมผสาน (integrate pest control; IPC) จำนวน 2 แปลง (IPC1, IPC2) และแปลงที่เจ้าหน้าที่ดำเนินการควบคุมสัตว์ฟันแทะเองเป็นแปลงเปรียบเทียบ (control plot) จำนวน 1 แปลง ดำเนินการทดลองในพื้นที่ปลูกมะคาเดเมีย 2 แหล่ง ได้แก่ ที่สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ มีพื้นที่ทดลองขนาด 7, 5 และ 3 ไร่ ตามลำดับ และที่ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ มีพื้นที่ทดลองขนาด 25, 4 และ 6 ไร่ ตามลำดับ

หลังจากนั้นทำการกำหนดพื้นที่สุ่ม สำหรับเก็บข้อมูลแบบเฉพาะเจาะจง บริเวณตรงกลางแปลงทดลอง ด้วยการตีหมายเลขที่ต้นมะคาเดเมีย จำนวน 20 ต้นต่อแปลง

2. สำรวจชนิด และความหนาแน่นประชากรสัตว์ฟันแทะ

ดำเนินการสำรวจชนิดและความหนาแน่นประชากรสัตว์ฟันแทะในแปลงมะคาเดเมีย ทั้ง 3 แปลง พร้อมกัน เพื่อประเมินประชากรสัตว์ฟันแทะในแปลงทดลอง ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้ 2 วิธี

2.1 การใช้กรงดักชนิดจับเป็น (live trap)

ใช้กรงดักชนิดจับเป็นในพื้นที่สุ่มที่ตีหมายเลขไว้บริเวณตรงกลางแปลง โดยวางกรงดักบนพื้นบริเวณโคนต้นหรือบริเวณทางวังของสัตว์ฟันแทะ จำนวน 20 กรง และบนต้นมะคาเดเมีย จำนวน 20 กรง รวมเป็น 40 กรงต่อแปลง เพื่อประเมินประชากรหนูและกระรอก โดยวาง 2 คั่นติดต่อกัน นำสัตว์ฟันแทะที่ดักได้มาบันทึกชนิดและจำนวนที่ดักได้ มาคำนวณหาดัชนีความหนาแน่นของประชากรสัตว์ฟันแทะ ตามสูตร

$$\% T = t \times 100 / Nt \times d$$

โดยที่

T = trap success

t = ผลรวมจำนวนหนูที่ดักได้ทั้งหมด

Nt = จำนวนกรงดักหนูที่ใช้แต่ละคืน d = จำนวนวันที่ดักหนู

2.2 การใช้เหยื่อล่อ (bait consumption)

ใช้เหยื่อข้าวโพดสดเสียบไม้ปักในพื้นที่สุ่มเก็บข้อมูลบริเวณตรงกลางแปลง จำนวน 20 ไม้ โดยปักไม้ที่บริเวณโคนต้น หรือบริเวณที่พบร่องรอยของสัตว์ฟันแทะ โดยปักไม้ 2 คั่นติดต่อกัน แล้วประเมินดัชนีประชากรหนูจากร้อยละของเหยื่อที่ถูกหนูกิน โดยที่จำนวนไม้เสียบข้าวโพดใดที่ถูกหนูกินมากที่สุดนำมาเป็นดัชนีเพื่อหาค่าร้อยละการลดลงของประชากรหนู (เสริมศักดิ์ และคณะ, 2537) นำมาคำนวณตามสูตร

$$\% P = B \times 100 / Bt \times d$$

โดยที่ P = ดัชนีประชากรหนู B = ผลรวมข้าวโพดที่ถูกกินทั้งหมด
Bt = จำนวนข้าวโพดที่ใช้แต่ละคืน d = จำนวนวันที่วาง

3. ประเมินความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะ

การนับความเสียหายของมะคาเดเมีย โดยนับความเสียหายของผลที่ถูกสัตว์ฟันแทะกัดทำลายบริเวณโคนต้น เหลือแต่เปลือกแข็งหล่นลงมาบริเวณโคนต้น แล้วเก็บผลมะคาเดเมียที่ถูกสัตว์ฟันแทะกัดทำลายออกไปจากบริเวณที่นับ (เสริมศักดิ์ และคณะ, 2532) โดยนับในพื้นที่สุ่มเก็บข้อมูลบริเวณตรงกลางแปลง จำนวน 20 ต้น แล้วนำมาคำนวณหาดัชนีความเสียหายของมะคาเดเมีย ตามสูตร

$$D (\%) = \left[\frac{\text{จำนวนผลผลิตที่ถูกหนูทำลาย}}{\text{จำนวนผลผลิตทั้งหมด}} \right] \times 100$$

โดยที่ D = ความเสียหายของผลผลิต

4. การทดสอบเทคโนโลยีการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียโดยวิธีผสมผสาน

4.1 การใช้กับดักล้อมรั้วร่วมกับกรงดักหนู (trap barriersystem; TBS)

การล้อมรั้วร่วมกับการใช้กรงดักหนู วิธีนี้พัฒนาขึ้นจากการลดประชากรหนูในนาข้าวในประเทศมาเลเซีย หลักการของวิธีนี้คือการกั้นหนูไม่ให้เข้าสู่ภายในแปลง โดยการใช้ตั้งรั้วพลาสติกซึ่งรอบแปลง สูงจากพื้นดินประมาณ 1 เมตร และเจาะรูพลาสติกให้มีช่องทางเข้าสู่แปลง ขณะเดียวกันก็ติดตั้งกรงดักลักษณะแบบลอบหรือไซดักปลา ตรงบริเวณที่เจาะรูทางเข้าไว้ ติดตั้งลอบ ทุกๆ 15-20 เมตร (กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร, 2544) วิธีนี้ไม่ต้องใช้เหยื่อล่อ มะคาเดเมียในแปลงจะเป็นตัวดึงดูดหนูและกระรอกที่วิ่งบนพื้น ให้เข้ามาติดกับดักลอบที่วางไว้ ลอบที่วางไว้ในแต่ละจุด สามารถดักหนูหรือกระรอกได้ครั้งละหลายตัว แต่ต้องหมั่นตรวจดูและนำหนูหรือกระรอกที่ติดลอบออกทุกวัน ซึ่งวิธีนี้ใช้ในการทดลองที่ 1 ในแปลงปลูกมะคาเดเมียของสถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่เท่านั้น

4.2 การใช้กรงดักชนิดจับเป็น (live trap)

ใช้กรงดักชนิดจับเป็นจำนวน 4 กรงต่อพื้นที่ 1 ไร่ วางให้ครอบคลุมทั่วทั้งแปลงทดลอง โดยวางกรงดักบนพื้นบริเวณโคนต้น และบนต้นมะคาเดเมีย หรือบริเวณที่พบร่องรอยทางวิ่งของสัตว์ฟันแทะ โดยแต่ละครั้งวางกรงดัก 2 คืนติดต่อกัน

4.3 การใช้กับดักตีตาย (snap trap)

ใช้กับดักตีตายจำนวน 4 กับดักต่อพื้นที่ 1 ไร่ วางให้ครอบคลุมทั่วทั้งแปลงทดลอง โดยวางกรงดักบนพื้นบริเวณโคนต้น และบนต้นมะคาเดเมีย หรือบริเวณที่พบร่องรอยทางวิ่งของสัตว์ฟันแทะ โดยแต่ละครั้งวางกับดัก 2 คืนติดต่อกัน

4.4 การใช้เหยื่อพิษฟลอคูมาเฟน (flocoumafen 0.005%)

ดำเนินการป้องกันและกำจัดโดยใช้เหยื่อพิษฟลอคูมาเฟน ในกรณีเป็นหนูวางเป็นจุด บนพื้นดิน หรือโคนต้นบริเวณที่พบร่องรอยหนูจุดละ 3 ก้อน ในกรณีกระรอกผูกเหยื่อพิษแขวนด้วยลวดไว้บนต้นมะคาเดเมีย

จุดละ 3 ก้อน แต่ละจุดวางห่างกันประมาณ 10 เมตร โดยวางให้ทั่วพื้นที่ปลูก หลังจากนั้นทำการประเมินความเสียหายของมะคาเดเมียจากสัตว์ฟันแทะทุกเดือน เดือนละครั้ง (3 วันติดต่อกัน/ครั้ง) เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการใช้เหยื่อพิษโฟลคูมาเฟนกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงต่อไป

5. เกณฑ์การตัดสินใจเลือกวิธีการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียโดยวิธีผสมผสาน

5.1 จำนวนสัตว์ฟันแทะที่ดักได้มีมากกว่า 30% และมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากสัตว์ฟันแทะเกิดขึ้นมากกว่า 5% ให้ดำเนินการป้องกันและกำจัดโดยใช้เหยื่อพิษโฟลคูมาเฟน ตามวิธีการข้อ 4.4

5.2 จำนวนสัตว์ฟันแทะที่ดักได้มีน้อยกว่า 30% และมีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายจากสัตว์ฟันแทะเกิดขึ้นน้อยกว่า 5% ให้ดำเนินการควบคุมประชากรสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย ให้อยู่ในระดับต่ำอยู่เสมอ โดยไม่ใช้สารเคมี ด้วยวิธีกล ได้แก่ การล้อมรั้วร่วมกับกรงดักหนู การใช้กรงดักหนูชนิดจับเป็น และกับดักตาย และการขุดกรรม โดยการตัดหญ้าไม่ให้ขึ้นรกและตัดแต่งทรงพุ่มให้โปร่ง หลังจากนั้นทำการประเมินความเสียหายของมะคาเดเมียจากสัตว์ฟันแทะทุกเดือน เดือนละครั้ง (3 วันติดต่อกัน/ครั้ง) ดำเนินการป้องกันและกำจัดอย่างต่อเนื่องจนเสร็จสิ้นการทดลอง

6. การดำเนินการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงเปรียบเทียบ

การป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงเปรียบเทียบ เก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลแปลงมะคาเดเมีย เกี่ยวกับความเสียหาย การจัดการแปลง การป้องกันกำจัด และต้นทุนที่ใช้ และดำเนินการสำรวจประเมินระดับความเสียหายของมะคาเดเมียจากสัตว์ฟันแทะ และประชากรของสัตว์ฟันแทะบริเวณกลางแปลง เพื่อเป็นตัวแทนของมะคาเดเมียในแปลงเปรียบเทียบในพื้นที่สุ่มเก็บข้อมูลบริเวณตรงกลางแปลง จำนวน 20 ต้น ทุกเดือนเช่นเดียวกับแปลงทดลอง

7. การวิเคราะห์ผล

7.1 คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของประชากรสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย จากจำนวนสัตว์ฟันแทะที่ดักได้และจากเปอร์เซ็นต์การกินเหยื่อล่อ ดังนี้

7.1.1 การลดลงของประชากรสัตว์ฟันแทะ จากจำนวนสัตว์ฟันแทะที่ดักได้

$$P (\%) = [(A-B)/A] \times 100$$

โดยที่ P = การลดลงของประชากรหนูหรือกระรอก

A = จำนวนหนูหรือกระรอกที่ดักได้ก่อนทำการป้องกันและกำจัด

B = จำนวนหนูหรือกระรอกที่ดักได้หลังทำการป้องกันและกำจัด

7.1.2 การลดลงของประชากรสัตว์ฟันแทะ จากเปอร์เซ็นต์การกินเหยื่อล่อ

$$P^* (\%) = [(B_1-B_2)/B_1] \times 100$$

โดยที่ P* = การลดลงของประชากรหนู

B₁ = จำนวนเหยื่อที่ถูกหนูกินก่อนทำการป้องกันและกำจัด

B_2 = จำนวนเหยื่อที่ถูกหนูกินหลังทำการป้องกันและกำจัด

8. การบันทึกข้อมูล

8.1 จำนวนครั้งของสัตว์ฟันแทะที่เกินระดับตัดสินใจ

8.2 ชนิดและจำนวนสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย ในการป้องกันกำจัด

8.3 เปอร์เซ็นต์ความเสียหายของผลผลิตมะคาเดเมีย ที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะ

8.4 ผลผลิตที่ได้จากแปลงทั้งสองแปลง

8.5 ราคาต้นทุนในการป้องกันกำจัด ได้แก่ กรงดัก สารเคมี และเหยื่อล่อ คำนวณต้นทุนที่ใช้ในการป้องกันสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย เปรียบเทียบระหว่างวิธี IPC ในแปลงทดลอง และวิธีของเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลแปลงปลูกมะคาเดเมียในแปลงควบคุม

8.6 ระยะเวลาการของมะคาเดเมียทั้ง 2 แปลงกับชนิด จำนวนของสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย และเปอร์เซ็นต์ความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดขึ้น โดยนำข้อมูลที่ได้มาพล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์

- เวลาและสถานที่

การทดลองที่ 1 สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ต. แม่นาจร อ. แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม 2560 - กันยายน 2562

การทดลองที่ 2 ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ ต. สะเคาะพง อ. เขาค้อ จ. เพชรบูรณ์ ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนตุลาคม 2561 - กันยายน 2562

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดลองในเดือนตุลาคม 2560 - กันยายน 2561 ได้ดำเนินการทดลองป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงมะคาเดเมียสำหรับการทดลอง จำนวน 2 แปลง ได้แก่ สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง (ปี 2561-2562) และศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (ปี 2562)

การทดลองที่ 1. สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง (ปี 2561-2562)

สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง มีพื้นที่ 1,250 ไร่ ตั้งอยู่บนภูเขาความสูงอยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 1,300 เมตร มีอากาศหนาวเย็นทั้งปี ทำให้มะคาเดเมียออกดอกเกือบตลอดทั้งปี โดยส่วนใหญ่จะติดดอกและออกช่อดอกช่วงเดือนพฤศจิกายน ถึงมกราคม พัฒนาเป็นผลในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึงเมษายน และออกผลจนถึงเก็บผลได้ ในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงกรกฎาคม บริเวณพื้นที่โดยรอบแปลงติดกับป่าเขาล้อมรอบทุกด้าน ทำให้สัตว์ฟันแทะจากในป่าออกมาทำลายมะคาเดเมียในแปลงทดลองเป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้ในแต่ละปีทางสถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง เก็บผลผลิตได้น้อยจนถึงไม่สามารถเก็บผลผลิตของมะคาเดเมียได้ งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการ

ทดลองป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงมะคาเดเมีย (IPC1 และ IPC2) โดยการใช้เหยื่อพิษกำจัดหนูโพลีคูมาเฟน ร่วมกับการใช้วิธีกล ได้แก่ กับดักตาย (snap trap) การใช้กับดัก TBS และการเขตกรรม ได้แก่ การตัดหญ้า และการตัดแต่งกิ่งทรงพุ่ม เปรียบเทียบกับแปลงเปรียบเทียบ ซึ่งทางเจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ ดำเนินการควบคุมสัตว์ฟันแทะเอง โดยใช้ การเขตกรรม ได้แก่ การตัดหญ้าและตัดแต่งกิ่งทรงพุ่ม เป็นระยะเวลา 2 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 - กันยายน 2561 ได้ผลการทดลองดังนี้

1.1 ทราบชนิดของสัตว์ฟันแทะที่สร้างความเสียหายให้แก่มะคาเดเมีย สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม กระรอก (Sciuridae) ได้แก่ กระรอกดินข้างลาย (*Menetes berdmorei*), กระรอกหลากสี (Variable squirrel, *Collosciurus finlaysoni*) และ กระเล็น (Himalayan striped squirrel, *Tamiops macclelland*) กลุ่ม หนู (Muridae) ได้แก่ หนูพานเหลือง (*Maxomys surifer*), หนูป่าอินโดจีน (Indochinese forest rat, *Rattus andamanensis*) หนูขนเสี้ยน (spiny rats, *Niviventer* sp.) หนูท้องขาวบ้าน (*Rattus rattus*) และ หนูหริ่งป่าเล็กขนเสี้ยน (*Mus pahari*) กลุ่มอื่น (Rhizomyidae) ได้แก่ หนูใหญ่ (*Rhizomys sumatrensis*)

1.2 ความหนาแน่นของประชากรสัตว์ฟันแทะ (population density)

ความหนาแน่นประชากรสัตว์ฟันแทะ ใช้ดัชนีประชากรหนู (population index) 2 ดัชนี ได้แก่ การใช้กรงดัก และการใช้เหยื่อล่อ ในแปลงทดลองมะคาเดเมียทั้ง 3 แปลง (IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ) ผลจากการประเมิน ความหนาแน่นของประชากรสัตว์ฟันแทะ ด้วยการใช้กรงดักพบว่าประชากรสัตว์ฟันแทะหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ย ลดลงเท่ากับ 37.5 และ 14.29% ตามลำดับ ส่วนในแปลงเปรียบเทียบพบว่า ประชากรสัตว์ฟันแทะหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 42.86% (figure 1) ขณะเดียวกันดัชนีที่ 2 จากปริมาณการกินเหยื่อล่อของสัตว์ฟันแทะ พบว่า ประชากรสัตว์ฟันแทะหลังการทดลอง ในแปลงทดลองมะคาเดเมีย IPC1 มีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 73.33% ในขณะที่ แปลงทดลองมะคาเดเมีย IPC2 มีค่าเฉลี่ยประชากรสัตว์ฟันแทะคงที่ ส่วนในแปลงเปรียบเทียบพบว่า ประชากร สัตว์ฟันแทะหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 85% (figure 2)

1.2.1 ประชากรสัตว์ฟันแทะที่ติดกับดักล้อมรั้วร่วมกับกรงดักหนู

ผลการทดลองครั้งนี้ พบว่าตลอดระยะเวลาที่ดำเนินการทดลอง มีสัตว์ติดกับดักลอบในแปลง IPC1 จำนวนทั้งหมด 120 ตัว เป็น หนู 101 ตัว หนูผี 7 ตัว กระรอก 11 ตัว และ อ้น 1 ตัว (figure 4) ในขณะที่แปลง IPC2 พบเป็นหนูเพียงอย่างเดียวจำนวน 19 ตัว (figure 5) แสดงให้เห็นว่าหนูเป็นกลุ่มประชากรที่พบมากที่สุดและอาศัยอยู่ในบริเวณแปลงทดลองทั้ง 2 แปลง ตลอดทั้งปี ซึ่งวิธีการนี้สามารถลดจำนวนสัตว์ฟันแทะที่จะเข้ามากัดทำลาย มะคาเดเมียทั้ง 2 แปลง รวมกัน ได้มากถึง 132 ตัว ตลอดการทดลอง อีกทั้งเป็นวิธีที่สามารถติดตั้งถาวรในแปลงปลูก มะคาเดเมียได้ เหมาะแก่การนำไปใช้ในพื้นที่ปลูกมะคาเดเมียที่มีสัตว์ฟันแทะอาศัยอยู่ตลอดทั้งปี และไม่ได้มีขนาดใหญ่ มากนัก เพียงแต่ต้องหมั่นตรวจและซ่อมแซม TBS ให้สามารถใช้งานได้อยู่เสมอ ควบคู่ไปกับการตัดหญ้า ตัดกิ่งไม้ บริเวณขอบ TBS ไม่ให้เป็นทางผ่านเข้าออกจากแปลงของสัตว์ฟันแทะ เพื่อให้การป้องกันสัตว์ฟันแทะของ TBS สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.2 การใช้กับดักตีตาย

การทดลองครั้งนี้ใช้กับดักตีตาย ในแปลง IPC1 และ IPC2 จำนวน 28 และ 20 กับดักต่อแปลง ตามลำดับ โดยใช้ผลมะคาเดเมียเป็นเหยื่อล่อโดยผู้กับดักตีตายไว้บนต้นมะคาเดเมีย และบริเวณที่พบร่องรอยสัตว์ฟันแทะ กระจายให้ทั่วทั้ง 2 แปลง ผลที่ได้พบว่า การติดกับดักตีตาย สามารถกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงได้ดีโดยเฉพาะ ในแปลง IPC1 สามารถพบซากสัตว์ฟันแทะที่ตายบนกับดักตีตาย กระจายทั่วไปตามจุดต่างๆ ของแปลงทดลอง จำนวน 28 ตัว ตลอดการทดลอง โดยพบว่ากระรอกเป็น สัตว์ฟันแทะที่ติดกับดักเป็นจำนวนมากที่สุด จำนวน 15 ตัว (กระรอกหลากสี 10 ตัว, กระรอกดิน 3 ตัว, กระรอกบิน 2 ตัว) และพบหนูท้องขาวติดกับดัก 13 ตัว ในขณะที่แปลง IPC 2 นั้น สัตว์ฟันแทะที่ติดกับดักเป็นหนูท้องขาวทั้งหมด จำนวน 7 ตัว ตลอดการทดลอง

1.2.3 กรงดักชนิดจับเป็น

การทดลองครั้งนี้ใช้กรงดักชนิดจับเป็น เพื่อลดประชากรหนูในแปลง IPC1 และ IPC2 จำนวน 28 และ 20 กรงต่อแปลง ตามลำดับ โดยใช้ข้าวโพดหวานเป็นเหยื่อล่อ โดยผู้กรงดักไว้บนต้นมะคาเดเมีย และบริเวณที่พบร่องรอยสัตว์ฟันแทะ กระจายให้ทั่วทั้ง 2 แปลง พบสัตว์ฟันแทะติดกรงดักจำนวน 45 (หนูท้องขาว 28 ตัว, หนูหริ่ง 12 ตัว และหนูพานเหลือง 5 ตัว) และ 11 ตัว (เป็นหนูท้องขาว 9 ตัว และหนูหริ่ง 2 ตัว) ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่สังเกตว่า สัตว์ฟันแทะที่ติดกรงดักทั้งหมดนั้นเป็นหนูทั้งหมด ไม่พบกระรอกติดกรงดัก ต่างจากการใช้กับดักตีตายในข้อ 2.2 ซึ่งพบกระรอกเป็นกลุ่มสัตว์ฟันแทะที่ติด กับดักตีตายมากที่สุด

1.2.4 การใช้เหยื่อพิษโฟลคูมาเฟน

การดำเนินการทดลองครั้งนี้ ใช้เหยื่อพิษกำจัดหนูโฟลคูมาเฟน เพื่อกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 จำนวน 2 ครั้ง (800 กรัม/ไร่) ได้แก่ ก่อนการทดลอง และระหว่างการทดลองในช่วงเดือนตุลาคม 2560 และกุมภาพันธ์ 2561 ตามลำดับ โดยการผูกเหยื่อพิษแขวนด้วยลวดไว้บนต้นมะคาเดเมีย และการวางบนพื้น ตามลำดับ ผลจากการใช้เหยื่อพิษกำจัดหนูพบว่า ความหนาแน่นของสัตว์ฟันแทะในแปลงมะคาเดเมีย และความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะนั้นลดลง (figure 3) ซึ่งการใช้เหยื่อพิษนั้น สามารถลดจำนวนสัตว์ฟันแทะในแปลงลงได้อย่างรวดเร็ว แต่จะมีผลกระทบต่อสัตว์ชนิดอื่นด้วย ดังนั้นจึงใช้เมื่อความหนาแน่นของสัตว์ฟันแทะในแปลงทดลอง มีจำนวนมากและพบร่องรอยผลมะคาเดเมียถูกกัดใหม่เพิ่มขึ้นจำนวนมาก จึงใช้เพียง 2 ครั้ง ตลอดการทดลองเท่านั้น หลังจากนั้นใช้วิธีกลร่วมกับการทำเขตกรรม ในการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงทดลอง

1.3 ความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะ

ความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะ ในแปลงทดลองมะคาเดเมียทั้ง 3 แปลง (IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ) ก่อนดำเนินการทดลอง ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2561 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64.9%, 80% และ 86.2% ตามลำดับ และหลังดำเนินการทดลอง ในช่วงเดือนมิถุนายน 2562 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.84%, 15.94% และ 71.11% ตามลำดับ ซึ่งความเสียหายของมะคาเดเมียลดลงทั้ง 3 แปลงทดลอง โดยมีค่าลดลงเท่ากับ 62.06%, 64.06% และ 15.09% ตามลำดับ (figure 3) จากผลการทดลองจะพบว่าในระยะเวลาระหว่างดำเนินการทดลอง

ในแปลง IPC1 นั้น ความเสียหายของมะคาเดเมียจากสัตว์ฟันแทะนั้น อยู่ในระดับต่ำกว่า 10% โดยตลอด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการดำเนินการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะนั้นเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ สามารถรักษาระดับความเสียหายของมะคาเดเมียให้อยู่ในระดับต่ำได้ตลอดการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงเปรียบเทียบซึ่งพบว่ามีระดับความเสียหายของมะคาเดเมียจากสัตว์ฟันแทะ อยู่ระหว่าง 50-80% ตลอดระยะเวลาของการทดลอง ในขณะที่แปลง IPC2 ความเสียหายของมะคาเดเมียจากสัตว์ฟันแทะนั้น มีเปอร์เซ็นต์ความเสียหายที่สูงกว่าแปลง IPC1 โดยเฉพาะในเดือน พฤษภาคม ถึงมิถุนายน 2561 และ พฤษภาคม 2562 เนื่องจากในแปลง IPC2 นั้น ให้ผลผลิตมะคาเดเมียน้อย ดังนั้นเมื่อนำมาคำนวณความเสียหายที่เกิดขึ้น จึงมีค่าเฉลี่ยที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนผลผลิตที่ได้ต่อแปลง

1.4 ต้นทุนการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย

การทดสอบเทคโนโลยีการจัดการสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียโดยวิธีผสมผสานในการทดลองที่ 1 ณ สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง แปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 เนื่องจากสภาพแปลงนั้นตั้งอยู่บนเขาที่ติดกับป่า จึงทำให้สัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียนั้นมีการเคลื่อนย้ายจากป่าเข้ามาอาศัยอยู่ในแปลงมะคาเดเมีย ดังนั้นแปลงทดลองต้องดำเนินการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะทั้งปี การวิเคราะห์ต้นทุนการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย ในการดำเนินการทดลองนี้ ได้แก่ การใช้เหยื่อพิษกำจัดหนูโพลคูมาเฟน ร่วมกับการเขตกรรม (การตัดหญ้าและตัดกิ่ง) และวิธีกล (กับดักตาย ครงดัก และกับดักTBS) ต่อพื้นที่ 1 ไร่ ปีงบประมาณ 2561 มีต้นทุนการดำเนินการในแปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 เท่ากับ 1,410 และ 1,409 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ปีงบประมาณ 2562 มีต้นทุนการดำเนินการในแปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 ที่ลดลงเท่ากับ 259 และ 258 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่วิธีดำเนินการของเจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ โดยการเขตกรรม (การตัดหญ้าและตัดกิ่ง) ในแปลงเปรียบเทียบนั้นไม่มีค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่ภายในสถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง (table 1)

1.5 ผลผลิตมะคาเดเมียและรายได้

แปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 ในปีงบประมาณ 2561 และ 2562 สามารถให้ผลผลิตมะคาเดเมียได้ 300 และ 370 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งราคาผลผลิตมะคาเดเมียกระเพาะเปลือก ราคา กิโลกรัมละ 1,200 บาท ดังนั้นรายได้จากการขายผลผลิตมะคาเดเมียที่สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง จะได้รับในปีงบประมาณ 2561 และ 2562 อยู่ที่ 360,000 และ 444,000 บาท ตามลำดับ หรือโดยเฉลี่ยไร่ละ 30,000 บาท (table 1) จากเดิมที่ไม่สามารถเก็บผลผลิตมะคาเดเมียไปส่งขายได้ ขณะที่แปลงเปรียบเทียบผลผลิตมะคาเดเมียที่ได้มีจำนวนน้อยมากจนถึงเก็บผลผลิตไม่ได้เนื่องจากถูกสัตว์ฟันแทะกัดทำลายเสียหายทั่วทั้งแปลง

1.6 สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนจากการขายผลผลิตมะคาเดเมียที่ได้ เปรียบเทียบกับงบประมาณที่ใช้ดำเนินการ ป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียในแปลงปลูกต่อไร่ ในปีงบประมาณ 2561 สามารถเก็บผลผลิตมะคาเดเมีย ได้ 25 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเงิน 30,000 บาทต่อไร่ ดังนั้นในแปลงทดลอง IPC1 มีผลตอบแทนต่อการลงทุน อยู่ที่ 28,590 บาทต่อไร่ และ ในแปลงทดลอง IPC2 มีผลตอบแทนต่อการลงทุน อยู่ที่ 28,591 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ปีงบประมาณ 2562 สามารถเก็บผลผลิตมะคาเดเมียได้ 30.83 กิโลกรัม/ไร่ คิดเป็นเงิน 37,000 บาท/ไร่ ดังนั้นในแปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 มีผลตอบแทนต่อการลงทุน อยู่ที่ 36,741 และ 36,742 บาทต่อไร่ ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน เท่ากับ 142.86 และ 143.41 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (table 1)

การทดลองที่ 2. ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (ปี 2562)

ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ มีสภาพพื้นที่เป็นภูเขาลอนสลั้บ มีความสูงอยู่เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง 800 เมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 821 ไร่ มีสภาพอากาศหนาวเย็น ช่วงระยะเวลาเจริญเติบโตของมะคาเดเมียนั้นใกล้เคียงกับที่สถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง และเริ่มออกผลผลิตในเดือนพฤษภาคม ถึงสิงหาคม 2562 ขณะเดียวกัน บริเวณพื้นที่แปลงทดลองติดกับชายป่าทำให้สัตว์ฟันแทะจากในป่าออกมากัดทำลายมะคาเดเมียในแปลงทดลอง เช่นเดียวกับที่แม่จอนหลวง ด้วยเช่นกัน ส่งผลให้ในแต่ละปีทางศูนย์วิจัยฯ มีผลผลิตมะคาเดเมียที่ถูกกัดทำลายจาก สัตว์ฟันแทะเป็นจำนวนมาก งานวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงมะคาเดเมีย (IPC1 และ IPC2) โดยการใช้เหยื่อพิษกำจัดหนูโพลีคูมาเฟน ร่วมกับการใช้วิธีกล ได้แก่ กักตักตีตาย และการเขตกรรม ได้แก่ การตัดหญ้า และการตัดแต่งกิ่งทรงพุ่ม เปรียบเทียบกับแปลงเปรียบเทียบ ซึ่งทางเจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ ดำเนินการควบคุม สัตว์ฟันแทะเอง โดยการใช้การเขตกรรม ได้แก่ การตัดหญ้าและตัดแต่งกิ่งทรงพุ่ม เป็นระยะเวลา 1 ปี ในปีงบประมาณ 2562 ได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 ทราบชนิดของสัตว์ฟันแทะที่สร้างความเสียหายให้แก่มะคาเดเมีย สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มกระรอก (Sciuridae) ได้แก่ กระรอกดินข้างลาย (*M. berdmorei*) และกระรอกหลากสี (Variable squirrel, *C. finlaysoni*) กลุ่มหนู (Muridae) ได้แก่ หนูพานเหลือง (*M. surifer*), หนูป่าอินโดจีน (Indochinese forest rat, *R. andamanensis*) หนูขนเสี้ยน (spiny rats, *Niviventer* sp.) หนูท้องขาวบ้าน (*R. rattus*) และหนูหริ่งป่าเล็ก ขนเสี้ยน (*M. pahari*)

2.2 ความหนาแน่นของประชากรสัตว์ฟันแทะ (population density)

ความหนาแน่นประชากรสัตว์ฟันแทะ ใช้ดัชนีประชากรหนู (population index) 2 ดัชนี ได้แก่ การใช้กรงดัก และการใช้เหยื่อล่อ ในแปลงทดลองมะคาเดเมียทั้ง 3 แปลง (IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ) ผลจากการประเมิน ความหนาแน่นของประชากรสัตว์ฟันแทะ ด้วยการใช้กรงดักพบว่าประชากรสัตว์ฟันแทะหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ย ลดลงเท่ากับ 90% และ 65% ตามลำดับ ส่วนในแปลงเปรียบเทียบพบว่า ประชากรสัตว์ฟันแทะหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ยลดลง 12% (figure 6) ขณะเดียวกันดัชนีที่ 2 จากปริมาณการกินเหยื่อล่อของสัตว์ฟันแทะ พบว่าประชากร

สัตว์ฟันแทะหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 87% และ 68% ตามลำดับ ส่วนในแปลงเปรียบเทียบพบว่า ประชากรสัตว์ฟันแทะหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ยลดลง 29% (figure 7) เนื่องจากในแปลงเปรียบเทียบทางศูนย์ได้ ดำเนินการรักษาความสะอาดแปลง โดยการตัดหญ้าและตัดแต่งกิ่งทรงพุ่ม ทำให้แปลงเปรียบเทียบ สะอาด ไม่รบกวน ส่งผลให้ประชากรสัตว์ฟันแทะไม่มีที่หลบอาศัยภายในแปลง ดังนั้นความหนาแน่นของประชากรสัตว์ฟันแทะจึงลดลง

2.2.1 การใช้กับดักตีตาย

การทดลองครั้งนี้ใช้กับดักตีตาย ในแปลง IPC1 และ IPC2 จำนวน 100 และ 16 กับดัก ตามลำดับ โดยใช้ผลมะคาเดเมียเป็นเหยื่อล่อและผูกกับดักตีตายไว้บนต้นมะคาเดเมีย ในบริเวณที่พบร่องรอยสัตว์ฟันแทะ กระจายให้ทั่วทั้งแปลง ทั้งในแปลง IPC1 และ IPC2 ผลที่ได้พบว่า การติดกับดักตีตาย สามารถกำจัดสัตว์ฟันแทะ ในแปลงได้ทั้งหมด 24 ตัว ตลอดการทดลอง โดยในแปลง IPC1 พบสัตว์ฟันแทะที่ติดกับดัก จำนวน 19 ตัว (เป็นหนูท้องขาว 14 ตัว และกระรอกดิน 5 ตัว) ในขณะที่แปลง IPC 2 นั้น พบสัตว์ฟันแทะที่ติดกับดัก จำนวน 5 ตัว เป็นหนูท้องขาวทั้งหมด

2.2.2 การใช้กรงดักชนิดจับเป็น

การทดลองครั้งนี้ใช้กรงดักชนิดจับเป็น เพื่อลดประชากรหนูในแปลง IPC1 และ IPC2 จำนวน 100 และ 16 กรงต่อแปลง ตามลำดับ โดยใช้ข้าวโพดหวานเป็นเหยื่อล่อ โดยผูกกรงดักไว้บนต้นมะคาเดเมีย และบริเวณที่ พบร่องรอยสัตว์ฟันแทะ กระจายให้ทั่วทั้ง 2 แปลง พบสัตว์ฟันแทะติดกรงดักจำนวน 46 (หนูท้องขาว 22 ตัว, หนูหริ่ง 2 ตัว และหนูพุก 2 ตัว) และ 20 ตัว (เป็นหนูท้องขาว 11 ตัว และหนูหริ่ง 9 ตัว) ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่สังเกตว่า สัตว์ฟันแทะที่ติดกรงดักทั้งหมดนั้นเป็นหนูทั้งหมด ไม่พบกระรอกติดกรงดักเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ในแปลงปลูก มะคาเดเมียของสถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง

2.2.3 การใช้สารเคมีกำจัดหนู

การดำเนินการทดลองครั้งนี้ ใช้เหยื่อพิษกำจัดหนูฟอสฟอโรฟอสเฟต เพื่อกำจัดสัตว์ฟันแทะใน แปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 จำนวน 2 ครั้ง (300 กรัม/ไร่) ได้แก่ ก่อนและระหว่างดำเนินการทดลองในช่วงเดือน เมษายน 2561 และพฤษภาคม 2562 ตามลำดับ โดยการผูกเหยื่อพิษแขวนด้วยลวดไว้บนต้นมะคาเดเมีย และการวาง บนพื้น เพื่อกำจัดกระรอกต้นไม้และหนู ตามลำดับ ผลจากการใช้เหยื่อพิษกำจัดหนูพบว่า ความหนาแน่นของสัตว์ฟัน แทะในแปลงมะคาเดเมีย และความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะนั้นลดลง (figure 8) เช่นเดียวกับใน การทดลองที่ 1

2.3 ความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะ

ความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากสัตว์ฟันแทะ ในแปลงทดลองมะคาเดเมียทั้ง 3 แปลง (IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ) ก่อนดำเนินการทดลอง ในช่วงเดือนเมษายน 2561 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 90.98%, 10.53% และ 68.89% ตามลำดับ และหลังดำเนินการทดลอง ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2562 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.6%, 4.02 และ 23.58% ตามลำดับ ซึ่งความเสียหายของมะคาเดเมียลดลงทั้ง 3 แปลงทดลอง โดยมีค่าลดลงเท่ากับ 81.38%, 6.51%

และ 45.31% ตามลำดับ (figure 8) จากผลการทดลองจะพบว่าในระยะเวลาห่างดำเนินการทดลอง ทั้งในแปลง IPC1 และ IPC2 ในช่วงเดือนมิถุนายน ถึงกรกฎาคม 2562 ซึ่งเป็นช่วงที่มะคาเดเมียให้ผลผลิตมากที่สุดนั้น ความเสียหายที่เกิดจาก สัตว์ฟันแทะนั้นอยู่ในระดับต่ำกว่า 10% ทั้งสองแปลง จากผลการทดลองที่ได้แสดงให้เห็นว่าวิธีการที่ใช้ในการดำเนินการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะนั้นเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ สามารถรักษาระดับความเสียหายของมะคาเดเมียให้อยู่ในระดับต่ำได้ตลอดการทดลอง ซึ่งในแปลงเปรียบเทียบนั้นทางเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลแปลงได้มีการตัดหญ้า ตัดแต่งกิ่งทรงพุ่ม ทำให้สัตว์ฟันแทะไม่มีที่หลบอาศัยในแปลง จึงทำให้ความเสียหายของผลผลิตจากสัตว์ฟันแทะลดลงด้วยเช่นกัน

2.4 ต้นทุนการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย

การทดสอบเทคโนโลยีการจัดการสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียโดยวิธีผสมผสาน ในการทดลองที่ 2 พบว่า สัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียอาศัยอยู่ในแปลงมะคาเดเมียและในป่าบริเวณโดยรอบแปลง จึงทำให้แปลงทดลองต้องดำเนินการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะทั้งปีเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 ในสถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง จากการวิเคราะห์ต้นทุนการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมีย ในการทดลองนี้ ได้แก่ การใช้เหยื่อพิษกำจัดหนู โพลคูมาเฟน ร่วมกับการเขตกรรม (การตัดหญ้าและตัดกิ่ง) และวิธีกล (กับดักตายและกรงดัก) ต่อพื้นที่ 1 ไร่ มีต้นทุนการดำเนินการในแปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 เท่ากับ 513 และ 523 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่วิธีดำเนินการของเจ้าหน้าที่ศูนย์ฯ โดยการเขตกรรม (การตัดหญ้าและตัดกิ่ง) ในแปลงเปรียบเทียบนั้นไม่มีค่าใช้จ่าย เนื่องจากใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วภายในศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ (table 2)

2.5 ผลผลิตมะคาเดเมียและรายได้

แปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 ในปีงบประมาณ 2562 สามารถให้ผลผลิตมะคาเดเมียได้ 3,160 กิโลกรัม จากแปลงทดลองภายในศูนย์ทั้ง 3 แปลง (IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ) ในขณะที่ปีงบประมาณ 2561 ก่อนดำเนินการทดลองในครั้งนี้ ให้ผลผลิตมะคาเดเมีย 2,560 กิโลกรัม โดยที่ราคาผลผลิตมะคาเดเมีย ราคา กิโลกรัมละ 800 – 1,000 บาท ดังนั้นรายได้จากการขายผลผลิตมะคาเดเมียที่ทางศูนย์ฯ จะได้รับในปีงบประมาณ 2562 อยู่ที่ 2,528,000 – 3,160,000 บาท ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปีงบประมาณ 2561 ซึ่งมีรายได้จากการขายผลผลิตอยู่ที่ 2,048,000 – 2,560,000 บาท

2.6 สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนจากการขายผลผลิตมะคาเดเมียที่ได้ เปรียบเทียบกับงบประมาณที่ใช้ดำเนินการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะศัตรูมะคาเดเมียในแปลงปลูกต่อไร่ ในปีงบประมาณ 2562 แปลง IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ สามารถเก็บผลผลิตมะคาเดเมียได้ 81.62, 86.62 และ 53.11 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ คิดเป็นเงิน 65,296; 69,296 และ 42,488 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ดังนั้นในแปลง IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ มีผลตอบแทน

ต่อการลงทุน อยู่ที่ 64,783; 68,773 และ 42,488 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ในแปลง IPC1 และ IPC2 สามารถคิดเป็น สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน เท่ากับ 127.28 และ 132.5 บาทต่อไร่ ตามลำดับ (table 2) แม้ว่าในแปลง เปรียบเทียบซึ่งเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลแปลงดำเนินการป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีเขตกรรมเพียงอย่างเดียว จึงไม่มี ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสามารถให้รายได้จากการขายผลผลิตมะคาเดเมียได้ถึง 42,488 บาทต่อไร่ แต่เมื่อพิจารณา ถึงรายได้จากการขายผลผลิตที่ได้จากแปลง IPC1 และ IPC2 ซึ่งให้รายได้มากกว่าราว 22,808 ถึง 26,808 บาทต่อไร่ อีกทั้งในปีต่อไปค่าใช้จ่ายในการดำเนินการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจะลดลง เนื่องจากไม่ต้องซื้ออุปกรณ์ที่ใช้เพิ่มเติม จึงทำให้ผลตอบแทนต่อการลงทุนจากแปลง IPC1 และ IPC2 จะมีค่าสูงขึ้นกว่าในปีแรก อีกทั้งเป็นการลดจำนวนศัตรู พืชในแปลงให้ลดจำนวนลงอยู่เสมอ จึงส่งผลให้ผลผลิตมะคาเดเมียที่จะได้ในปีต่อไปนั้นย่อมมีเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองในครั้งนี้จะเห็นว่า ในแปลงทดลองที่ดำเนินการป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธี ผสมผสานในการทดลองครั้งนี้ ประชากรศัตรูพืชและความเสียหายของมะคาเดเมียที่เกิดจากศัตรูพืชจะค่อยๆลดลงและอยู่ในระดับคงตัว ถ้าเราดำเนินการป้องกันกำจัดอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่แปลงเปรียบเทียบนั้น ทางเจ้าหน้าที่ได้ดำเนินการป้องกันศัตรูพืชโดยการตัดหญ้าและตัดกิ่งไม้ ไม่ให้รก เพื่อไม่ให้ศัตรูพืชมีที่หลบ อาศัยเท่านั้น แต่ไม่ได้ดำเนินการกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก ดังนั้นประชากรศัตรูพืชและความเสียหายของ มะคาเดเมียที่เกิดขึ้นจากศัตรูพืช จึงอยู่ในระดับที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงทดลอง อีกทั้งมะคาเดเมียเป็น ไม้ผลที่มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสูง ดังนั้นจึง คุ่มค่าต่อการดำเนินการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่ปลูก และควร นำเทคโนโลยีที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปขยายผลต่อยอด นำไปใช้ในพื้นที่ปลูกมะคาเดเมีย เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการ เข้าทำลายมะคาเดเมียของศัตรูพืช เพื่อเพิ่มมูลค่าผลผลิต และสามารถสร้างรายได้พัฒนาเศรษฐกิจให้กับ ประเทศได้

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ :

จากผลการทดลอง สรุปได้ว่าการดำเนินการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการทดลองที่ 1 ณ สถานีทดลอง เกษตรที่สูงแม่จอนหลวง ทั้ง 3 แปลงทดลอง (IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ) พบว่าความหนาแน่นประชากรของ ศัตรูพืช จากการใช้กรงดักพบว่า มีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 37.5% และ 14% ตามลำดับ ขณะที่แปลงเปรียบเทียบมี ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 42.8% ขณะเดียวกันจากปริมาณการกินเหยื่อล่อ พบว่าประชากรศัตรูพืชหลังการทดลอง มีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 14% และ 11% ตามลำดับ ส่วนในแปลงเปรียบเทียบ มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 114.3% ส่วน ความเสียหายของมะคาเดเมีย มีค่าลดลงทั้ง 3 แปลง เท่ากับ 62.06%, 64.06% และ 15.09% ตามลำดับ โดยที่แปลง ทดลอง IPC1 และ IPC2 มีผลตอบแทนต่อการลงทุน ในปี 2561 และ 2562 อยู่ที่ 28,590, 28,591 และ 36,741, 36,742 บาทต่อไร่ ตามลำดับ ขณะเดียวกันการป้องกันกำจัดศัตรูพืชในการทดลองที่ 2 ณ ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูง เพชรบูรณ์ พบว่าความหนาแน่นประชากรของศัตรูพืช จากการใช้กรงดักและปริมาณการกินเหยื่อล่อพบว่า มีค่าเฉลี่ยลดลงในทั้ง 3 แปลงทดลอง (IPC1, IPC2 และแปลงเปรียบเทียบ) เท่ากับ 90%, 65%, 12% และ 87%, 68%, 29% ตามลำดับ ส่วนความเสียหายของมะคาเดเมียทั้ง 3 แปลงทดลอง มีค่าลดลงเท่ากับ 81.38%, 6.51% และ

45.31% ตามลำดับ โดยที่แปลงทดลอง IPC1 และ IPC2 มีผลตอบแทนต่อการลงทุน อยู่ที่ 64,783 และ 68,773 บาท ต่อไร่ ตามลำดับ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ : นำผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ไปประยุกต์ ในด้านต่างๆ ได้แก่ เพื่อเป็นคำแนะนำการป้องกันกำจัดสัตว์ฟันแทะในแปลงมะคาเดเมียของประเทศไทย ให้แก่เกษตรกร หน่วยงานราชการ และหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้อง

11. คำขอบคุณ : ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในสถานีทดลองเกษตรที่สูงแม่จอนหลวง อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ และศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ช่วยปฏิบัติงานดูแลแปลงทดลอง และเก็บข้อมูล ในงานวิจัยนี้ และขอขอบคุณ คุณบรรจง บุญครอบ คุณวิชา สีแจ่ม และคุณธนาภรณ์ ภักดีสุข ที่ให้ความช่วยเหลือในการดำเนินการงานวิจัยในครั้งนี้

12. เอกสารอ้างอิง

เกษม ทองทวี พวงทอง บุญทรง กรแก้ว เสือสะอาด และยุวลักษณ์ ขอประเสริฐ. 2535. หนูศัตรูพืช และการป้องกันกำจัด. แม่ลงและสัตว์ศัตรูที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจและการบริหารกรมวิชาการเกษตร. หน้า 303-311.

กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร. 2544. หนูและการป้องกันกำจัด. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย 136 หน้า.

จำรอง ดาวเรือง. 2544. มะคาเดเมีย. เอกสารเผยแพร่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 เชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 71 หน้า

เสริมศักดิ์ หงส์นาค ทรงทัพ แก้วตา พวงทอง บุญทรง และเกษม ทองทวี. 2532. การทดสอบสารโบโรไดฟาคูมกำจัดหนูศัตรูมะคาเดเมียน้ท. รายงานผลการวิจัย ปี 2532. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร หน้า 65-71.

เสริมศักดิ์ หงส์นาค พวงทอง บุญทรง กรแก้ว เสือสะอาด และทรงทัพ แก้วตา. 2537. การทดสอบสารโพลีคูมาเฟนกำจัดหนูศัตรูมะคาเดเมียน้ท. รายงานผลการวิจัย ปี 2537. กลุ่มงานสัตววิทยาการเกษตร กองกัญและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร หน้า 109-114.

13. ภาคผนวก :

Table 1 Comparison the products of macadamia and the economic analysis between IPC method and famer's practice method at Chiang Mai royal agricultural research center (MaeJonLuang), MaeJonLuang royal.

Data (bath/rai)	2018			2019		
	IPC1	IPC2	Farmer's practice plot	IPC1	IPC2	Farmer's practice plot
Cost of rodent control (C)	1,410	1,409	0	259	258	0
rodenticide (flocoumafen)	120	120	0	0	0	0
snap traps	108	108	0	0	0	0
live traps	320	320	0	0	0	0
sweet corns	43	40	0	9	8	0
other equipment	819	821	0	250	250	0
Value of yield (R)	30,000	30,000	0	37,000	37,000	0
Net income	28,590	28,591	0	36,741	36,742	0
Benefit Cost Ratio (R/C)	21.28	21.29	0	142.86	143.41	0

Table 2 Comparison the products of macadamia and the economic analysis between IPC method and famer's practice method at Phetchabun highland agricultural research center.

Data (bath/rai)	2019		
	IPC1	IPC2	Farmer's practice plot
Cost of rodent control (C)	513	523	0
rodenticide (flocoumafen)	45	45	0
snap traps	108	108	0
live traps	320	320	0
sweet corns	40	50	0
Value of yield (R)	65,296	69,296	42,488
Net income	64,783	68,773	42,488
Benefit Cost Ratio (R/C)	127.28	132.5	0

↓ Flocoumafen application in treat plot (IPC1 and IPC2)

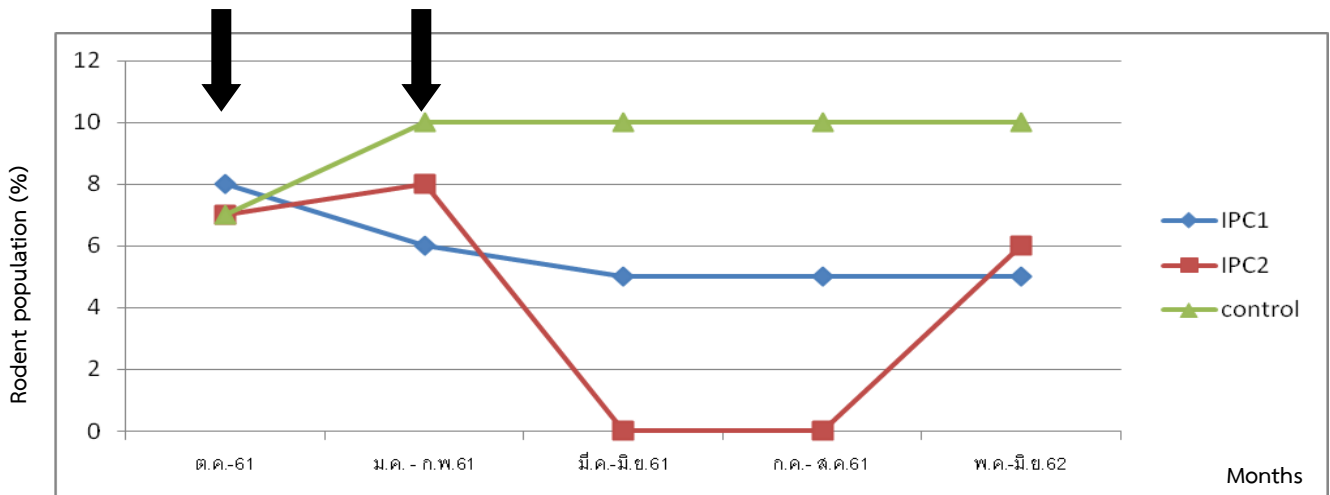


Figure 1 The average percentage of the rodent population by live traps index in macadamia nut plantation at ChiangMai royal agricultural research center (MaeJonLuang), MaeJonLuang royal.

↓ Flocoumafen application in treat plot (IPC1 and IPC2)

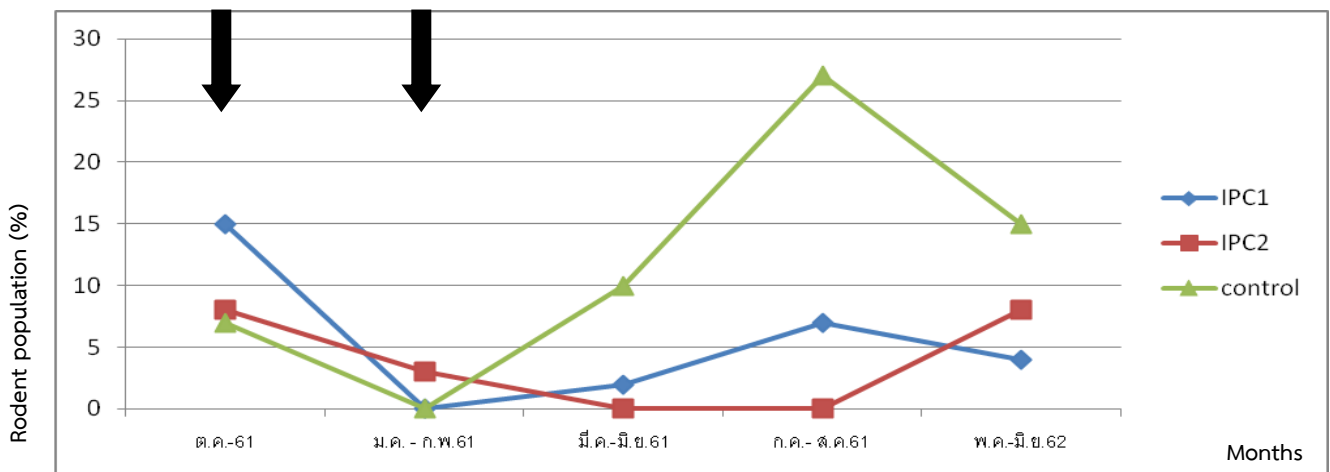


Figure 2 The average percentage of the rodent population by bait consumption index in macadamia nut plantation at ChiangMai royal agricultural research center (MaeJonLuang), MaeJonLuang royal.

↓ Flocoumafen application in treat plot (IPC1 and IPC2)

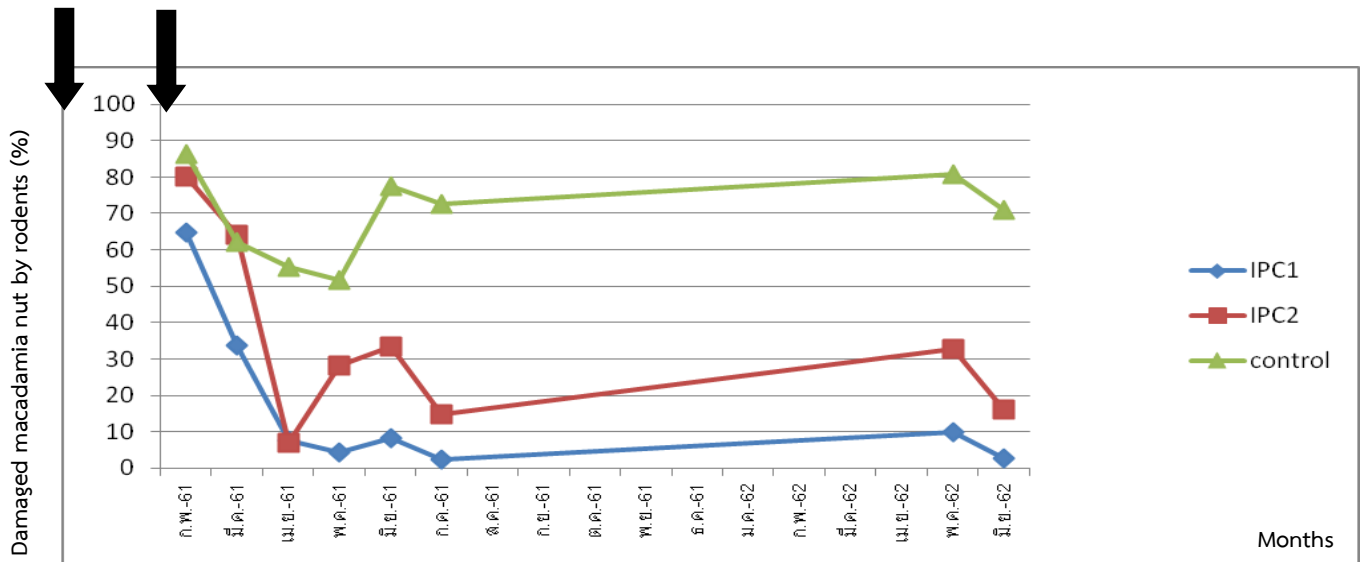


Figure 3 The average of percentage of macadamia nut by rodents in macadamia nut plantation at ChiangMai royal agricultural research center (MaeJonLuang), MaeJonLuang royal.

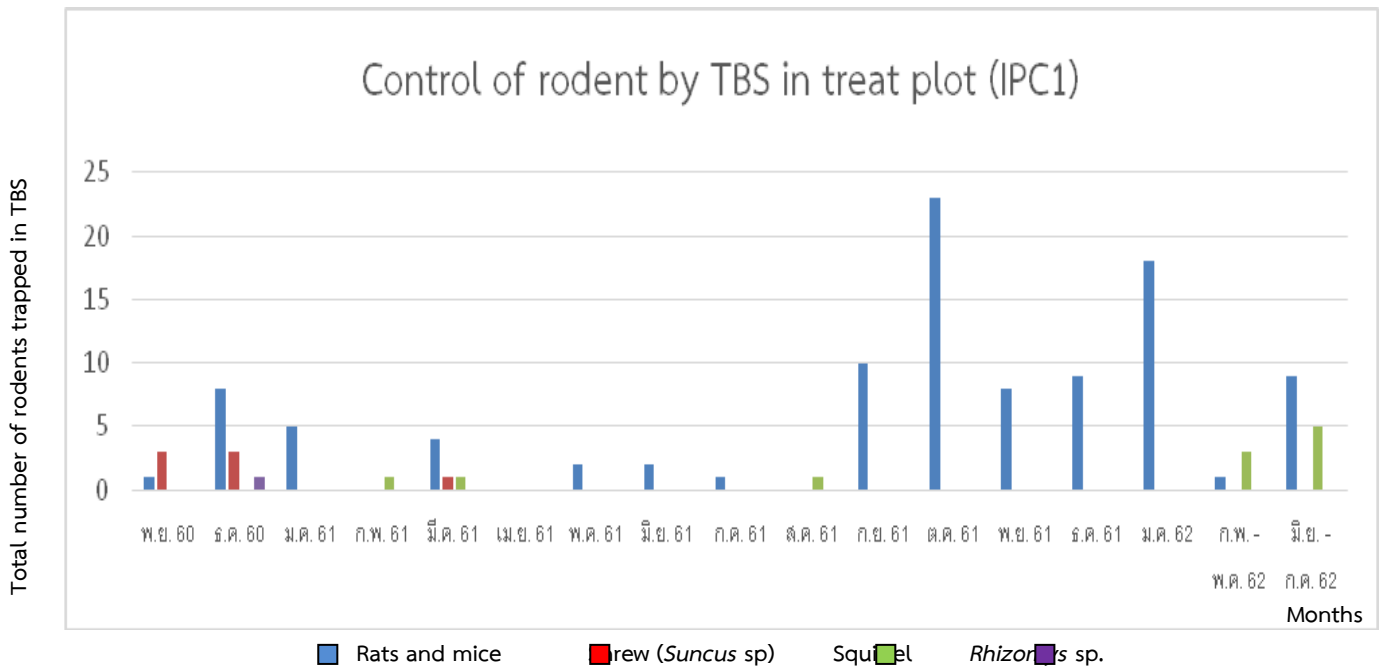


Figure 4 The total number of rodents trapped by TBS in macadamia nut plantation (treat plot 1; IPC1) at ChiangMai royal agricultural research center (MaeJonLuang), MaeJonLuang royal.

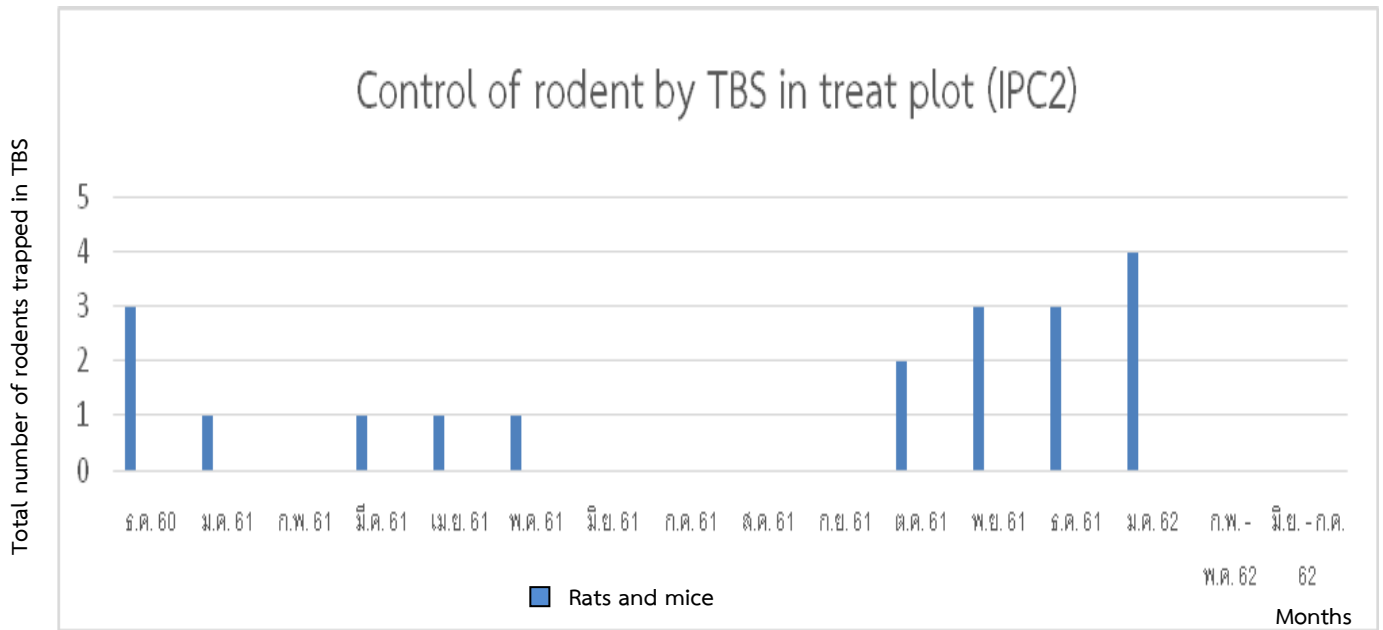


Figure 5 The total number of rodents trapped by TBS in macadamia nut plantation (treat plot 2; IPC2) at ChiangMai royal agricultural research center (MaeJonLuang), MaeJonLuang royal.

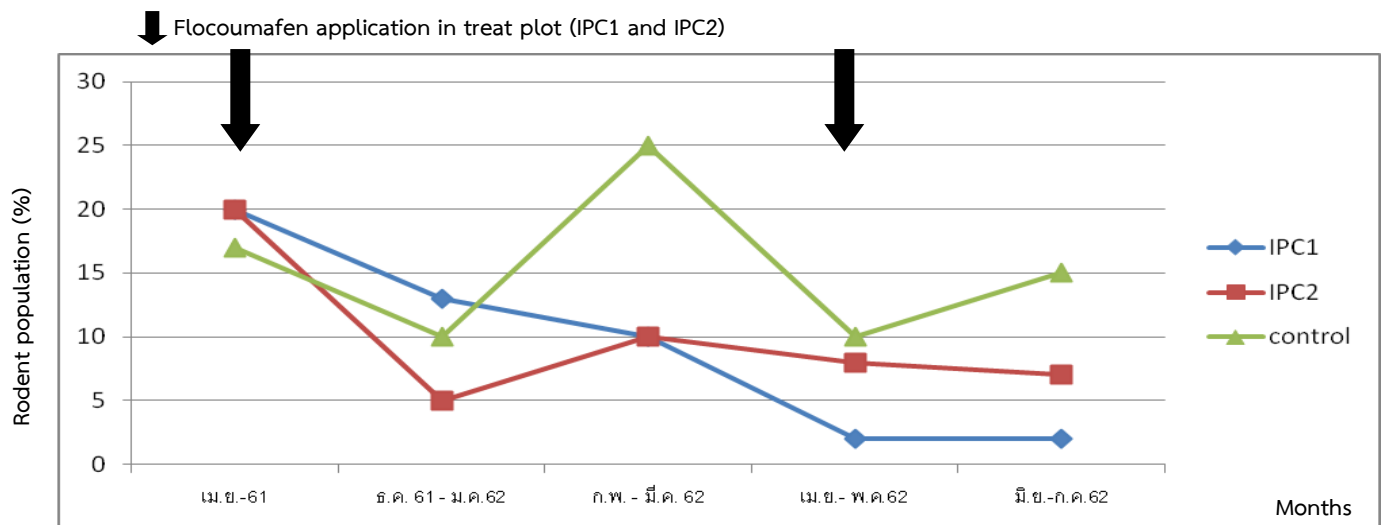


Figure 6 The average percentage of the rodent population by live traps index in macadamia nut plantation at Phetchabun highland agricultural research center.

↓ Flocoumafen application in treat plot (IPC1 and IPC2)

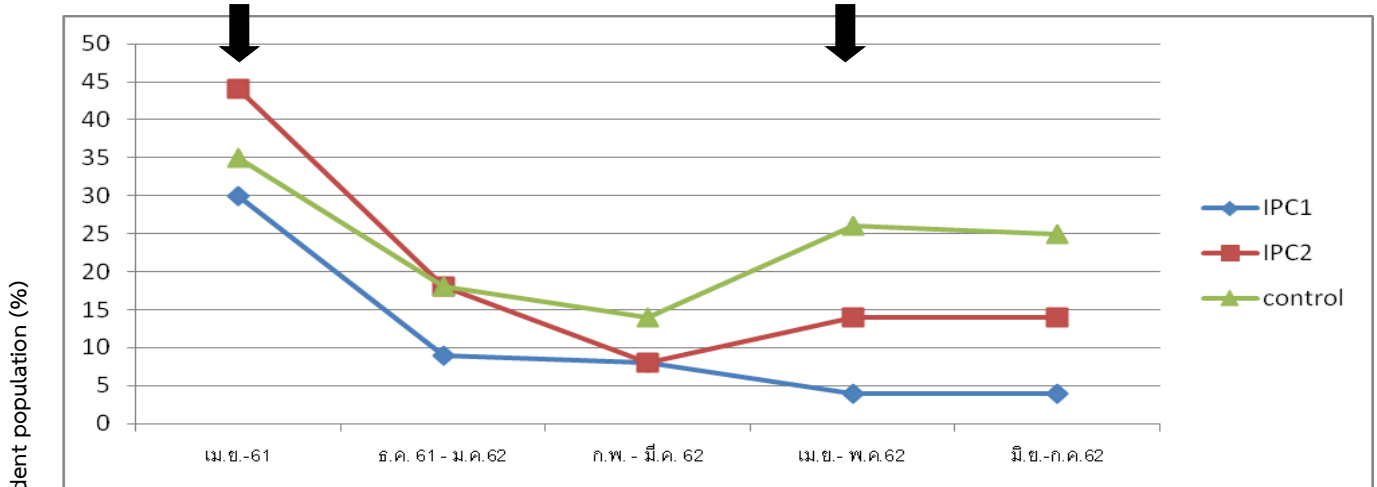


Figure 7 The average percentage of the rodent population by bait consumption index in macadamia nut plantation at Phetchabun highland agricultural research center.

Months

↓ Flocoumafen application in treat plot (IPC1 and IPC2)

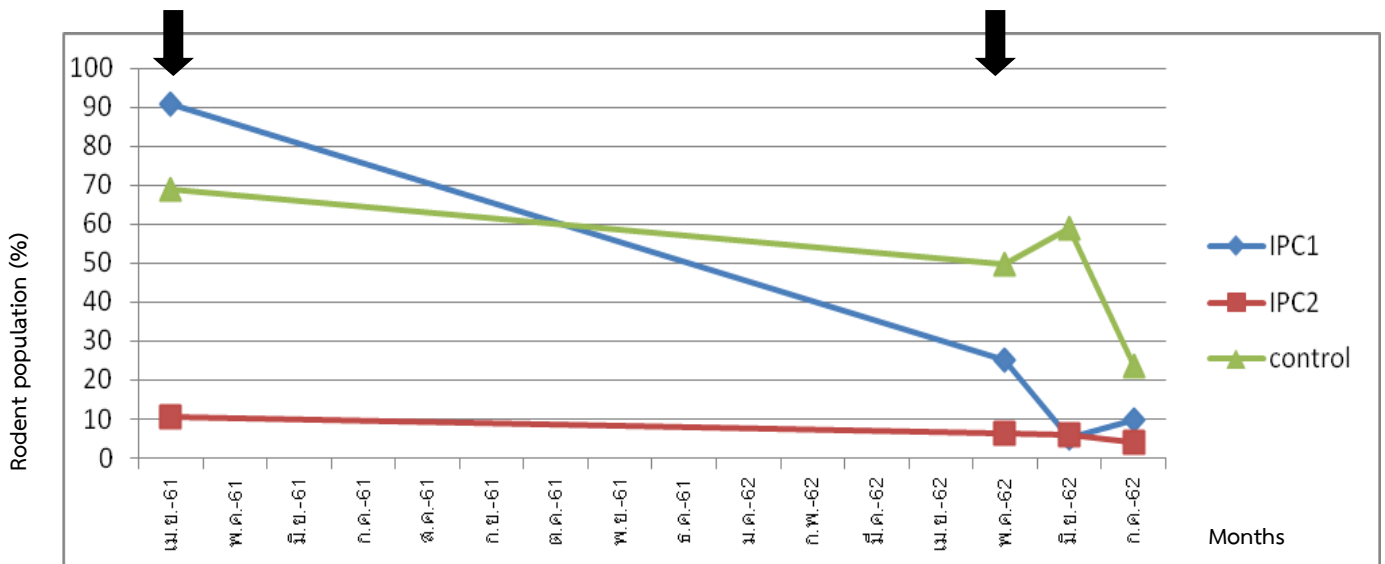


Figure 8 The average of percentage of macadamia nut by rodents in macadamia nut plantation at Phetchabun highland agricultural research center.