ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*MITRAGYNA SPECIOSA* KORTH) ต่อศัตรูของมันเทศ (*IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.) ชนิดต่าง ๆ ด้วงงวงมันเทศ (*CYLAS FORMICARIUS* FABRICIUS), วัชพืชหญ้าข้าวนก (*ECHINOCHLOA CRUS-GALLI* (L.) P.BEAUV.), ผักโขม (*AMARANTHUS VIRIDIS* L.) และเชื้อรา (*FUSARIUM* SP.) สาเหตุโรครากเน่า

THE EFFECTIVENESS OF EXTRACTS FROM KRATOM (*MITRAGYNA SPECIOSA* KORTH) LEAVES AGAINST VARIOUS PESTS OF SWEET POTATO (*IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.); SWEET POTATO WEEVIL (*CYLAS FORMICARIUS* FABRICIUS), BARNYARD GRASS (*ECHINOCHLOA CRUS-GALLI* (L.) P.BEAUV.), AMARANTH (*AMARANTHUS VIRIDIS* L.), AND ROOT ROT DISEASE CAUSED BY *FUSARIUM* SP.

อนุศาสก รุดดิษฐ์

ANUSART RUDDIT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

THE EFFECTIVENESS OF EXTRACTS FROM KRATOM (*MITRAGYNA SPECIOSA* KORTH) LEAVES AGAINST VARIOUS PESTS OF SWEET POTATO (*IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.); SWEET POTATO WEEVIL (*CYLAS FORMICARIUS* FABRICIUS), BARNYARD GRASS (*ECHINOCHLOA CRUS-GALLI* (L.) P.BEAUV.), AMARANTH (*AMARANTHUS VIRIDIS* L.), AND ROOT ROT DISEASE CAUSED BY *FUSARIUM* SP.

ANUSART RUDDIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN AGRICULTURAL
SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2024

COPYRIGHT OF SCHOOL OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ชื่อเรื่อง	**ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*MITRAGYNA SPECIOSA* KORTH) ต่อศัตรูของมันเทศ (*IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.) ชนิดต่าง ๆ ด้วงงวงมันเทศ (*CYLAS FORMICARIUS* FABRICIUS), วัชพืชหญ้าข้าวนก (*ECHINOCHLOA CRUS-GALLI* (L.) P.BEAUV.), ผักโขม (*AMARANTHUS VIRIDIS* L.) และเชื้อรา (*FUSARIUM* SP.) สาเหตุโรครากเน่า**
นักศึกษา	**อนุศาสก รุดดิษฐ์**
รหัสประจำตัว	**66046031**
ปริญญา	**วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์**
ปีการศึกษา	**2567**
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	**รองศาสตราจารย์ ดร.คำรณวิทย์ ทิพย์มณี**

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ในการควบคุมศัตรูพืชและเชื้อราด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ ได้แก่ เฮกเซน, อะซิโตน, และเอทานอล ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงมันเทศแสดงให้เห็นว่าสารสกัดที่ใช้เฮกเซนมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยอัตราการตายของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) อยู่ที่ 93.3% ภายใน 72 ชั่วโมง และค่า LC_{50} ลดลงจาก 3.49% ที่ 24 ชั่วโมง เหลือ 2.27% ที่ 72 ชั่วโมง ในขณะที่สารสกัดที่ใช้อะซิโตนและเอทานอลมีอัตราการตายน้อยกว่า 10% ในทุกช่วงเวลา นอกจากนี้ สารสกัดจากเฮกเซนยังมีประสิทธิภาพสูงในการไล่ด้วงงวงมันเทศ โดยที่ความเข้มข้น 5.0% มีอัตราการไล่ถึง 80% ส่วนการทดสอบการยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศพบว่าสารสกัดจากเฮกเซนที่ความเข้มข้น 5.0% ยับยั้งการวางไข่ได้สูงสุดที่ 89.8% ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้ Tween-20 ซึ่งมีอัตราการยับยั้ง 71.4% ในด้านการทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชคือ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) และผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) พบว่าสารสกัดจากเฮกเซนและเอทานอลในความเข้มข้นสูง (0.60 ถึง 1.00%) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชเกือบสมบูรณ์ โดยบางกรณีสามารถยับยั้งได้ถึง 90% สารสกัดจากอะซิโตนมีประสิทธิภาพการยับยั้งที่ไม่สม่ำเสมอ แต่สามารถยับยั้งได้สูงสุดถึง 90% เมื่อความเข้มข้นเพิ่มเป็น 1.00% อย่างไรก็ตามจากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ซึ่งเป็น

สาเหตุโรครากเน่าพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายทั้งสามชนิดไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราอยู่ในระดับ 0.0±0.0 ในทุกความเข้มข้น สรุปได้ว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชและวัชพืชทดสอบ แต่ไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp.

คำสำคัญ: ด้วงงวงมันเทศ, กระท่อม, ผักโขม, หญ้าข้าวนก

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

Title	**THE EFFECTIVENESS OF EXTRACTS FROM KRATOM (*MITRAGYNA SPECIOSA* KORTH) LEAVES AGAINST VARIOUS PESTS OF SWEET POTATO (*IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.); SWEET POTATO WEEVIL (*CYLAS FORMICARIUS* FABRICIUS), BARNYARD GRASS (*ECHINOCHLOA CRUS-GALLI* (L.) P.BEAUV.), AMARANTH (*AMARANTHUS VIRIDIS* L.), AND ROOT ROT DISEASE CAUSED BY *FUSARIUM* SP.**
Student	**ANUSART RUDDIT**
Student ID	**66046031**
Degree	**Master of Science Program in Agricultural**
Academic Year	**2024**
Advisor	**Associate Professor Dr. KAMRONWIT THIPMANEE**

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the efficacy of Kratom leaf extracts in controlling various plant pests using different solvents, including hexane, acetone, and ethanol. The results of the efficacy test in killing sweet potato weevils (*Cylas formicarius* Fabricius) showed that the hexane extract had the highest efficacy, with a mortality rate of 93.3% within 72 hours, and the LC_{50} value decreased from 3.49% at 24 hours to 2.27% at 72 hours. In contrast, acetone and ethanol extracts had a mortality rate of less than 10% at all time intervals. Additionally, the hexane extract showed a high repellent efficacy against sweet potato weevils, with a 5.0% concentration achieving an 80% repellent rate. In the egg-laying inhibition test to sweet potato weevils, the hexane extract at a 5.0% concentration had the highest egg-laying inhibition rate of 89.8%, significantly higher than the control group treated with Tween-20 group, which had a 71.4% inhibition rate. In terms of efficacy in inhibiting the growth of weeds, such as barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) and amaranth (*Amaranthus viridis* L.), the hexane and ethanol extracts at high concentrations (0.60 to 1.00%) were almost completely effective in inhibiting weed growth, with some cases showing up to 90% inhibition. The acetone extract

showed inconsistent inhibition efficacy, but at a 1.00% concentration, it could inhibit growth by up to 90%. However, tests on the efficacy of Kratom leaf extracts in inhibiting the growth of *Fusarium* sp. fungi revealed that all three solvents extracts were not significantly effective. The percentage of fungal inhibition was recorded at 0.0±0.0 at all concentrations. These results indicated that Kratom leaf extracts were effective in controlling tested insect pests and weeds but were not effective in inhibiting the growth of *Fusarium* sp. fungi.

Keywords: sweet potato weevils, Kratom, barnyard grass, amaranth

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดีด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รศ. ดร. คำรณวิทย์ ทิพย์มร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ ดร. จรงค์ศักดิ์ พุมนวน นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ ประจำห้องปฏิบัติการทางกีฏวิทยา ที่คอยควบคุมดูแลกระบวนการทำวิจัยที่ถูกต้อง และคอยชี้แนะในทุกเรื่องของการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้อนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ เครื่องมืออุปกรณ์ และสารเคมีต่าง ๆ ในการทำวิจัยให้ลุล่วงด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณทุกท่านที่ประจำสาขากีฏวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา ในการทำวิจัยครั้งนี้จำเสร็จสมบูรณ์และให้กำลังใจต่อผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ ค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียนและคอยให้กำลังใจในการเรียนและทำวิจัยเสมอมา ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุก ๆ ท่าน ไว้ ณ โอกาสนี้

สุดท้ายนี้คุณประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน สวัสดี

อนุศาสก รุดดิษฐ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่าภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 4

1.3 ขอบเขตงานวิจัย 4

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ความสำคัญของมันเทศ 6

2.2 แมลงศัตรูพืชที่สำคัญของมันเทศ 8

2.3 วัชพืชที่สำคัญของมันเทศ 10

2.3.1 วัชพืชหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) 11

2.3.2 วัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) 13

2.4 โรครากเน่าจากเชื้อรา *Fusarium* sp 15

2.5 สารสกัดจากพืช 17

2.6 พืชสมุนไพรที่ใช้ทดสอบ 19

2.7 การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูมันเทศ 22

2.8 การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมันเทศ 24

2.9 การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดวัชพืชของมันเทศ 27

2.10 การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *Fusarium* sp. 29

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 31

3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย 31

3.1.1 การเตรียมสารสกัดจากพืช 31

3.1.2 การเตรียมแมลงทดสอบ 31

3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อด้วงงวงมันเทศ ในห้องปฏิบัติการ 31

3.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมวัชพืช 32

3.1.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรคเชื้อรา *Fusarium* sp. ในมันเทศ 33

3.2 การเตรียมสารสกัดจากพืช 34

3.3 การเตรียมแมลงทดสอบ 35

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อด้วงงวงมันเทศ ในห้องปฏิบัติการ 36

3.4.1 ทดสอบในรูปแบบของสารฆ่า โดยวิธีการสัมผัสตาย 36

3.4.2 ทดสอบในรูปแบบของสารไล่ 37

3.4.3 ทดสอบในรูปแบบของสารยับยั้งการวางไข่ 38

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมวัชพืช 39

3.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ในห้องปฏิบัติการ 39

3.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) ในห้องปฏิบัติการ 40

3.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรคเชื้อรา *Fusarium* sp. ในมันเทศ 41

3.6.1 การแยกเชื้อราสาเหตุโรครากเน่า *Fusarium* sp. ในมันเทศ 41

3.6.2 การทดสอบการก่อโรคของเชื้อรา *Fusarium* sp. 41

3.6.3 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี paper disc diffusion technique 42

3.6.4 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี Poisoned food technique 43

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลในทุกการทดสอบ 44

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 45

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อด้วงงวงมันเทศ ในห้องปฏิบัติการ 45

4.1.1 ทดสอบในรูปแบบของสารฆ่า โดยวิธีการสัมผัสตาย 45

4.1.2 ทดสอบในรูปแบบของสารไล่ 47

4.1.3 ทดสอบในรูปแบบของสารยับยั้งการวางไข่ 48

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมวัชพืช 50

4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ในห้องปฏิบัติการ 50

4.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) ในห้องปฏิบัติการ 56

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรคเชื้อรา Fusarium sp. ในมันเทศ 62

4.3.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี paper disc diffusion technique 62

4.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี Poisoned food technique 63

4.4 การอภิปรายผล 65

4.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อด้วงงวงมันเทศ ในห้องปฏิบัติการ 65

4.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมวัชพืช 69

4.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรคเชื้อรา *Fusarium* sp. ในมันเทศ 72

4.4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี Poisoned food technique 73

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 75

5.1 สรุปผลการวิจัย 75

5.2 ข้อเสนอแนะ 76

บรรณานุกรม 77

ภาคผนวก 92

ประวัติผู้เขียน 10

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ค่า LC_{50} และ LC_{90} ของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ด้วยเฮกเซนต่อการตายของตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) โดยใช้วิธีสัมผัสสารตกค้างบนกระดาษกรอง 46

4.2 อัตราการไล่และการดึงดูดของตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ต่อสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้วิธีสัมผัสสารตกค้างบนกระดาษกรองที่ 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ 48

4.3 อัตราการรอด ความยาวต้น และความยาวราก หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 55

4.4 อัตราการรอด ความยาวต้น และความยาวราก ของวัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 61

4.5 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Fusarium sp.* ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 62

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1 ด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ก: ระยะตัวอ่อน ข: ระยะตัวเต็มไว 10

2.2 วัชพืชหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) 13

2.3 วัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) 15

2.4 ใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) 22

3.1 เครื่องลดปริมาตรอุณหภูมิต่ำ (rotary evaporator) รุ่น R300 (บริษัท BUCHI) 34

3.2 กล่องเลี้ยงพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม (30× 30×20 เซนติเมตร) 35

3.3 ก: หยดสารสกัดลงบนแผ่นกระดาษกรองและวางลงในจานเพาะเชื้อแก้ว, ข: นำด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ลงตรงกลางแผ่นกระดาษกรอง แล้วปิดจาน 36

3.4 ก: แผ่นกระดาษกรองถูกตัดออกเป็นสองซีกครึ่งแรกใช้กับกลุ่มทดสอบ และอีกครึ่งหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมวางในจานเพาะเชื้อแก้ว, ข: นำด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ลงตรงกลางแผ่นกระดาษกรอง แล้วปิดจาน 37

3.5 ก: หัวที่ถูกจุ่มแล้วจะถูกใส่ในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยม (30×30×20 เซนติเมตร), ข: หลังจากวางไข่นำด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยออก, ค: และนับจำนวนไข่ในหัวมันเทศหลังจากทดลอง 10 วัน 38

3.6 ก: วางเมล็ดวัชพืชจำนวน 10 ต่อจาน และปิดจานด้วย Parafilm, ข: หลังการทดสอบในวันที่ 7 สุ่มเมล็ด 5 เมล็ดแต่ละซ้ำ นำมาวัดความยาวราก และความยาวต้น 39

3.7 ก: วางเมล็ดวัชพืชจำนวน 10 ต่อจาน และปิดจานด้วย Parafilm, ข: หลังการทดสอบในวันที่ 7 สุ่มเมล็ด 5 เมล็ดแต่ละซ้ำ นำมาวัดความยาวราก และความยาวต้น 40

3.8 ก: ใช้เข็มเขี่ยเชื้อเจาะทะลุเปลือกของมันเทศจำนวน 3 จุดเพื่อทำให้เกิดแผล และตัดเส้นใยเชื้อรามาวางบนเปลือกของมันเทศที่ถูกทำแผล, ข: ใส่ในถุงพลาสติกใส่ที่มีสำลีชุบน้ำวางไว้ 41

3.9 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี paper disc diffusion technique (T) คือสารสกัดพืชกระท่อม, (C) คือกลุ่มควบคุม 5 เปอร์เซ็นต์ Tween-20 ในน้ำ, (B) คือว่างเปล่า 42

3.10 ก: flask ที่บรรจุอาหารผสมสารสกัดหยาบจากพืชแต่ละความเข้มข้น, จากนั้นนำของเหลวและเชื้อรามากรองผ่านกระดาษ ชั่งน้ำหนักของเชื้อราที่เจริญและบันทึกผลเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 43

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ด้วยเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอลที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) โดยใช้วิธีสัมผัสสารตกค้างบนกระดาษกรอง..... 46
4.2 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยวิธีการจุ่มหัวมันเทศในสารสกัด..... 49
4.3 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 51
4.4 อัตราการรอดของหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 53
4.5 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของวัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 57
4.6 อัตราการรอดของวัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 59
4.7 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ,(T) คือสารสกัดพืชกระท่อม, (C) คือกลุ่มควบคุม Tween-20 ในน้ำ, (B) คือว่างเปล่า..... 63
4.8 น้ำหนักเส้นใยแห้งของเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 64
4.9 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 65

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

มันเทศ (sweet potato) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea batatas* (L.) Lam. เป็นพืชที่มีอายุยืน ไม่มีเนื้อไม้ รากแตกตามข้อ มีลักษณะสำคัญคือรากขยายใหญ่เพื่อสะสมอาหาร และมีหัวที่มีรูปร่าง ขนาด จำนวน และสีที่แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ สีของหัวมันเทศมีตั้งแต่สีขาว สีเหลือง สีแดง สีน้ำตาล ไปจนถึงสีม่วง ซึ่งแต่ละสีมีความเฉพาะตัวทั้งในด้านรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ ใบของมันเทศเป็นใบเดี่ยว ไม่มีหูใบ มีต่อมน้ำหวานสองต่อมที่บริเวณขั้วใบ ก้านใบด้านบนมีลักษณะเป็นร่องลึก ดอกของมันเทศมีรูปกรวย โดยทั่วไปจะมีสีขาวหรือม่วงแดง ส่วนกลีบดอกในส่วนที่เป็นหลอดมักจะมีสีม่วง รังไข่ของมันล้อมรอบด้วยต่อมน้ำหวานที่มีสีส้มและแบ่งเป็นพู ยอดเกสรตัวเมียมี 2 พู โดยสีของยอดเกสรตัวเมียอาจเป็นสีขาวหรือสีม่วงอ่อน เป็นพืชล้มลุกที่มีเถาเลื้อยไปตามพื้นดิน โดยระบบรากของมันจะมีลักษณะเป็นเส้น ๆ และสร้างรากเล็ก ๆ ที่ข้อของลำต้น รากเหล่านี้สามารถงอกออกมาเพื่อการยึดเกาะกับดินและเก็บสะสมอาหาร ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นหัวมันใต้ดิน เนื้อของมันเทศมีสีที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เช่น สีขาว สีเหลือง สีส้ม สีแดง และสีม่วง มันเทศมีลักษณะพิเศษที่เป็นที่รู้จักกันดีคือมีรสชาติหวานและมีแป้งในปริมาณสูง เนื้อของมันเทศจึงเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของมนุษย์และสัตว์ นอกจากนี้ เนื้อของมันเทศยังอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะในมันเทศสีส้มและสีม่วงที่มีสารแคโรทีนอยด์ และแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพการบริโภคมันเทศช่วยลดความเสี่ยงของโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน และมะเร็งบางชนิด (Wang *et al*., 2016) มันเทศมีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา โดยเริ่มต้นการเพาะปลูกในแถบอเมริกากลางและอเมริกาใต้ ต่อมาถูกนำเข้ามาในประเทศต่างๆ ทั่วโลก รวมถึงทวีปเอเชียและแอฟริกา ปัจจุบันมันเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ โดยเฉพาะในจีนที่เป็นประเทศที่มีการปลูกมันเทศมากที่สุดในโลก ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแป้ง อาหารสัตว์ และผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ในประเทศไทย มันเทศจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งรองจากพืชหลักอย่างข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด มันฝรั่ง ข้าวบาร์เลย์ และมันสำปะหลัง โดยมันเทศสามารถปลูกได้ทั่วทุกภูมิภาคและมีการปลูกตลอดทั้งปี ความต้องการบริโภคมันเทศในประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเนื่องจากกระแสรักสุขภาพและการตระหนักถึงคุณค่าทางโภชนาการของมันเทศ นอกจากนี้ยังมีการนำเข้ามันเทศจากต่างประเทศเพื่อตอบสนองความต้องการในตลาดภายในประเทศ ซึ่งสายพันธุ์ของมันเทศที่นิยมในตลาด ได้แก่ มันเทศญี่ปุ่น มันเทศเกาหลี และมันเทศสีม่วง มันเทศยังมีประโยชน์หลากหลายทางยา เช่น ช่วยบำรุงระบบย่อยอาหาร ป้องกันโรคท้องผูก บรรเทาอาการอักเสบ และช่วยปรับสมดุลน้ำตาลในเลือด มันเทศยังมีสรรพคุณช่วย

เสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน เนื่องจากอุดมไปด้วยวิตามินเอ วิตามินซี และวิตามินบี นอกจากนี้ หัวมันเทศยังสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารหลากหลายชนิด เช่น มันเทศทอด มันเทศนึ่ง มันเทศบด หรือใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตขนมหวาน ขนมอบ และเครื่องดื่มต่างๆ (Nedunchezhiyan *et al*., 2012)

ด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบอย่างมากต่อการปลูกมันเทศทั่วโลก โดยเฉพาะในเขตร้อน รวมถึงประเทศไทยซึ่งมีการปลูกมันเทศเป็นพืชเศรษฐกิจในหลายภูมิภาค ด้วงงวงมันเทศสามารถทำลายส่วนหัวและรากของมันเทศได้อย่างรุนแรง ส่งผลให้ผลผลิตเสียหายและสูญเสียคุณค่าทางเศรษฐกิจในระดับสูง ลักษณะสำคัญของด้วงงวงมันเทศคือเป็นแมลงปีกแข็งขนาดเล็ก ความยาวประมาณ 5.0-6.5 มิลลิเมตร กว้าง 1 มิลลิเมตร มีส่วนปีกสีน้ำเงินดำและคอสีแดง ลักษณะเด่นคือส่วนหัวยาวคล้ายงวงที่ใช้ในการเจาะและวางไข่ ทำให้ด้วงงวงเป็นแมลงที่สามารถแพร่พันธุ์และทำลายพืชผลได้อย่างรวดเร็ว (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2565)

ในวงจรชีวิตของด้วงงวงมันเทศ ตัวเต็มวัยเพศเมียจะวางไข่บริเวณหัวหรือรากของมันเทศ ไข่มีลักษณะกลม สีครีม ขนาดประมาณ 0.5-0.7 มิลลิเมตร โดยตัวเมียจะใช้ปากเจาะรากหรือลำต้นเพื่อวางไข่และขับสารคล้ายกาวปิดทับบริเวณที่วางไข่ ระยะเวลาของไข่ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ โดยในฤดูร้อนจะใช้เวลาประมาณ 5-7 วัน และในฤดูหนาวจะนานขึ้นถึง 10-12 วัน ตัวเมียสามารถวางไข่ได้เฉลี่ยประมาณ 100 ฟองตลอดชีวิต หรือประมาณ 2-4 ฟองต่อวัน ไข่ที่ฟักออกมาเป็นตัวหนอนจะเจาะเข้าไปในรากหรือหัวของมันเทศ หนอนมี 3 ระยะการเจริญเติบโต ใช้เวลาประมาณ 11-13 วัน ก่อนที่จะเจริญเป็นดักแด้ ดักแด้มีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยและใช้เวลาประมาณ 5-6 วันในการเจริญเป็นตัวเต็มวัย จากนั้นจะออกมาจากหัวหรือเถาของมันเทศและอาศัยอยู่ประมาณ 40-53 วัน (สุเทพ สหายา, 2560) การทำลายของด้วงงวงมันเทศมีผลกระทบร้ายแรงต่อการเจริญเติบโตของพืช เมื่อหนอนเจาะเข้าไปในหัวหรือรากของมันเทศ มันจะสร้างทางเดินคดเคี้ยวภายในหัว ทำให้เกิดการสะสมของสารที่มีสีเขียวหรือดำ มีกลิ่นเหม็นและรสขม ซึ่งส่งผลให้หัวมันเทศเสื่อมสภาพและไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ผลผลิตมันเทศที่ถูกทำลายจากด้วงงวงจะสูญเสียคุณค่าทางการค้าอย่างมาก เนื่องจากไม่สามารถนำไปขายหรือนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตแป้งหรืออาหารได้ นอกจากนี้การระบาดของด้วงงวงมันเทศยังส่งผลกระทบต่อเกษตรกรโดยตรง เนื่องจากจำเป็นต้องใช้วิธีการควบคุมศัตรูพืชหลายวิธี เช่น การใช้สารเคมี การควบคุมทางชีวภาพ หรือการปรับวิธีการปลูกเพื่อป้องกันการระบาดของด้วงงวง (Uritani *et al*., 1975) การศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับด้วงงวงมันเทศยังคงมีความสำคัญอย่างมากในการพัฒนาวิธีการควบคุมศัตรูพืชนี้อย่างยั่งยืน ทั้งในด้านการใช้สารสกัดจากพืชเพื่อเป็นสารยับยั้งการวางไข่และการเจริญเติบโตของด้วงงวง รวมถึงการปรับปรุงพันธุ์มันเทศให้มี

ความต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช นอกจากนี้ การพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชแบบบูรณาการ (IPM) ยังเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมการระบาดของด้วงงวงมันเทศในระยะยาว

การเพาะปลูกมันเทศต้องเผชิญกับปัญหาศัตรูพืชและโรคพืชที่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตอย่างมาก ปัญหาหลักที่เกษตรกรมักพบคือการระบาดของแมลงศัตรูพืช โรคเชื้อรา และการแย่งสารอาหารโดยวัชพืช ซึ่งสามารถลดผลผลิตและคุณภาพของมันเทศได้ (Hue *et al*., 2015) หนึ่งในแมลงศัตรูพืชที่มีความสำคัญต่อการเพาะปลูกมันเทศคือ ด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ซึ่งเป็นแมลงปีกแข็งขนาดเล็กที่เข้าทำลายหัวมันเทศและรากโดยการเจาะเข้าไปด้านในแล้ววางไข่ ตัวหนอนจะเจริญเติบโตภายในหัวมันเทศ ส่งผลให้หัวมันเกิดความเสียหาย กลิ่นเหม็น และรสขม หัวมันเทศที่ถูกทำลายจะสูญเสียมูลค่าทางการตลาดอย่างมาก เนื่องจากมีน้ำหนักลดลงและไม่สามารถนำไปบริโภคหรือแปรรูปได้ (Hue *et al*., 2015) การเพาะปลูกมันเทศที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลให้การสะสมของโรคเชื้อราเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยเฉพาะโรครากเน่า ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. โรคนี้จะเข้าทำลายรากและหัวมันเทศ ทำให้พืชเหี่ยวและเหลือง เชื้อราเจริญเติบโตในดินและสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม ส่งผลให้ผลผลิตเสียหายและสูญเสียคุณภาพอย่างมาก (Yang *et al*., 2018) นอกจากปัญหาแมลงศัตรูพืชและเชื้อราแล้ว วัชพืชก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของมันเทศ วัชพืชที่พบได้บ่อยในการปลูกมันเทศคือหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) และผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) ซึ่งวัชพืชทั้งสองชนิดนี้แย่งชิงน้ำ แสงแดด และธาตุอาหารกับพืชหลัก ทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก และยังเป็นแหล่งสะสมของโรคและแมลงศัตรูพืชอีกด้วย (Bajwa *et al*., 2015) หญ้าข้าวนกเป็นวัชพืชที่พบได้ทั่วไปในเขตปลูกพืชหลายชนิดทั่วโลก และมีรายงานถึงการแพร่ระบาดอย่างรุนแรงในพืชเศรษฐกิจหลายชนิด (Macías *et al*., 2005; Altop & Mennan, 2011) ในขณะที่ผักโขมก็เป็นวัชพืชที่มีความทนทานและแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้เป็นปัญหาต่อการเกษตรอย่างมาก (Chauhan & Johnson, 2017; Khan *et al*., 2022) การจัดการกับปัญหาเหล่านี้จำเป็นต้องใช้วิธีการควบคุมศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน เนื่องจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมากไม่เพียงแต่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่ยังอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ สารเคมีที่สะสมในดินและน้ำอาจทำลายความสมดุลของระบบนิเวศได้ ดังนั้นการพัฒนาวิธีการควบคุมศัตรูพืชที่ปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจึงเป็นสิ่งจำเป็น (Ali *et al*., 2021) หนึ่งในทางเลือกที่น่าสนใจคือการใช้สารสกัดจากพืชที่มีคุณสมบัติทางชีวภาพในการควบคุมศัตรูพืช เช่น ใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ซึ่งมีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สามารถป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ งานวิจัยก่อนหน้านี้ได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีคุณสมบัติในการฆ่า ไล่ และยับยั้งการวางไข่ของแมลงศัตรูพืชหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงปีกแข็งที่เข้าทำลายพืชผล (Srichana *et al*., 2015)

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติของสารสกัดจากใบกระท่อมในการควบคุมด้วงงวงมันเทศ รวมถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งวัชพืชและโรคเชื้อรา การวิจัยจะครอบคลุมทั้งการทดลองในห้องปฏิบัติการ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยไม่เป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบการจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืนและคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ต่อด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ด้วยวิธีการสัมผัสตาย วิธีการไล่ และวิธีการยับยั้งการวางไข่
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) และผักโขม (*Amaranthus viridis* L.)
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการควบคุมโรครากเน่าจากเชื้อรา *Fusarium* sp.

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ในการควบคุมศัตรูที่สำคัญของมันเทศ (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) โดยเน้นที่การป้องกันและกำจัดด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่ทำลายหัวมันเทศและราก นอกจากนี้ยังศึกษาการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชที่เป็นปัญหา คือ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) และผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) ซึ่งแย่งน้ำและธาตุอาหารจากมันเทศ รวมถึงเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรครากเน่า การทดลองดำเนินการในห้องปฏิบัติการ โดยทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารสกัด ผลลัพธ์ที่คาดหวังคือการยับยั้งการเจริญเติบโตของศัตรูพืชเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ ลดความเสียหายต่อผลผลิตมันเทศ และลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในกระบวนการเพาะปลูก ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้บริโภค

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ต่อด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ด้วยวิธีการสัมผัสตาย วิธีการไล่ และวิธีการยับยั้งการวางไข่

2. ทราบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) และผักโขม (*Amaranthus viridis* L.)

3. ทราบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการควบคุมโรครากเน่าจากเชื้อรา *Fusarium* sp. ซึ่งผลการทดลองอาจนำไปปรับใช้เพื่อการควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของมันเทศ

มันเทศ (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) มีต้นกำเนิดจากบริเวณทางตอนกลางของทวีปอเมริกา ซึ่งรวมถึงเม็กซิโกและบางส่วนของประเทศในอเมริกาใต้ มีหลักฐานทางโบราณคดีที่บ่งบอกว่ามันเทศถูกปลูกและบริโภคโดยชนเผ่าพื้นเมืองในบริเวณดังกล่าวมานานกว่า 5,000 ปี โดยพบซากมันเทศในหม้อดินและสิ่งปลูกสร้างโบราณ (Austin, 1988) การแพร่กระจายของมันเทศไปยังภูมิภาคอื่น ๆ ทั่วโลกเริ่มต้นในช่วงศตวรรษที่ 15 เมื่อมันเทศถูกนำออกจากทวีปอเมริกาโดยนักสำรวจชาวยุโรป มันเทศถูกนำมาที่ยุโรป แอฟริกา และเอเชียผ่านเส้นทางการค้าทางทะเลในยุคล่าอาณานิคม ซึ่งการเพาะปลูกมันเทศในภูมิภาคเหล่านี้ก็เติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วเนื่องจากมันเทศสามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย ในเอเชีย มันเทศเริ่มมีบทบาทสำคัญในฐานะพืชอาหารหลักในประเทศจีนและญี่ปุ่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีภาวะขาดแคลนอาหาร (Yen, 1974) มันเทศถูกใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนข้าวและธัญพืชชนิดอื่น ๆ ซึ่งไม่สามารถเพาะปลูกได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม มันเทศ (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) เป็นพืชที่มีบทบาทสำคัญทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก ไม่ว่าจะในด้านโภชนาการ การเกษตร ความมั่นคงทางอาหาร หรือเศรษฐกิจ โดยในประเทศไทยและทั่วโลก มันเทศเป็นพืชที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน ซึ่งในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา มีงานวิจัยจำนวนมากที่ได้สำรวจบทบาทและความสำคัญของมันเทศในบริบทที่แตกต่างกันมันเทศเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะในด้านวิตามินเอ วิตามินซี ใยอาหาร และเบต้าแคโรทีน วิตามินเอที่ได้จากมันเทศมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกันและการพัฒนาสายตา งานวิจัยของ Low *et al*. (2009) ระบุว่ามันเทศสายพันธุ์สีส้มที่มีเบต้าแคโรทีนสูงถูกนำมาใช้ในโครงการพัฒนาการขาดวิตามินเอในแอฟริกา ซึ่งพบว่าการบริโภคมันเทศสายพันธุ์นี้มีประสิทธิภาพในการลดปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการขาดวิตามินเอ โดยเฉพาะในเด็กเล็ก ในประเทศไทยมันเทศมีการบริโภคเป็นอาหารหลักในบางภูมิภาค โดยเฉพาะในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมักนำมันเทศไปทำเป็นอาหารทั้งในรูปแบบของอาหารคาวและอาหารหวาน เช่น มันต้ม มันเผา หรือขนมไทย งานวิจัยโดย ศูนย์วิจัยการเกษตรแห่งชาติ (2018) ชี้ให้เห็นว่ามันเทศสามารถเป็นพืชอาหารที่ช่วยเสริมสร้างสุขภาพของคนไทยได้ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ที่ต้องการลดน้ำหนักหรือควบคุมน้ำตาลในเลือด เนื่องจากมันเทศมีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำกว่าพืชหัวชนิดอื่น ๆ มันเทศเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในหลายประเทศ เช่น จีน อินโดนีเซีย ญี่ปุ่น และไทย โดยเฉพาะในประเทศจีน ซึ่งเป็นผู้ผลิตมันเทศรายใหญ่ที่สุดของโลก มันเทศถูกใช้ในหลายอุตสาหกรรม เช่น การแปรรูปเป็นแป้ง อาหารสัตว์ น้ำเชื่อม และแอลกอฮอล์ งานวิจัยโดย Zhang *et al*. (2015) แสดงให้เห็นถึงการเติบโตของอุตสาหกรรมมันเทศใน

จีนซึ่งมีมูลค่าหลายพันล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี โดยการแปรรูปมันเทศเป็นแป้งมันและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ เพื่อการส่งออกและการบริโภคภายในประเทศ สำหรับประเทศไทย มันเทศเป็นพืชที่สำคัญในหลายภูมิภาค โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางที่มีการปลูกเพื่อการส่งออกไปยังประเทศญี่ปุ่น เกาหลี และยุโรป งานวิจัยโดย Srisuwan *et al*. (2020) พบว่ามันเทศที่ปลูกในประเทศไทยมีคุณภาพสูง สอดคล้องกับความต้องการของตลาดต่างประเทศ โดยเฉพาะมันเทศสีม่วงที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากรสชาติหวานและสีที่เป็นเอกลักษณ์ นอกจากนี้ มันเทศยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรไทย งานวิจัยของ สำนักงานพัฒนาการเกษตร (2018) แสดงให้เห็นว่าการส่งเสริมการปลูกมันเทศในพื้นที่ชนบทสามารถช่วยลดปัญหาความยากจนและเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน โดยการพัฒนาสายพันธุ์และการสนับสนุนจากภาครัฐทำให้เกษตรกรสามารถปรับตัวให้เข้ากับความต้องการของตลาดต่างประเทศได้ดีขึ้น มันเทศมีบทบาทสำคัญในด้านความมั่นคงทางอาหารในหลายประเทศ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ประสบปัญหาความขาดแคลนอาหาร เนื่องจากมันเทศเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในสภาพอากาศที่แห้งแล้งและในดินที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้เป็นทางเลือกที่ดีในการแก้ปัญหา งานวิจัยของ Fuglie (2020) ระบุว่ามันเทศมีศักยภาพในการเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญในประเทศที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น แอฟริกาและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ในแอฟริกา มันเทศมีบทบาทสำคัญในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหาร โดยเฉพาะการขาดวิตามินเอ งานวิจัยของ Low *et al*. (2009) พบว่าการส่งเสริมการปลูกและบริโภคมันเทศสายพันธุ์สีส้มในแอฟริกาตะวันออกช่วยลดอัตราการขาดสารอาหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ โครงการนี้ไม่เพียงแต่ช่วยปรับปรุงสุขภาพของประชากร แต่ยังส่งเสริมการใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนด้วย ในประเทศไทย มันเทศมีบทบาทในการเสริมสร้างความมั่นคงทางอาหารในระดับชุมชน โดยเฉพาะในพื้นที่ชนบทที่มีการปลูกมันเทศเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและการขายในตลาดท้องถิ่น งานวิจัยของ ศูนย์วิจัยการเกษตรแห่งชาติ (2018) พบว่าการส่งเสริมการปลูกมันเทศในชุมชนชนบทสามารถช่วยลดปัญหาความยากจนและเพิ่มความมั่นคงทางอาหารในครัวเรือนได้อย่างมีนัยสำคัญ การพัฒนาสายพันธุ์มันเทศเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มผลผลิตและความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวย งานวิจัยโดย Ravi *et al*. (2020) พบว่ามีการพัฒนาสายพันธุ์มันเทศที่สามารถทนต่อโรคไวรัสซึ่งเป็นปัญหาสำคัญในการเพาะปลูกมันเทศในภูมิภาคเอเชียและแอฟริกา นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุกรรมยังช่วยเพิ่มความต้านทานต่อศัตรูพืชและสภาพดินที่แห้งแล้งได้ สำหรับประเทศไทย งานวิจัยโดย Srisuwan *et al*. (2021) พบว่ามีการพัฒนาสายพันธุ์มันเทศที่สามารถทนทานต่อโรคและแมลง ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มผลผลิตให้กับเกษตรกร โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีสภาพดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ การพัฒนาสายพันธุ์มันเทศที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมเหล่านี้จะช่วยให้เกษตรกรสามารถปลูกมันเทศได้ในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดทางธรรมชาติ มันเทศเป็นพืชที่สามารถปลูกได้ในสภาพแวดล้อมที่มีความยากลำบาก เช่น ดินที่ไม่อุดม

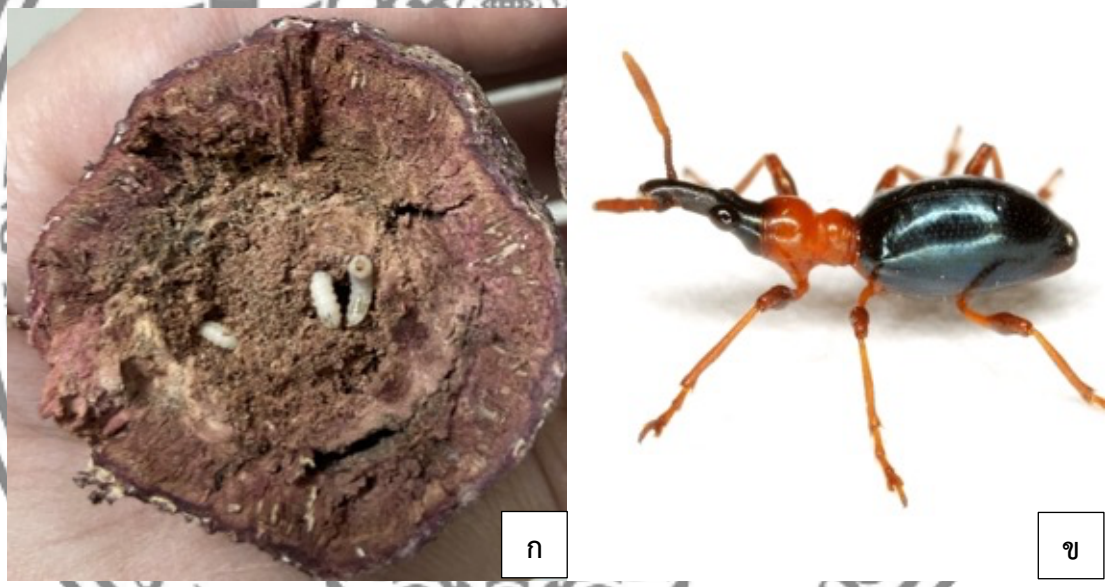
สมบูรณ์หรือพื้นที่ที่ประสบปัญหาภัยแล้ง ทำให้มันเทศเป็นทางเลือกที่ดีในการส่งเสริมความยั่งยืนในระบบเกษตรกรรมแบบผสมผสาน งานวิจัยของ Lebot (2009) ระบุว่ามันเทศมีบทบาทสำคัญในการฟื้นฟูดินและช่วยลดการใช้ทรัพยากรน้ำ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการปลูกพืชหลายชนิดร่วมกัน งานวิจัยของ Nedunchezhiyan *et al.* (2012) ยังพบว่ามันเทศสามารถเป็นพืชที่ช่วยเสริมสร้างความยั่งยืนในระบบการเกษตรแบบผสมผสานได้ดี โดยการปลูกมันเทศในระบบเกษตรที่มีการหมุนเวียนพืชชนิดอื่น ๆ เช่น ข้าวโพดและถั่วเขียว ช่วยลดการพังทลายของดินและเพิ่มความหลากหลายทางอาหาร

2.2 แมลงศัตรูพืชที่สำคัญของมันเทศ

ด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) มีต้นกำเนิดจากภูมิภาคแอฟริกาใต้ ซึ่งมีรายงานว่าด้วงชนิดนี้เป็นแมลงศัตรูของมันเทศตั้งแต่ในยุคแรกที่มีการปลูกมันเทศในทวีปแอฟริกา จากนั้นมันได้แพร่กระจายไปยังพื้นที่ปลูกมันเทศอื่น ๆ ผ่านทางการเคลื่อนย้ายพืชผลเกษตร และการนำเข้ามันเทศจากต่างประเทศ (Chalfant *et al., 1990*) การแพร่กระจายของด้วงงวงมันเทศได้รับการบันทึกว่าเริ่มปรากฏในเอเชียและหมู่เกาะแปซิฟิกเมื่อช่วงศตวรรษที่ 19 เมื่อมีการขยายการค้าขายระหว่างประเทศ ด้วงงวงมันเทศถูกพบครั้งแรกในญี่ปุ่นและหมู่เกาะฮาวายในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 และจากนั้นก็แพร่กระจายไปยังประเทศอื่น ๆ ในภูมิภาคเอเชีย เช่น จีน อินเดีย และไทย (Sherman and Tamashiro, 1954) ในอเมริกา ด้วงงวงมันเทศถูกพบครั้งแรกในรัฐฟลอริดา สหรัฐอเมริกา ในช่วงกลางศตวรรษที่ 19 ซึ่งทำให้การผลิตมันเทศในพื้นที่ดังกล่าวลดลงอย่างมาก การระบาดของด้วงงวงมันเทศในอเมริกาถูกบันทึกไว้ว่าเป็นปัญหาที่รุนแรงที่สุดในการเพาะปลูกมันเทศในภูมิภาคนี้ (Cockerham *et al.*, 1954) ด้วงงวงมันเทศเป็นศัตรูพืชที่สำคัญของมันเทศทั่วโลก เป็นแมลงศัตรูพืชที่มีลักษณะพิเศษ มีลำตัวสีน้ำเงินหรือสีดำเข้ม ขนาดประมาณ 6 มิลลิเมตร และมีลักษณะปากงวงที่ยาวซึ่งใช้เจาะเนื้อเยื่อพืช ตัวเมียวางไข่ลงในรากและลำต้นของมันเทศ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อต้นพืชและราก ตัวอ่อนจะเจาะกินภายในราก ทำให้เนื้อรากเกิดการเน่าเสียและลดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ งานวิจัยของ Jackson *et al.* (2002) ชี้ให้เห็นว่าด้วงงวงมันเทศสามารถแพร่พันธุ์ได้หลายรุ่นต่อปี วงจรชีวิตของด้วงงวงมันเทศใช้เวลาประมาณ 4-6 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้น ทำให้สามารถขยายจำนวนประชากรได้อย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ งานวิจัยของ Mullen *et al.* (2014) ระบุว่าอัตราการวางไข่ของตัวเมียมีความสัมพันธ์อย่างมากกับอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยเฉพาะในเขตร้อนชื้นที่มีอุณหภูมิสูง ด้วงงวงสามารถแพร่พันธุ์ได้เร็วและรุนแรงกว่าภูมิภาคที่มีอากาศเย็น นอกจากนี้ งานวิจัยยังชี้ให้เห็นว่าด้วงงวงมันเทศมีอัตราการรอดชีวิตสูงในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง ซึ่งทำให้การจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญในการควบคุมการระบาดของแมลงชนิดนี้ ผลกระทบทางเศรษฐกิจจากการระบาดของด้วงงวงมันเทศด้วงงวงมันเทศเป็นแมลงศัตรูที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อผลผลิตมันเทศทั้งในด้านปริมาณและ

คุณภาพ งานวิจัยของ Chalfant *et al.* (1990) ระบุว่าการระบาดของด้วงงวงมันเทศสามารถทำลายผลผลิตมันเทศได้มากถึง 60-100 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่ที่มีการระบาดรุนแรง ความเสียหายเหล่านี้มักจะมีลักษณะรุนแรงในช่วงเก็บเกี่ยว เนื่องจากแมลงสามารถเจาะกินเนื้อรากมันเทศที่เติบโตได้เต็มที่ ซึ่งทำให้ผลผลิตไม่สามารถนำมาจำหน่ายหรือบริโภคได้ งานวิจัยของ Reddy *et al.* (2006) พบว่าด้วงงวงมันเทศสามารถลดคุณภาพของมันเทศได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากแมลงเจาะกินเนื้อราก ส่งผลให้รากเกิดกลิ่นเหม็นและมีลักษณะผิวที่เสียหาย ทำให้ผู้บริโภคไม่สามารถยอมรับผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้ นอกจากนี้ ในตลาดต่างประเทศเช่น ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา คุณภาพของผลิตภัณฑ์มันเทศมีความสำคัญมากในการส่งออก ดังนั้นการระบาดของด้วงงวงมันเทศจึงส่งผลกระทบโดยตรงต่อการส่งออกผลิตภัณฑ์มันเทศจากประเทศผู้ผลิต และงานวิจัยของ Smit *et al.* (2013) ยังชี้ให้เห็นว่าการระบาดของด้วงงวงมันเทศสามารถส่งผลให้ราคาผลผลิตมันเทศลดลงอย่างมากในตลาดท้องถิ่นและตลาดต่างประเทศ ซึ่งส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรโดยตรง การสูญเสียนี้ทำให้เกษตรกรต้องรับภาระค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในการควบคุมศัตรูพืชและอาจส่งผลต่อความมั่นคงทางอาหารในบางภูมิภาค การแพร่กระจายและการระบาดของด้วงงวงมันเทศ ด้วงงวงมันเทศสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วทั้งในพื้นที่ท้องถิ่นและภูมิภาคอื่น ๆ ผ่านการเคลื่อนย้ายของรากมันเทศที่ปนเปื้อนแมลง งานวิจัยโดย Ravi *et al.* (2018) ระบุว่าการระบาดของด้วงงวงมันเทศมักจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงที่แมลงมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการแพร่พันธุ์และการเจริญเติบโต สภาพอากาศที่ชื้นและอุณหภูมิที่สูงทำให้ด้วงงวงสามารถแพร่พันธุ์ได้เร็วและกระจายตัวในพื้นที่เพาะปลูกมันเทศ การแพร่ระบาดของด้วงงวงมันเทศยังเกี่ยวข้องกับการค้าขายระหว่างประเทศ งานวิจัยของ Mullen *et al.* (2014) ชี้ให้เห็นว่าการเคลื่อนย้ายของรากมันเทศที่มีด้วงงวงติดมาด้วยสามารถเป็นสาเหตุของการแพร่กระจายในระดับสากล นอกจากนี้ การไม่ควบคุมการเคลื่อนย้ายของพืชและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ติดเชื้อด้วงงวงยังส่งผลให้เกิดการแพร่ระบาดในพื้นที่ใหม่ที่ไม่เคยมีปัญหาด้วงงวงมาก่อน ซึ่งยากต่อการควบคุมและกำจัดในระยะยาว การจัดการและควบคุมด้วงงวงมันเทศเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับเกษตรกร เนื่องจากแมลงชนิดนี้สามารถซ่อนตัวอยู่ภายในรากและลำต้นของพืช ทำให้การควบคุมด้วยสารเคมีหรือการกำจัดแมลงโดยใช้วิธีทางกายภาพไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร งานวิจัยของ Villordon *et al.* (2012) พบว่าการใช้สารเคมีในการควบคุมด้วงงวงมันเทศมักจะไม่ประสบความสำเร็จในระยะยาว เนื่องจากแมลงสามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีได้ นอกจากนี้สารเคมีบางชนิดยังสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ งานวิจัยของ Mullen *et al.* (2014) ชี้ให้เห็นว่าการควบคุมด้วงงวงมันเทศโดยใช้ศัตรูธรรมชาติ เช่น เชื้อราและปรสิตที่เป็นศัตรูของแมลงชนิดนี้ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากกว่าในบางกรณี ศัตรูธรรมชาติสามารถลดจำนวนประชากรของด้วงงวงได้ในระดับที่เหมาะสม โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการระบาดอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การควบคุมด้วยวิธีชีวภาพยังคงต้องการการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ผลในพื้นที่และสภาพแวดล้อม

ที่หลากหลาย แนวทางการจัดการด้วงงวงมันเทศในอนาคตควรมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัยและการปรับปรุงวิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพ งานวิจัยของ Ames *et al.* (2020) เสนอให้ใช้เทคโนโลยีการตรวจจับแมลงด้วยเซนเซอร์ หรือการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการติดตามการระบาดและการเคลื่อนไหวของแมลง นอกจากนี้ การพัฒนาสายพันธุ์มันเทศที่ทนทานต่อด้วงงวงยังเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยลดผลกระทบจากการระบาดได้ งานวิจัยโดย Okada *et al.* (2019) ได้พัฒนาสายพันธุ์มันเทศที่มีความทนทานต่อด้วงงวงมันเทศ โดยการใช้เทคโนโลยีชีวภาพในการปรับปรุงพันธุกรรม ซึ่งช่วยลดการใช้สารเคมีและเพิ่มผลผลิตในระยะยาว นอกจากนี้ การปลูกพืชหมุนเวียนและการใช้ระบบการเกษตรแบบยั่งยืนยังเป็นวิธีที่มีศักยภาพในการลดความเสี่ยงจากการระบาดของด้วงงวงและศัตรูพืชอื่น ๆ ในอนาคต (รูปที่ 2.1)



รูปที่ 2.1 ด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ก: ระยะตัวอ่อน ข: ระยะตัวเต็มไว

2.3 วัชพืชที่สำคัญของมันเทศ

มันเทศไม่เพียงแต่เป็นพืชที่ให้พลังงานในปริมาณมากเท่านั้น แต่ยังเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมหลากหลายและสามารถเจริญเติบโตได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ แม้ว่าจะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการปลูกในพื้นที่ที่มีข้อจำกัด แต่ผลผลิตมันเทศมักถูกกระทบอย่างรุนแรงจากศัตรูพืชต่าง ๆ โดยเฉพาะวัชพืชที่สามารถแข่งขันกับมันเทศได้ในการแย่งชิงทรัพยากร เช่น น้ำ แร่ธาตุ และแสงแดด วัชพืชเหล่านี้มักส่งผลกระทบต่อผลผลิตในแง่ของปริมาณและคุณภาพ (Lebot, 2009; FAO, 2013) วัชพืชเป็นปัญหาที่ใหญ่ที่สุดปัญหาหนึ่งในการผลิตมันเทศ เนื่องจากวัชพืชสามารถ

เจริญเติบโตได้รวดเร็วกว่าพืชหลัก และมีความสามารถในการแข่งขันสูง วัชพืชไม่เพียงแต่ทำให้พืชหลักได้รับสารอาหารน้อยลง แต่ยังสร้างเงาบดบังแสงแดดที่พืชหลักต้องการเพื่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ทำให้ต้นมันเทศมีการเจริญเติบโตช้าและอาจส่งผลให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก (Smith *et al*., 2011) งานวิจัยระบุว่าวัชพืชบางชนิดสามารถลดผลผลิตมันเทศได้มากถึง 30-50 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่ที่มีการระบาดรุนแรง (Reddy *et al*., 2007) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.) และผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) เป็นวัชพืชที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่ปลูกมันเทศทั่วโลก โดยทั้งสองชนิดนี้มีความสามารถในการปรับตัวสูง ทำให้สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายและสามารถทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงได้ดี (Zimdahl, 2004) หญ้าข้าวนกเป็นหญ้าที่มีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วและสามารถผลิตเมล็ดได้จำนวนมาก โดยต้นหญ้าข้าวนกเพียงต้นเดียวสามารถสร้างเมล็ดได้มากถึง 40,000 เมล็ดในหนึ่งฤดูปลูก (Smith *et al*., 2011) ผักโขมเองก็มีความสามารถในการผลิตเมล็ดจำนวนมาก และยังสามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืชบางชนิด เช่น glyphosate ซึ่งทำให้การจัดการวัชพืชชนิดนี้เป็นไปได้ยากขึ้นในบางกรณี (Powles *et al*., 2010) วัชพืชทั้งสองชนิดนี้มีผลกระทบทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างรุนแรง โดยหากไม่มีการควบคุมอย่างเหมาะสม หญ้าข้าวนกและผักโขมสามารถทำให้ผลผลิตมันเทศลดลงอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังมีผลต่อคุณภาพของมันเทศ ทำให้ผลผลิตที่ได้ไม่สามารถจำหน่ายได้ในราคาที่ดี และส่งผลกระทบต่อรายได้ของเกษตรกรอย่างมาก (Jordan *et al*., 2016) การจัดการวัชพืชในพื้นที่เพาะปลูกมันเทศจึงเป็นเรื่องที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง และต้องใช้วิธีการจัดการที่ยั่งยืนและมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด การจัดการวัชพืชควรใช้วิธีการที่ผสมผสานหลายวิธีเข้าด้วยกัน เช่น การใช้พืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน และการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น โดรนและภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อช่วยในการตรวจจับและระบุพื้นที่ที่มีการระบาดของวัชพืช (Teasdale *et al*., 2007; Westwood *et al*., 2018) การใช้แนวทางที่ผสมผสานเหล่านี้จะช่วยลดการพึ่งพาสารเคมีกำจัดวัชพืช และส่งผลให้การจัดการวัชพืชเป็นไปอย่างยั่งยืนและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.3.1 วัชพืชหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.)

ในสมัยโบราณ หญ้าข้าวนกถูกใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์เลี้ยงในหลายพื้นที่ของเอเชียตะวันออกและยุโรป แต่ต่อมามีการค้นพบว่าหญ้าชนิดนี้สามารถแข่งขันกับพืชปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะข้าว เนื่องจากสามารถเจริญเติบโตในพื้นที่ที่มีความชื้นสูงเหมือนกับพืชข้าว ทำให้มันเริ่มได้รับการจัดว่าเป็นวัชพืชที่เป็นปัญหาสำคัญต่อการเกษตร (Holm *et al.,* 1977) ในช่วงศตวรรษที่ 16-17 หญ้าข้าวนกได้เริ่มแพร่กระจายเข้าสู่ทวีปอเมริกาผ่านการนำเข้าพืชผลทางการเกษตรจากยุโรปและเอเชีย หญ้าชนิดนี้เริ่มระบาดอย่างรุนแรงในพื้นที่เพาะปลูกข้าวและพืชไร่อื่น ๆ เช่น ข้าวโพดในทวีปอเมริกาเหนือและใต้ (Barrett, 1983) จากนั้นหญ้าข้าวนกได้แพร่กระจายเข้าสู่

เขตร้อนและเขตอบอุ่นทั่วโลกโดยเฉพาะในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศไทยและเวียดนาม ซึ่งเป็นแหล่งเพาะปลูกข้าวที่ใหญ่ที่สุดในโลก การแพร่กระจายของหญ้าข้าวนกในเขตนี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความสามารถของมันในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย และความสามารถในการผลิตเมล็ดจำนวนมาก (Miyagi *et al*., 2009) หญ้าข้าวนกเป็นวัชพืชประเภทหญ้าที่พบได้ทั่วไปในพื้นที่เพาะปลูกพืชหลักทั่วโลก โดยเฉพาะในแปลงปลูกมันเทศ หญ้าข้าวนกเป็นหญ้าประจำปีที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่อุดมสมบูรณ์และมีความชื้นสูง ลักษณะเด่นของหญ้าข้าวนกคือความสามารถในการผลิตเมล็ดจำนวนมาก โดยต้นหญ้าข้าวนกเพียงต้นเดียวสามารถผลิตเมล็ดได้ถึง 40,000 เมล็ดในช่วงเวลาสั้น ๆ นอกจากนี้ เมล็ดของหญ้าข้าวนกยังสามารถอยู่ในดินได้นานหลายปี ทำให้เกิดการระบาดอย่างต่อเนื่องแม้จะมีการจัดการในฤดูปลูกก่อนหน้า หญ้าข้าวนกเป็นวัชพืชที่มีความสามารถในการแข่งขันสูง โดยเฉพาะในแง่ของการแย่งน้ำและแร่ธาตุจากพืชหลัก เช่น มันเทศ งานวิจัยของ Reddy *et al.* (2007) พบว่าหญ้าข้าวนกสามารถลดผลผลิตของมันเทศได้ถึง 30-50 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการระบาดอย่างรุนแรง นอกจากนี้ หญ้าข้าวนกยังสามารถสร้างเงาทับพืชหลัก ทำให้ต้นมันเทศไม่ได้รับแสงแดดที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต หญ้าข้าวนกยังเป็นพืชที่มีรากลึกและแข็งแรง ทำให้สามารถแย่งน้ำและแร่ธาตุจากดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นผลให้ต้นมันเทศมีการเจริญเติบโตช้าและมีผลผลิตลดลง นอกจากผลกระทบทางตรงต่อการเจริญเติบโตของมันเทศแล้ว หญ้าข้าวนกยังมีผลกระทบทางอ้อม เนื่องจากเป็นแหล่งสะสมของแมลงศัตรูพืชและโรคพืชที่สามารถแพร่ระบาดไปยังมันเทศได้ งานวิจัยของ Smith *et al.* (2011) พบว่าหญ้าข้าวนกสามารถทำให้การแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืช เช่น ด้วงงวงมันเทศระบาดรุนแรงขึ้นเนื่องจากหญ้าข้าวนกเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมสำหรับแมลงเหล่านี้ หญ้าข้าวนกเป็นวัชพืชที่มีการระบาดได้อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนซึ่งมีความชื้นสูงและสภาพดินที่เหมาะสม งานวิจัยของ Zimdahl (2004) ชี้ให้เห็นว่าหญ้าข้าวนกสามารถแพร่กระจายได้ผ่านการเคลื่อนย้ายของเมล็ดที่ติดมากับลม น้ำ และสัตว์ นอกจากนี้ การใช้เครื่องจักรการเกษตร เช่น รถไถและเครื่องตัดหญ้าที่ไม่ได้ทำความสะอาดยังเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถแพร่กระจายไปยังแปลงเพาะปลูกมันเทศได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้งานวิจัยของ Jordan *et al.* (2016) ยังชี้ให้เห็นว่าหญ้าข้าวนกสามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืชบางชนิดได้ ทำให้การจัดการหญ้าข้าวนกในพื้นที่เพาะปลูกเป็นเรื่องยาก การใช้สารเคมีอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอในการควบคุมการระบาดของหญ้าข้าวนกในระยะยาว (รูปที่ 2.2)

รูปที่ 2.2 วัชพืชหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.)
ที่มา : https://www.unilife.co.th/?agricultural_knowled

2.3.2 วัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.)

ผักโขมเป็นวัชพืชที่มีการแพร่กระจายกว้างขวางและมีความสำคัญในด้านการเกษตรทั่วโลก พืชชนิดนี้มีต้นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือและอเมริกาใต้ โดยมีหลักฐานทางโบราณคดีบ่งชี้ว่าผักโขมถูกใช้เป็นแหล่งอาหารหลักตั้งแต่ยุคก่อนประวัติศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในหมู่ชนพื้นเมืองในทวีปอเมริกา เช่น แอซเท็กและมายันในเม็กซิโกที่ใช้เมล็ดของผักโขมในการทำอาหาร (Gaines *et al*., 2019)ในช่วงการล่าอาณานิคมในศตวรรษที่ 16 ผักโขมได้ถูกนำเข้าสู่ทวีปยุโรปและแพร่กระจายไปยังภูมิภาคอื่น ๆ ของโลก เช่น เอเชียและแอฟริกา ซึ่งในช่วงนี้ผักโขมเริ่มเป็นปัญหาต่อการเกษตรเนื่องจากความสามารถในการแข่งขันกับพืชปลูก ผักโขมเป็นวัชพืชที่มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว (Baucom, 2019) ในศตวรรษที่ 20 ผักโขมกลายเป็นปัญหาสำคัญทางการเกษตร โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการปลูกพืชเชิงเศรษฐกิจ เช่น ข้าวโพดและถั่วเหลือง งานวิจัยหลายชิ้นพบว่าผักโขมมีความสามารถในการต้านทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืชได้ในหลายชนิด ทำให้การควบคุมวัชพืชชนิดนี้เป็นเรื่องท้าทายสำหรับเกษตรกร (Chatham *et al*., 2015) ผักโขมเป็นวัชพืชที่มีความสามารถในการแพร่กระจายสูง พบได้ทั่วไปในพื้นที่เพาะปลูกหลายประเภท รวมถึงแปลงปลูกมันเทศ ผักโขมสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีคุณภาพหลากหลาย ทั้งดินเหนียว ดินร่วน และดินที่มีความชื้นต่ำ นอกจากนี้ ผักโขมยังสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งได้เป็นอย่างดี ทำให้สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวย ผักโขมเป็นวัชพืชที่

สามารถสร้างผลกระทบอย่างรุนแรงต่อผลผลิตมันเทศ งานวิจัยของ Powles *et al.* (2010) พบว่าผักโขมสามารถแย่งน้ำและแร่ธาตุจากมันเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ต้นมันเทศไม่ได้รับสารอาหารที่เพียงพอ นอกจากนี้ ผักโขมยังสามารถสร้างเงาทับต้นมันเทศ ทำให้พืชได้รับแสงแดดน้อยลงในระยะที่พืชต้องการพลังงานจากแสงแดดมากที่สุด ซึ่งทำให้การเจริญเติบโตของมันเทศช้าลง อีกหนึ่งปัญหาสำคัญคือ ผักโขมบางชนิดสามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืชบางชนิด เช่น glyphosate ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย งานวิจัยของ Reddy *et al.* (2007) พบว่าการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชอย่างต่อเนื่องอาจทำให้วัชพืชบางชนิดพัฒนาความต้านทานได้ ซึ่งทำให้การควบคุมผักโขมทำได้ยากขึ้น และส่งผลให้เกิดการระบาดที่รุนแรงขึ้นในพื้นที่เพาะปลูกมันเทศ ผักโขมเป็นวัชพืชที่สามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากสามารถสร้างเมล็ดได้เป็นจำนวนมากในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ งานวิจัยของ Smith *et al.* (2011) พบว่าผักโขมสามารถผลิตเมล็ดได้มากถึง 100,000 เมล็ดต่อต้นในหนึ่งฤดูปลูก และเมล็ดของผักโขมสามารถอยู่รอดในดินได้นานหลายปี ซึ่งทำให้เกิดการระบาดซ้ำในพื้นที่เพาะปลูกแม้จะมีการจัดการไปแล้วในฤดูกาลก่อนหน้า การจัดการวัชพืชในไร่มันเทศเป็นสิ่งที่ท้าทาย เนื่องจากวัชพืชทั้งหญ้าข้าวนกและผักโขมสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วและมีความสามารถในการต้านทานต่อสารเคมีกำจัดวัชพืช งานวิจัยของ Bond and Grundy (2001) ชี้ให้เห็นว่าการใช้สารเคมีอย่างเดียวในการควบคุมวัชพืชในไร่มันเทศอาจไม่เพียงพอ เนื่องจากวัชพืชบางชนิดสามารถพัฒนาความต้านทานต่อสารเคมีได้ ทำให้ต้องใช้ปริมาณสารเคมีมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของเกษตรกร นอกจากนี้การใช้สารเคมีอย่างต่อเนื่องยังอาจทำให้ดินเสื่อมสภาพ งานวิจัยของ Jordan *et al.* (2016) ระบุว่าการใช้สารเคมีในการควบคุมวัชพืชมากเกินไปอาจทำให้โครงสร้างดินเสื่อมลง และลดความสามารถ วิธีการจัดการวัชพืชในไร่มันเทศที่ยั่งยืนต้องอาศัยการใช้เทคนิคผสมผสาน งานวิจัยของ Swanton and Murphy (2006) เสนอแนวทางการจัดการวัชพืชที่ผสมผสานการใช้พืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน และการใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียน เช่น ข้าวโพดหรือถั่วเหลือง สามารถช่วยลดการเจริญเติบโตของวัชพืชในช่วงที่ไม่ใช่ฤดูปลูกมันเทศ ซึ่งทำให้การควบคุมวัชพืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น การใช้พืชคลุมดินยังเป็นอีกหนึ่งวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการลดการเจริญเติบโตของวัชพืช งานวิจัยของ Teasdale *et al.* (2007) แสดงให้เห็นว่าการปลูกพืชคลุมดิน เช่น ถั่วเขียว หรือการใช้วัสดุคลุมดิน เช่น พลาสติกคลุมแปลง สามารถลดการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ เนื่องจากพืชคลุมดินสามารถป้องกันแสงแดดไม่ให้ถึงเมล็ดวัชพืช และช่วยรักษาความชื้นในดินได้ดี การใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการจัดการวัชพืชสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในไร่มันเทศได้ งานวิจัยของ Westwood *et al.* (2018) เสนอให้ใช้เทคโนโลยีการตรวจจับวัชพืชด้วยระบบภาพถ่ายดาวเทียมหรือโดรน เพื่อระบุพื้นที่ที่มีการระบาดของวัชพืชอย่างแม่นยำ วิธีนี้ช่วยให้เกษตรกรสามารถระบุและควบคุมวัชพืชในพื้นที่ที่มีปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และลดการใช้สารเคมีในพื้นที่ที่ไม่จำเป็น นอกจากนี้

งานวิจัยของ Kumar *et al.* (2019) ยังเสนอให้ใช้เทคโนโลยีการพ่นสารเคมีกำจัดวัชพืชแบบแม่นยำ (precision spraying) ซึ่งช่วยลดปริมาณการใช้สารเคมีและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม วิธีนี้สามารถลดต้นทุนการจัดการวัชพืชและช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมในระยะยาว (รูปที่ 2.3)

รูปที่ 2.3 วัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.)
ที่มา : https://arit.kpru.ac.th/ap2/local/?nu=pages&page_id=92&code_db=610010

2.4 โรครากเน่าจากเชื้อรา *Fusarium* sp.

มันเทศเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญในหลายประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทย (Okada *et al*., 2020) มันเทศถูกนำมาใช้ในอาหารหลากหลายรูปแบบ ทั้งการบริโภคหัวมันสดและนำไปสู่การแปรรูปเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยารักษาโรค (Smith *et al*., 2021) อย่างไรก็ตามการผลิตมันเทศต้องเผชิญกับโรคพืชหลายชนิด โดยเฉพาะโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. ซึ่งเป็นเชื้อราที่มีบทบาทสำคัญในการลดผลผลิตและคุณภาพของมันเทศ (Li *et al*., 2022) โรครากเน่านี้ไม่เพียงแต่ลดปริมาณผลผลิต แต่ยังส่งผลต่อการเก็บเกี่ยว การส่งออก และการตลาด (Zhao *et al*., 2022) เชื้อรา *Fusarium* sp. เป็นเชื้อราชนิดหนึ่งที่สามารถอาศัยอยู่ในดินและมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (Wang *et al*., 2021) เชื้อราชนิดนี้สามารถแพร่กระจายผ่านทางดิน น้ำ และเครื่องมือการเกษตรที่ปนเปื้อน ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการระบาดอย่างกว้างขวาง (Liu *et al*., 2021) โรครากเน่าที่เกิดจาก *Fusarium* sp. สามารถพบได้ในพื้นที่การปลูก

มันเทศทั่วโลก โดยเฉพาะในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่มีสภาพอากาศชื้นซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Bai *et al*., 2021) เมื่อเชื้อรา *Fusarium* sp. เข้าทำลายรากของมันเทศ อาการที่พบได้ชัดเจนคือการเน่าของรากและหัวมันเทศ โดยเริ่มจากรากที่เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือดำ จากนั้นจึงขยายไปยังเนื้อของหัวมันซึ่งจะกลายเป็นสีน้ำตาลและมีลักษณะเปื่อยยุ่ย (Zhu *et al*., 2020) อาการที่แสดงให้เห็นถึงการติดเชื้อ *Fusarium* sp. อย่างชัดเจนคือการเหี่ยวเฉาของต้นมันเทศ การแห้งเหี่ยวของใบ และการตายของต้นในระยะเวลาสั้น ๆ (Peng *et al*., 2021) กระบวนการเกิดโรครากเน่าเริ่มต้นจากการที่สปอร์ของเชื้อราเข้าสู่ระบบรากของมันเทศผ่านแผลหรือรอยแตกในราก (Liu *et al*., 2022) จากนั้นเชื้อราจะเข้าสู่ท่อน้ำและท่ออาหารของพืช ทำให้การลำเลียงน้ำและสารอาหารถูกขัดขวาง ส่งผลให้พืชเหี่ยวแห้งและตายในที่สุด (Smith *et al*., 2021) ปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการระบาดของเชื้อรา *Fusarium* sp. คือสภาพแวดล้อมที่ชื้นและมีอุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Deng *et al*., 2021) นอกจากนี้ ดินที่มีสภาพเป็นกรดสูงและการสะสมของสารอินทรีย์ในดินก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Gao *et al*., 2021) พื้นที่ที่มีการปลูกพืชหมุนเวียนไม่เหมาะสม เช่น การปลูกพืชที่มีความไวต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. ติดต่อกันหลายฤดู จะทำให้เชื้อราสะสมในดินและเกิดการระบาดอย่างรุนแรงมากขึ้น (Wang *et al*., 2020) โรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. เป็นปัญหาที่มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจของเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศ โดยเฉพาะในประเทศที่พึ่งพาการส่งออกมันเทศ (Wu *et al*., 2022) การระบาดของโรคทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก โดยในบางกรณีอาจทำให้เกษตรกรสูญเสียผลผลิตทั้งหมด (Smith *et al*., 2021) นอกจากนี้การที่หัวมันเทศเน่าเสียจากการติดเชื้อทำให้ไม่สามารถเก็บรักษาหรือส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศได้ ส่งผลให้รายได้ของเกษตรกรลดลงและเกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ (Zhao *et al*., 2022) การจัดการโรครากเน่าจากเชื้อรา *Fusarium* sp. จำเป็นต้องใช้แนวทางที่หลากหลายและครอบคลุม เพื่อควบคุมการระบาดและลดความเสียหายต่อผลผลิต (Li *et al*., 2022) หนึ่งในวิธีการสำคัญที่ได้รับการศึกษาอย่างกว้างขวางคือการใช้พันธุ์มันเทศที่มีความต้านทานต่อเชื้อรา (Liu *et al*., 2021) การใช้พันธุ์ต้านทานสามารถลดการระบาดของโรคได้อย่างมีนัยสำคัญ และยังช่วยลดการใช้สารเคมีในการควบคุมโรค (Zhang *et al*., 2022) นอกจากนี้ การปลูกพืชหมุนเวียนกับพืชที่ไม่ไวต่อเชื้อรา เช่น ข้าวโพด หรือพืชตระกูลถั่ว ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยลดการสะสมของเชื้อราในดิน (Wang *et al*., 2020) การใช้สารเคมีเพื่อป้องกันและรักษาโรครากเน่าก็เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมเช่นกัน แต่การใช้สารเคมีจำเป็นต้องพิจารณาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้ใช้ (Bai *et al*., 2021) การใช้สารเคมีควรทำในขอบเขตที่เหมาะสมและปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของสารเคมีในดินและน้ำ (Zhu *et al*., 2020) นอกจากการใช้สารเคมีและพันธุ์ต้านทานแล้ว การใช้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในดินก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่มีศักยภาพในการจัดการโรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. งานวิจัยหลายชิ้นได้แสดง

ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ซึ่งเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการแข่งขันกับ *Fusarium* sp. ในการแย่งชิงทรัพยากรในดิน และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. (Zhang *et al*., 2022) การใช้ *Trichoderma* spp. นับเป็นวิธีการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและปลอดภัยต่อสุขภาพมนุษย์ เนื่องจากไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว (Li *et al*., 2022) งานวิจัยเกี่ยวกับเชื้อรา *Fusarium* sp. และโรครากเน่ามุ่งเน้นไปที่การพัฒนาแนวทางใหม่ในการป้องกันและรักษาโรคโดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพ งานวิจัยของ Liu *et al*. (2021) ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้จุลินทรีย์ *Bacillus subtilis* ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ซึ่งสามารถลดการเกิดโรครากเน่าในมันเทศได้อย่างมีนัยสำคัญ (Liu *et al*., 2021) นอกจากนี้งานวิจัยของ Zhang *et al*. (2022) ยังได้ศึกษาการใช้เชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมการแพร่กระจายของ *Fusarium* sp. ซึ่งเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพในการลดการใช้สารเคมี (Zhang *et al*., 2022) โรครากเน่าของมันเทศที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium* sp. เป็นปัญหาที่มีผลกระทบทางเศรษฐกิจและการเกษตรอย่างมากในหลายประเทศทั่วโลก (Okada *et al*., 2020) การควบคุมโรคนี้ต้องอาศัยการจัดการที่เหมาะสมและหลากหลาย ทั้งการเลือกใช้พันธุ์ที่ต้านทาน การใช้สารเคมี การปลูกพืชหมุนเวียน และการใช้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ (Liu *et al*., 2021) แนวทางการใช้เชื้อจุลินทรีย์ในการควบคุมโรคเป็นแนวทางที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและมีประสิทธิภาพเป็นทางเลือกในการลดการแพร่กระจายของโรครากเน่าในมันเทศในอนาคต (Zhang *et al*., 2022)

2.5 สารสกัดจากพืช

สารสกัดจากพืช (plant extracts) มีบทบาทสำคัญในการวิจัยด้านเภสัชวิทยาและผลิตภัณฑ์สุขภาพต่างๆ โดยพืชสมุนไพรเป็นแหล่งของสารสำคัญทางชีวภาพที่สามารถใช้เป็นยาและผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร รวมถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ การสกัดสารสำคัญจากพืชนั้นไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มความเข้มข้นของสารสำคัญในพืชแต่ละชนิด แต่ยังช่วยให้สามารถนำสารเหล่านี้ไปใช้ในรูปแบบต่างๆ ได้ง่ายขึ้น การสกัดสารจากพืชมีวิธีการและเทคนิคหลายอย่างซึ่งต้องพิจารณาเลือกใช้ตามวัตถุประสงค์ของการสกัด รวมถึงชนิดของพืชและตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัด (Kumar *et al*., 2021)

การสกัดสารจากพืชนั้นมีวิธีการและขั้นตอนหลายแบบ ซึ่งวิธีการแต่ละแบบมีความเหมาะสมต่อชนิดของพืชและสารที่ต้องการสกัดแตกต่างกัน การเลือกวิธีการที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของการสกัด โดยทั่วไปวิธีการสกัดสามารถแบ่งออกได้เป็นหลายประเภท ดังนี้

1. การสกัดแบบมาเซอเรชั่น (maceration) การสกัดแบบมาเซอเรชั่นเป็นวิธีการสกัดแบบเบื้องต้นและเรียบง่าย โดยนำพืชที่ต้องการสกัดมาหั่นหรือบดละเอียดแล้วแช่ในตัวทำละลายเป็นระยะ

เวลานาน ตัวทำละลายจะทำหน้าที่ดึงสาระสำคัญออกจากเซลล์พืช วิธีนี้มักใช้ในการสกัดสารที่ไวต่อความร้อน เนื่องจากไม่ต้องใช้ความร้อนในการกระตุ้นกระบวนการ (Handa *et al*., 2008) ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถสกัดสารออกมาได้ในปริมาณที่เพียงพอ แต่ข้อเสียคือใช้เวลาในการสกัดนาน

2. การสกัดแบบเพอร์โคเลชัน (percolation) การสกัดแบบเพอร์โคเลชันเป็นวิธีที่พืชถูกบดละเอียดและนำมาวางในเครื่องสกัดแบบต่อเนื่อง โดยตัวทำละลายจะไหลผ่านพืชอย่างต่อเนื่องเพื่อดึงสารสำคัญออกมา วิธีนี้มักใช้เมื่อจำเป็นต้องสกัดสารในปริมาณมากหรือเมื่อการสกัดแบบมาเซอเรชั่นไม่เพียงพอ (Azwanida, 2015) เพอร์โคเลชันมีข้อดีตรงที่สามารถสกัดสารสำคัญได้ในระยะเวลาที่สั้นกว่าวิธีมาเซอเรชั่น

3. การสกัดแบบรีฟลักซ์ (reflux extraction) การสกัดแบบรีฟลักซ์ใช้ความร้อนในกระบวนการ โดยพืชที่ต้องการสกัดจะถูกวางในเครื่องรีฟลักซ์ (Soxhlet extractor) ซึ่งตัวทำละลายจะถูกความร้อนจนเดือดและกลั่นตัวกลับมาไหลผ่านพืชซ้ำๆ ทำให้สารสกัดถูกดึงออกมาอย่างต่อเนื่อง วิธีนี้มักใช้ในกรณีที่ต้องการสกัดสารในปริมาณมากและต้องการให้การสกัดมีประสิทธิภาพสูง (Stalikas, 2007) ข้อดีของวิธีนี้คือสามารถสกัดสารได้อย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว แต่ข้อเสียคือการใช้ความร้อนอาจทำให้สาระสำคัญบางชนิดเสียสภาพ

4. การสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง (ultrasonic extraction) การสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ช่วยลดเวลาในการสกัดและสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดึงสารออกจากพืชได้ คลื่นเสียงความถี่สูงจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนในของเหลว ซึ่งช่วยทำให้ตัวทำละลายสามารถเข้าถึงเซลล์พืชได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้สารสกัดถูกดึงออกมาได้มากขึ้นในระยะเวลาที่สั้นกว่า (Vinatoru, 2001) ข้อดีของวิธีนี้คือความเร็วและประสิทธิภาพในการสกัดที่สูง แต่ข้อเสียคือการใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนและค่าใช้จ่ายในการทำงานที่สูงขึ้น

5. การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟ (microwave-assisted extraction) การสกัดด้วยคลื่นไมโครเวฟเป็นเทคนิคที่ใช้พลังงานคลื่นไมโครเวฟเพื่อกระตุ้นโมเลกุลของตัวทำละลายและเซลล์พืช ทำให้การสกัดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพสูง คลื่นไมโครเวฟจะทำให้เกิดความร้อนภายในเซลล์ของพืชโดยตรง ทำให้สารสำคัญถูกดึงออกมาได้อย่างรวดเร็ว วิธีนี้มีข้อดีคือสามารถสกัดสารได้ในระยะเวลาสั้นและประหยัดพลังงาน แต่ข้อเสียคือการใช้เทคนิคนี้ต้องการอุปกรณ์ที่ซับซ้อน (Suntornsuk, 2019)

ตัวทำละลายเป็นปัจจัยสำคัญในการสกัดสารจากพืช การเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมต้องคำนึงถึงความเข้ากันได้กับสารที่ต้องการสกัด เช่น น้ำ, เมทานอล, เอทานอล, เอทิลอะซิเตท และเฮกเซน โดยตัวทำละลายที่มีความแตกต่างกันจะให้ผลการสกัดสารที่แตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น น้ำมักใช้สกัดสารพวกฟีนอลิกส์ที่ละลายในน้ำ ส่วนเฮกเซนมักใช้ในการสกัดน้ำมันหรือไขมัน (Azwanida, 2015) การเลือกตัวทำละลายยังขึ้นอยู่กับจุดเดือด ความเข้ากันกับพืช และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ความสำคัญของการสกัดสารจากพืช การสกัดสารจากพืชมีความสำคัญต่อการวิจัยและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง และอุตสาหกรรมอาหาร สารสกัดจากพืชมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ทางสุขภาพ เช่น การต้านอนุมูลอิสระ ต้านการอักเสบ และมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง (Pan *et al*., 2013) นอกจากนี้ การวิจัยเพื่อพัฒนาวิธีการสกัดที่มีประสิทธิภาพยังเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างความยั่งยืนในการใช้ทรัพยากรพืชธรรมชาติและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สรุปการสกัดสารจากพืชเป็นกระบวนการที่มีบทบาทสำคัญในการนำพืชมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ โดยเทคนิคการสกัดมีหลากหลายขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสกัดและชนิดของสารที่ต้องการดึงออกมา การเลือกวิธีการสกัดที่เหมาะสมต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพ ระยะเวลา และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการพัฒนาเทคนิคใหม่ๆ เช่น การสกัดด้วยคลื่นเสียงความถี่สูงและคลื่นไมโครเวฟ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างมีนัยสำคัญ (Vinatoru, 2001; Kumar *et al*., 2021)

2.6 พืชสมุนไพรที่ใช้ทดสอบ

กระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) เป็นพืชในวงศ์ Rubiaceae พบมากในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ประเทศไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (Shellard, 1974) กระท่อมถูกใช้เป็นยาพื้นบ้านในการบรรเทาอาการปวดและเพิ่มพละกำลังมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ (Warner, 2016) ในปัจจุบัน การวิจัยทางวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาถึงสารเคมีที่มีอยู่ในกระท่อมและศักยภาพในการรักษาโรคบางชนิด ซึ่งทำให้กระท่อมได้รับความสนใจจากนักวิจัยในวงกว้าง (Cinosi *et al*., 2015) กระท่อมเป็นไม้ยืนต้นที่มีความสูงประมาณ 12-16 เมตร ใบมีลักษณะเป็นรูปไข่หรือรี ขอบใบเรียบ ดอกมีสีเหลืองอ่อน ออกเป็นช่อกลมเล็ก (Shellard, 1974) กระท่อมพบได้ในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศร้อนชื้น โดยเฉพาะในบริเวณที่มีปริมาณน้ำฝนเพียงพอ (Takayama, 2004) ใบกระท่อมมีการใช้ในภูมิภาคนี้มาอย่างยาวนานโดยเฉพาะในประเทศไทยและมาเลเซียเพื่อเพิ่มพละกำลังและบรรเทาอาการปวดเมื่อย (Singh *et al*., 2020) กระท่อมมีประวัติการใช้ในทางการแพทย์พื้นบ้านเป็นยาระงับปวด แก้ปวดเมื่อย และรักษาอาการท้องเสียมาเป็นเวลานาน โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Hassan *et al*., 2013) ชาวบ้านในประเทศไทยและมาเลเซียมักใช้กระท่อมในรูปแบบการ

เคี้ยวใบสดเพื่อเพิ่มพละกำลังในการทำงานหรือในรูปแบบการดื่มชาเพื่อรักษาอาการทางระบบทางเดินอาหาร (Grundmann, 2017) นอกจากนี้ กระท่อมยังถูกใช้ในมาเลเซียเพื่อรักษาอาการถอนเฮโรอีนและยาเสพติดชนิดอื่น (Vicknasingam *et al*., 2020) สารออกฤทธิ์หลักที่พบในกระท่อมคือ Mitragynine ซึ่งเป็นอัลคาลอยด์ที่มีฤทธิ์ต่อระบบประสาทและทำงานคล้ายกับโอปิออยด์ (Takayama, 2004) สารนี้สามารถออกฤทธิ์บรรเทาอาการปวดได้โดยไม่ทำให้เกิดการกดการหายใจเหมือนกับโอปิออยด์ทั่วไป เช่น มอร์ฟีน (Warner, 2016) นอกจากนี้ กระท่อมยังมีสาร 7-hydroxymitragynine ซึ่งมีฤทธิ์ในการระงับปวดได้ดีกว่า Mitragynine (Hassan *et al*., 2013) Mitragynine เป็นสารออกฤทธิ์หลักในกระท่อม และมีความเข้มข้นสูงสุดในใบ โดยสารนี้มีคุณสมบัติในการออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทผ่านการกระตุ้นตัวรับ μ-opioid receptors ในสมอง ซึ่งมีผลในการบรรเทาอาการเจ็บปวดและลดการอักเสบ (Boyer *et al*., 2008) นอกจากสาร Mitragynine และ 7-hydroxymitragynine กระท่อมยังมีสารอัลคาลอยด์อื่นๆ เช่น Speciogynine, Paynantheine, และ Corynantheidine ซึ่งมีฤทธิ์ที่หลากหลายต่อระบบประสาทและอาจมีผลช่วยลดอาการซึมเศร้าและวิตกกังวล (Singh *et al*., 2020)

สรรพคุณของกระท่อม

1. ระงับปวด: กระท่อมมีสาร Mitragynine และ 7-hydroxymitragynine ซึ่งออกฤทธิ์ในการระงับอาการเจ็บปวดคล้ายกับโอปิออยด์ แต่มีความปลอดภัยกว่า โดยสารเหล่านี้ไม่ทำให้เกิดการกดการหายใจซึ่งเป็นผลข้างเคียงร้ายแรงของโอปิออยด์ชนิดอื่นๆ เช่น มอร์ฟีน (Takayama, 2004) การศึกษาเพิ่มเติมพบว่า กระท่อมถูกใช้ในทางการแพทย์พื้นบ้านมาเป็นเวลานานในการรักษาอาการเจ็บปวด เช่น ปวดหลัง ปวดกล้ามเนื้อ และปวดหัว (Grundmann, 2017)
2. เพิ่มพละกำลัง: ในวัฒนธรรมท้องถิ่นของประเทศไทยและมาเลเซีย ใบกระท่อมถูกเคี้ยวเพื่อเพิ่มพละกำลังและลดความเหนื่อยล้า โดยเฉพาะในกลุ่มคนที่ต้องทำงานหนัก เช่น ชาวไร่และชาวสวน (Singh *et al*., 2020) กระท่อมยังมีสรรพคุณในการเพิ่มความทนทานและทำให้สามารถทำงานหนักได้เป็นเวลานานโดยไม่รู้สึกเหนื่อยง่าย (Cinosi *et al*., 2015)
3. รักษาอาการท้องเสีย: กระท่อมถูกใช้ในการรักษาอาการท้องเสียในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะในมาเลเซียและอินโดนีเซีย การศึกษาพบว่าสารในกระท่อมมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเคลื่อนไหวของลำไส้ ทำให้สามารถใช้เป็นยารักษาอาการท้องร่วงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hassan *et al*., 2013)
4. ลดอาการซึมเศร้าและวิตกกังวล: การใช้กระท่อมยังมีผลช่วยลดความเครียดและอาการซึมเศร้า โดยสาร Mitragynine มีผลต่อระบบประสาทในการกระตุ้นการหลั่งสารเคมีในสมอง

ที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกสุข เช่น เซโรโทนิน (Cinosi *et al*., 2015) การวิจัยพบว่ากระท่อมสามารถช่วยลดอาการวิตกกังวลและเพิ่มความรู้สึกผ่อนคลายได้ในผู้ใช้บางกลุ่ม (Singh *et al*., 2020)

แม้กระท่อมจะมีสรรพคุณหลายประการ แต่การใช้กระท่อมในปริมาณที่มากเกินไปหรือใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดอาการติดสารและมีผลข้างเคียงที่รุนแรง เช่น อาการหัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตสูง และในบางกรณีอาจทำให้เกิดอาการหลอน (Singh *et al*., 2020) การใช้กระท่อมเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดอาการถอน เช่น หงุดหงิดง่าย ปากแห้ง ท้องผูก และนอนไม่หลับ ในบางประเทศ กระท่อมถูกควบคุมอย่างเข้มงวดเนื่องจากมีรายงานถึงการใช้ในทางที่ผิด เช่น ในสหรัฐอเมริกาและสหภาพยุโรป มีกฎหมายห้ามการใช้กระท่อมเพื่อป้องกันปัญหาการติดสารและผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น (Cinosi *et al*., 2015) นอกจากนี้ ยังมีการรายงานถึงกรณีการใช้กระท่อมเป็นยาทดแทนเพื่อบรรเทาอาการจากการติดเฮโรอีนหรือสารเสพติดชนิดอื่นในมาเลเซีย (Vicknasingam *et al*., 2020) การศึกษาในปัจจุบันได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการใช้กระท่อมในการรักษาอาการเจ็บปวดและการใช้เป็นทางเลือกในการรักษาอาการติดยาเสพติด การวิจัยพบว่าการใช้กระท่อมในปริมาณที่เหมาะสมสามารถช่วยบรรเทาอาการเจ็บปวดได้โดยไม่ทำให้เกิดอาการกดการหายใจเหมือนกับโอปิออยด์อื่น ๆ (Takayama, 2004) อย่างไรก็ตาม ยังมีความจำเป็นในการศึกษาผลข้างเคียงในระยะยาว เนื่องจากการใช้กระท่อมในระยะเวลานานอาจทำให้เกิดการติดสารและอาการถอนยา (Grundmann, 2017) นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับศักยภาพของกระท่อมในการรักษาโรคทางจิตเวช เช่น อาการซึมเศร้าและวิตกกังวล โดยพบว่ากระท่อมสามารถช่วยปรับปรุงอารมณ์และลดความเครียดในผู้ใช้บางกลุ่ม (Cinosi *et al*., 2015) แต่ยังคงต้องมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อยืนยันถึงความปลอดภัยและประสิทธิภาพของการใช้กระท่อมในระยะยาว (Vicknasingam *et al*., 2020)

กระท่อมเป็นพืชที่มีประวัติการใช้ทางการแพทย์มาอย่างยาวนาน โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ สารออกฤทธิ์ในกระท่อม เช่น Mitragynine และ 7-hydroxymitragynine มีคุณสมบัติในการระงับปวด เพิ่มพละกำลัง และลดอาการซึมเศร้า อย่างไรก็ตาม การใช้กระท่อมยังมีความเสี่ยงในด้านการติดสารและผลข้างเคียงอื่นๆ การวิจัยในปัจจุบันยังคงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาศักยภาพในการใช้กระท่อมเป็นยาในทางการแพทย์ ซึ่งยังคงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้เข้าใจถึงผลกระทบในระยะยาวและแนวทางการใช้ที่ปลอดภัย (Singh *et al*., 2020; Vicknasingam *et al*., 2020) (รูปที่ 2.4)

รูปที่ 2.4 ใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth)

2.7 การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูมันเทศ

การใช้สารเคมีเป็นหนึ่งในวิธีการหลักที่นำมาใช้เพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้ การศึกษาในปัจจุบันได้มีการพัฒนาสารเคมีใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมศัตรูพืช รวมถึงการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ (Sato *et al*., 2021) บทความนี้สรุปผลการทดลองต่างๆ เกี่ยวกับการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูมันเทศ รวมถึงรายละเอียดความเข้มข้นของสารเคมีและผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยสมัยใหม่ แมลงศัตรูพืชที่พบมากในไร่มันเทศคือ ด้วงมันเทศซึ่งสามารถเจาะกัดกินรากและลำต้นของมันเทศ ทำให้พืชเหี่ยวแห้งและผลผลิตลดลงอย่างมาก ในการศึกษาของ Yamamoto *et al.* (2020) ได้ทำการทดลองใช้สารไซเพอร์เมทริน (Cypermethrin) ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.07, และ 0.1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อลดประชากรด้วงมันเทศ ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยสามารถควบคุมแมลงได้มากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ภายใน 14 วันหลังการฉีดพ่น นอกจากนี้ยังมีการวิจัยในเรื่องของสารไพริพรอกซิเฟน (Pyriproxyfen) ที่ความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าสารนี้มีประสิทธิภาพในการลดอัตราการฟักตัวของด้วงมันเทศตัวอ่อนลงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Nakamura *et al*., 2021) การทดลองในประเทศมาเลเซียโดย Azhar *et al.* (2021) พบว่าสารเบตาไซฟลูทริน (Beta-cyfluthrin) ที่ความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมด้วงมันเทศ โดยสามารถลดประชากรแมลงได้มากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ร่วมกับสารจับใบเพื่อเพิ่มการแทรกซึมของสารเคมี จากผลการ

ทดลองพบว่าการใช้สารเบตาไซฟลูทรินที่ความเข้มข้นนี้ไม่เพียงแต่ลดการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืช แต่ยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าไซเพอร์เมทริน

วัชพืชเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของมันเทศ เนื่องจากวัชพืชแข่งขันกันในการดูดซับน้ำและสารอาหารจากดิน ทำให้ผลผลิตลดลงการใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการลดการเจริญเติบโตของวัชพืชในไร่มันเทศ การศึกษาของ Sato *et al.* (2021) พบว่าสารไกลโฟเสต (Glyphosate) ที่ความเข้มข้น 1.5 ถึง 2.0 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดวัชพืชใบกว้าง เช่น หญ้าข้าวนกและหญ้าแห้วหมู โดยสามารถควบคุมวัชพืชได้มากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 14 วันหลังการฉีดพ่น อีกหนึ่งสารที่ได้รับการวิจัยคืออะซิฟลูโอฟีน (Acifluorfen) ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดวัชพืชที่เกิดขึ้นหลังการปลูกมันเทศ การศึกษาของ Takeda *et al.* (2020) พบว่า อะซิฟลูโอฟีนที่อัตราความเข้มข้น 0.5 ถึง 1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมวัชพืชใบกว้างได้มากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลกระทบต่อพืชมันเทศในระยะยาว นอกจากนี้ ยังพบว่าสารนี้สามารถกำจัดวัชพืชได้อย่างรวดเร็วเมื่อใช้งานในระยะเวลาที่เหมาะสม

โรครากเน่าที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium oxysporum* เป็นหนึ่งในโรคร้ายแรงที่ส่งผลกระทบต่อมันเทศอย่างมาก การใช้สารเคมีในการควบคุมโรคนี้เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันการระบาด Matsu*i et al.* (2020) ศึกษาการใช้สารฟลูอะซินาม (Fluazinam) ในความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ในระยะต้นของการเจริญเติบโตของพืช สารฟลูอะซินามมีคุณสมบัติในการยับยั้งการสร้างสปอร์ของเชื้อรา ทำให้สามารถลดการแพร่กระจายของเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการศึกษาเพิ่มเติมโดย Tanaka *et al.* (2021) พบว่าสารคาร์เบนดาซิม (Carbendazim) ในอัตราความเข้มข้น 0.05 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการลดการระบาดของเชื้อรา *Fusarium* sp. ลงมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อฉีดพ่นในระยะเวลา 14 วันหลังจากการเพาะปลูก นอกจากนี้การใช้สารเคมีชนิดนี้ยังไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของดินหรือการเจริญเติบโตของมันเทศ การใช้สารไตรโฟรีน (Triforin) ที่ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันการเกิดโรครากเน่าในมันเทศยังได้รับการศึกษาโดย Nishida *et al.* (2020) ผลการวิจัยพบว่าสารนี้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคได้มากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ โดยมีผลระยะยาวที่ดีกว่าการใช้สารอื่นๆ ในกลุ่มเดียวกัน นอกจากนี้ ยังพบว่าสารไตรโฟรีนมีการสลายตัวได้เร็วในดิน ทำให้ลดความเสี่ยงต่อการสะสมของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม แม้ว่าสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมศัตรูพืชจะให้ผลดีในการควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็มีความเสี่ยงที่สารเคมีอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ นอกจากนี้งานวิจัยของ Suzuki *et al.* (2020) พบว่าการใช้สารไกลโฟเสตในความเข้มข้นสูงอาจส่งผลกระทบต่อจุลินทรีย์ในดิน ซึ่งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชอื่นในฤดูการปลูกต่อไป นอกจากนี้ การใช้สารคาร์เบนดาซิมในปริมาณสูงอาจสะสมในดินและแหล่งน้ำ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสุขภาพของมนุษย์

(Suzuki *et al*., 2020) จากผลการศึกษา สารเคมีควรใช้ในความเข้มข้นที่เหมาะสมและใช้ในเวลาที่จำเป็นเพื่อลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น การใช้สารเคมีควรปฏิบัติตามแนวทางการจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืน (Integrated Pest Management, IPM) ซึ่งรวมถึงการใช้วิธีการควบคุมศัตรูพืชอื่นๆ เช่น การใช้สารชีวภาพหรือการปรับสภาพแวดล้อมเพื่อลดการพึ่งพาสารเคมี (Yamamoto *et al*., 2020) จากการวิจัยเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูมันเทศพบว่าสารเคมีหลายชนิด เช่น ไซเพอร์เมทริน ไกลโฟเสต และฟลูอะซินาม มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมศัตรูพืช ทั้งแมลง วัชพืช และโรคพืช อย่างไรก็ตาม การใช้สารเคมีควรได้รับการควบคุมและใช้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของผู้ใช้ การวิจัยเพิ่มเติมในด้านการใช้สารเคมีควบคู่กับแนวทางการจัดการศัตรูพืชอย่างยั่งยืน (IPM) จะช่วยให้การจัดการศัตรูพืชในไร่มันเทศมีประสิทธิภาพมากขึ้นและลดผลกระทบเชิงลบในระยะยาว (Suzuki *et al*., 2020; Tanaka *et al*., 2021)

2.8 การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูมันเทศ

การใช้สารสกัดจากตะไคร้หอม (*Cymbopogon citratus*) ในการควบคุมด้วงมันเทศ การทดลองโดย Rani *et al.* (2021) ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากตะไคร้หอมในการควบคุมด้วงมันเทศ (*Cylas formicarius*) โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดที่แตกต่างกัน การทดลองใช้ความเข้มข้น 1, 2, และ 3 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดตะไคร้หอม ผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้สารสกัดในความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ อัตราการตายของด้วงมันเทศสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 72 ชั่วโมงหลังจากการฉีดพ่น ในขณะที่ความเข้มข้น 2 และ 1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายอยู่ที่ 70 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Rani *et al*., 2021) การทดลองยังพบว่าสารสกัดจากตะไคร้หอมมีฤทธิ์ในการรบกวนระบบประสาทของแมลง ทำให้แมลงสูญเสียการเคลื่อนไหวและตายในที่สุด

สารสกัดจากสะเดา (*Azadirachta indica*) ในการป้องกันแมลงศัตรูมันเทศ สารสกัดจากสะเดาเป็นที่รู้จักกันดีในฐานะสารควบคุมแมลงที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากมีสารออกฤทธิ์สำคัญคือ อะซาดิรัคติน (Azadirachtin) ซึ่งมีผลในการยับยั้งการกินอาหารและการลอกคราบของแมลง Ahmed *et al.* (2020) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาในการควบคุมด้วงมันเทศ โดยใช้สารสกัดในความเข้มข้น 0.5, 1.0, และ 1.5 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลสูงสุดในการควบคุมด้วงมันเทศ โดยมีอัตราการตายสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 48 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 1.0 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการควบคุมด้วงที่ 65 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ การใช้สารสกัดจากสะเดายังช่วยลดการวางไข่ของแมลงได้ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้สารสกัด

การใช้สารสกัดจากใบยาสูบ (*Nicotiana tabacum*) เพื่อควบคุมแมลงศัตรูมันเทศ การทดลองโดย Ali *et al.* (2021) ได้ศึกษาการใช้สารสกัดจากใบยาสูบในการควบคุมด้วงมันเทศ สารนิโคตินในใบยาสูบมีผลในการยับยั้งการทำงานของระบบประสาทในแมลง โดยการทดลองนี้ใช้สารสกัดที่ความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดจากใบยาสูบให้ผลในการควบคุมแมลงได้ดีที่สุด โดยมีอัตราการตายของด้วงมันเทศสูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายของแมลงอยู่ที่ 75 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองยังพบว่าสารสกัดจากใบยาสูบสามารถลดการกินอาหารของแมลงได้มากถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง

สารสกัดจากข่า (*Alpinia galanga*) ในการป้องกันแมลงศัตรูพืชมันเทศ Singh *et al.* (2020) ได้ศึกษาการใช้สารสกัดจากข่าในการควบคุมแมลงศัตรูมันเทศ โดยเฉพาะด้วงมันเทศ ผลการทดลองใช้สารสกัดจากข่าในความเข้มข้น 1, 3, และ 5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสารสกัดที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมด้วงมันเทศได้ดี โดยมีอัตราการตายของแมลงถึง 88 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 48 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 3 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลในการควบคุมที่ 70 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้สารสกัดจากข่ายังพบว่ามีประสิทธิภาพในการป้องกันการลอกคราบของแมลงศัตรูได้สูงถึง 65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้เป็นประจำ มีการใช้สารสกัดจากพริก (*Capsicum annuum*) ในการป้องกันแมลงศัตรูพืชมันเทศการทดลองของ Rodriguez *et al.* (2020) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพริกในความเข้มข้น 1, 2, และ 3 เปอร์เซ็นต์ ในการควบคุมด้วงมันเทศ ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากพริกในความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายของด้วงมันเทศสูงถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 2 และ 1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายอยู่ที่ 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองยังพบว่าสารสกัดจากพริกมีผลในการยับยั้งการวางไข่ของแมลงศัตรูมันเทศ โดยลดการวางไข่ลงมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนสารสกัดจากต้นเสลดพังพอน (*Barleria lupulina*) ในการควบคุมแมลงศัตรูมันเทศ การศึกษาของ Chandrasena *et al.* (2021) ได้ทดสอบการใช้สารสกัดจากต้นเสลดพังพอนในความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ เพื่อลดจำนวนด้วงมันเทศ ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดประชากรแมลงได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 48 ชั่วโมง ในขณะที่ความเข้มข้น 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายอยู่ที่ 65 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารสกัดจากเสลดพังพอนมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงและส่งผลต่อการทำงานของระบบประสาท ทำให้แมลงตายอย่างรวดเร็วหลังการได้รับสารสกัด

การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการป้องกันแมลงศัตรูพืชได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมีสังเคราะห์ กระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) เป็นพืชสมุนไพรที่มีสารสำคัญหลายชนิด โดยเฉพาะ

Mitragynine และ 7-hydroxymitragynine ซึ่งมีฤทธิ์ต่อระบบประสาท แม้ว่ากระท่อมจะเป็นที่รู้จักกันในด้านการใช้เป็นยาและสารเสริมสุขภาพ แต่การศึกษาล่าสุดพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมยังมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ดีด้วย บทความนี้สรุปผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้สารสกัดจากใบกระท่อมในการป้องกันแมลงศัตรูมันเทศ โดยระบุความเข้มข้นของสารสกัด อัตราการตายของแมลง และผลลัพธ์อื่นๆ จากงานวิจัยที่ทันสมัย

การทดลองโดย Ismail *et al.* (2021) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการควบคุมด้วงมันเทศ โดยใช้ความเข้มข้น 1, 3, และ 5 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัด ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ความเข้มข้น 5 สามารถทำให้ด้วงมันเทศตายมากถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 48 ชั่วโมงหลังการฉีดพ่น ความเข้มข้น 3 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดทำให้ด้วงตาย 75 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง ทำให้แมลงเสียการเคลื่อนไหวและตายในที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดมีผลในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงมันเทศมากถึง 65 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ต่อเนื่องในช่วงฤดูการปลูก ในการใช้สารสกัดจากใบกระท่อมในการลดอัตราการฟักตัวของแมลงศัตรูมันเทศ Rahman *et al.* (2021) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการลดการฟักตัวของด้วงมันเทศ โดยใช้สารสกัดที่ความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดจากใบกระท่อมมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดอัตราการฟักตัวของไข่ด้วง โดยลดลงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้สารสกัด นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมสามารถทำให้แมลงตัวอ่อนพัฒนาได้ช้าลงและมีการฟักตัวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ และ 2 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดยังให้ผลการควบคุมที่ดี โดยลดการฟักตัวของแมลงได้ 70 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้การใช้สารสกัดจากใบกระท่อมในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูมันเทศ การทดลองเพิ่มเติมโดย Zainal *et al.* (2020) พบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลงศัตรูมันเทศ การทดลองใช้สารสกัดในความเข้มข้น 1, 3, และ 5 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของด้วงมันเทศได้ถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยมีผลในการลดการกินอาหารของแมลงลงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้สารสกัด การทดลองยังพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีฤทธิ์ในการลดการเคลื่อนไหวของแมลง ทำให้แมลงอ่อนแรงและหยุดทำลายพืช

การศึกษาสารสกัดจากใบกระท่อมในการยับยั้งการวางไข่ของแมลงศัตรูมันเทศของ Jamal *et al.* (2021) โดยศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการยับยั้งการวางไข่ของด้วงมันเทศ โดยใช้ความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัด ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการวางไข่ของด้วงมันเทศได้มากถึง 80 เปอร์เซ็นต์

ในขณะที่ความเข้มข้น 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลที่ 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ของแมลง ซึ่งลดจำนวนประชากรแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการทดลองความเป็นพิษของสารสกัดจากใบกระท่อมต่อแมลงศัตรูมันเทศ โดยการทดลองของ Ali *et al.* (2020) ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากใบกระท่อมต่อแมลงศัตรูมันเทศ โดยใช้สารสกัดที่ความเข้มข้น 1, 2, และ 3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดจากใบกระท่อมทำให้ด้วงมันเทศมีอัตราการตายสูงสุดถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากการฉีดพ่น ในขณะที่ความเข้มข้น 2 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ของสารสกัดทำให้อัตราการตายอยู่ที่ 70 และ 55 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีฤทธิ์ในการทำลายระบบประสาทของแมลง ทำให้แมลงตายภายในระยะเวลาสั้น ๆ หลังจากได้รับสารพิษ

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและข้อควรระวังในการใช้สารสกัดจากใบกระทอม จากการทดลองต่างๆ พบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีศักยภาพในการควบคุมแมลงศัตรูมันเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมีสังเคราะห์ อย่างไรก็ตามยังควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของสารสกัดนี้ต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่ศัตรูพืชและผลกระทบระยะยาวต่อระบบนิเวศ การใช้สารสกัดจากใบกระท่อมควรอยู่ในกรอบการปฏิบัติที่ถูกต้องและปลอดภัยเพื่อลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น (Jamal *et al.*, 2021)

2.9 การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดวัชพืชของมันเทศ

การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมวัชพืชได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสารเคมีกำจัดวัชพืชแบบสังเคราะห์ สารสกัดจากพืชหลายชนิดมีสารออกฤทธิ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ โดยมีกลไกที่ทำงานแตกต่างกัน เช่น การยับยั้งการงอกของเมล็ดหรือทำลายโครงสร้างของเซลล์พืช บทความนี้จะสรุปผลการทดลองทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมวัชพืช โดยแสดงความเข้มข้น อัตราการยับยั้ง และผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย สารสกัดจากตะไคร้หอมมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช Sasikumar *et al.* (2020) ทำการทดลองใช้สารสกัดตะไคร้หอมในความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ เพื่อควบคุมวัชพืชในไร่ข้าวโพด ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ 85 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 10 วันหลังฉีดพ่น ในขณะที่ความเข้มข้น 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลที่ 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีการทดสอบสารสกัดจากสะเดา (*Azadirachta indica*) พบว่ามีสารออกฤทธิ์หลักคือ อะซาดิรัคติน ซึ่งมีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของวัชพืช Koul

et al. (2019) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาในความเข้มข้น 3, 5, และ 7 เปอร์เซ็นต์ ในไร่ถั่วเหลือง ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการงอกของวัชพืชได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 15 วันหลังจากการฉีดพ่น ในขณะที่ความเข้มข้น 5 และ 3 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลที่ 80 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้มีการศึกษาในสารสกัดต่างๆ เช่น การใช้สารสกัดจากใบยูคาลิปตัส (*Eucalyptus globulus)* Babu *et al.* (2021) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบยูคาลิปตัสในความเข้มข้น 1, 3, และ 5 เปอร์เซ็นต์ ในการควบคุมวัชพืชในแปลงถั่วลิสง ผลการทดลองพบว่า สารสกัดจากใบยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ถึง 87 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 7 วันหลังจากฉีดพ่น ในขณะที่ความเข้มข้น 3 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลที่ 75 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การใช้สารสกัดจากพริก (*Capsicum annuum*) Reddy *et al.* (2020) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากพริกในการควบคุมวัชพืชในแปลงข้าว โดยใช้สารสกัดในความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากพริกที่ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชได้มากถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลา 14 วันหลังการฉีดพ่น ความเข้มข้น 4 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการยับยั้งที่ 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สารสกัดจากพริกมีฤทธิ์ในการยับยั้งการดูดซึมสารอาหารของวัชพืชและทำให้พืชหยุดการเจริญเติบโต การศึกษาที่น่าสนใจคือการศึกษาใบกระท่อม ที่พบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีสารออกฤทธิ์สำคัญ เช่น Mitragynine และ 7-hydroxymitragynine ที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ Ahmad *et al.* (2021) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการควบคุมวัชพืชในไร่อ้อย โดยใช้ความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่า ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 14 วันหลังการฉีดพ่น การทดลองนี้ยังพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีผลในการยับยั้งการดูดซึมสารอาหารและการเจริญเติบโตของรากวัชพืช นอกจากนี้มีการใช้สารสกัดจากขมิ้น (*Curcuma longa)* โดย Rajendran *et al.* (2020) พบว่าสารสกัดจากขมิ้นมีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชได้ดี การทดลองใช้ความเข้มข้น 1, 3, และ 5 เปอร์เซ็นต์ ในแปลงผักชี พบว่าสารสกัดจากขมิ้นที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชได้ถึง 82 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 10 วัน ในขณะที่ความเข้มข้น 3 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลที่ 70 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมวัชพืชเป็นวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและปลอดภัยต่อมนุษย์ อย่างไรก็ตาม การใช้สารสกัดในความเข้มข้นที่สูงอาจมีผลต่อพืชเศรษฐกิจที่ปลูกอยู่ใกล้เคียง ดังนั้นควรมีการควบคุมปริมาณและความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ในการฉีดพ่น รวมถึงการตรวจสอบผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในระยะยาวต่อระบบนิเวศ (Ahmad *et al*., 2021)

2.10 การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดเชื้อรา *Fusarium* sp.

สารสกัดจากสะเดามีสารออกฤทธิ์หลักคือ อะซาดิรัคติน ซึ่งมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. โดย Sharma *et al.* (2020) ทำการทดลองใช้สารสกัดจากสะเดาในความเข้มข้น 3, 5, และ 7 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้น 7 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 10 วัน จากการศึกษาของ Ahmed *et al.* (2021) ที่ใช้สารสกัดจากขมิ้นในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยใช้สารสกัดที่ความเข้มข้น 1, 2, และ 3 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าสารสกัดที่ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราสูงสุดที่ 82 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ความเข้มข้น 2 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ให้ผลการยับยั้งที่ 75 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากการทดลองโดย Guerra *et al.* (2020) พบว่าสารสกัดจากใบยูคาลิปตัสที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้ถึง 88 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 7 วัน การทดลองยังชี้ให้เห็นว่าสารสกัดยูคาลิปตัสมีผลในการทำลายผนังเซลล์ของเชื้อราและทำให้เชื้อราตายอย่างรวดเร็ว ในการศึกษาโดย Sittisak *et al.* (2021) ได้ทดสอบสารสกัดจากข่าในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium solani* โดยใช้ความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ 87 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 10 วัน Patel *et al.* (2020) ได้ศึกษาการใช้สารสกัดจากกระเทียมในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยใช้สารสกัดในความเข้มข้น 1, 2, และ 3 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากกระเทียมที่ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 14 วัน การศึกษาของ Li *et al.* (2021) พบว่าสารสกัดจากใบชาเขียวในความเข้มข้น 2, 4, และ 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้ดี โดยความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ถึง 83 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 10 วัน นอกจากนี้ Jain *et al.* (2020) ทำการทดลองใช้สารสกัดจากฟ้าทะลายโจรในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium oxysporum* โดยใช้ความเข้มข้น 1, 2, และ 3 เปอร์เซ็นต์ พบว่าสารสกัดจากฟ้าทะลายโจรที่ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ถึง 75 เปอร์เซ็นต์ และจากการทดลองโดย Chaiyasu*t et al.* (2020) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากมะกรูดในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากมะกรูดในความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้มากถึง 78 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 14 วัน

การใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในการควบคุมเชื้อรา *Fusarium* sp. เป็นทางเลือกที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่มีสารพิษตกค้างและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับสารเคมีสังเคราะห์ อย่างไรก็ตามควรมีการควบคุมความเข้มข้นของสารสกัดเพื่อป้องกันผลกระทบต่อพืชที่

ไม่ได้เป็นเป้าหมาย การวิจัยต่อเนื่องในระยะยาวยังมีความจำเป็นในการประเมินประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรและผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้สารสกัดเหล่านี้ (Ismail *et al*., 2021)

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย

3.1.1 การเตรียมสารสกัดจากพืช

1. ใบกระท่อม สายพันธุ์ก้านเขียว
2. เครื่องชั่งน้ำหนัก
3. เครื่องปั่นละเอียด
4. สารละลาย
   - hexane
   - acetone
   - ethanol
5. โหลแก้วแช่สาร
6. ผ้าขาวบาง
7. กระดาษกรอง (Whatman™ No.1)
8. เครื่องลดปริมาตรอุณหภูมิต่ำ (rotary evaporator) รุ่น R300 (บริษัท BUCHI)
9. บีกเกอร์
10. แท่งแก้ว
11. ขวดเก็บสารสกัดสีชา ขนาด 10 มิลลิลิตร

3.1.2 การเตรียมแมลงทดสอบ

1. กล่องเลี้ยงพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม (30×30×20 เซนติเมตร)
2. ตะแกรง
3. มันเทศพันธุ์ มันเทศพันธุ์พิจิตร 1
4. ด้วงงวงมันเทศ

3.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อด้วงงวงมันเทศ ในห้องปฏิบัติการ

1. ด้วงงวงมันเทศ
2. สารสกัดจากใบกระท่อม
3. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

4. กระดาษกรอง (Whatman™ No.1)
5. ออโตปิเปต (autopipette)
    - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร
    - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
    - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 1000 ไมโครลิตร
6. พาราฟิล์ม
7. ตัวช่วยทำละลาย Tween-20
8. พู่กัน
9. มันเทศพันธุ์ มันเทศพันธุ์พิจิตร 1
10. ตะแกรง
11. กล่องเลี้ยงพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม (30×30×20 เซนติเมตร)
12. บีกเกอร์
13. แท่งแก้ว
14. ขวดสีชา
15. เครื่องชั่งน้ำหนัก

3.1.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมวัชพืช

1. เมล็ดหญ้าข้าวนก
2. เมล็ดผักโขม
3. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
4. สารสกัดจากใบกระท่อม
5. ตัวช่วยทำละลาย Tween-20
6. พาราฟิล์ม
7. ออโตปิเปต (autopipette)
    - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร
    - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
    - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 1000 ไมโครลิตร
8. บีกเกอร์
9. แท่งแก้ว
10. กระดาษกรอง (Whatman™ No.1)
11. เครื่อง growth chamber

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

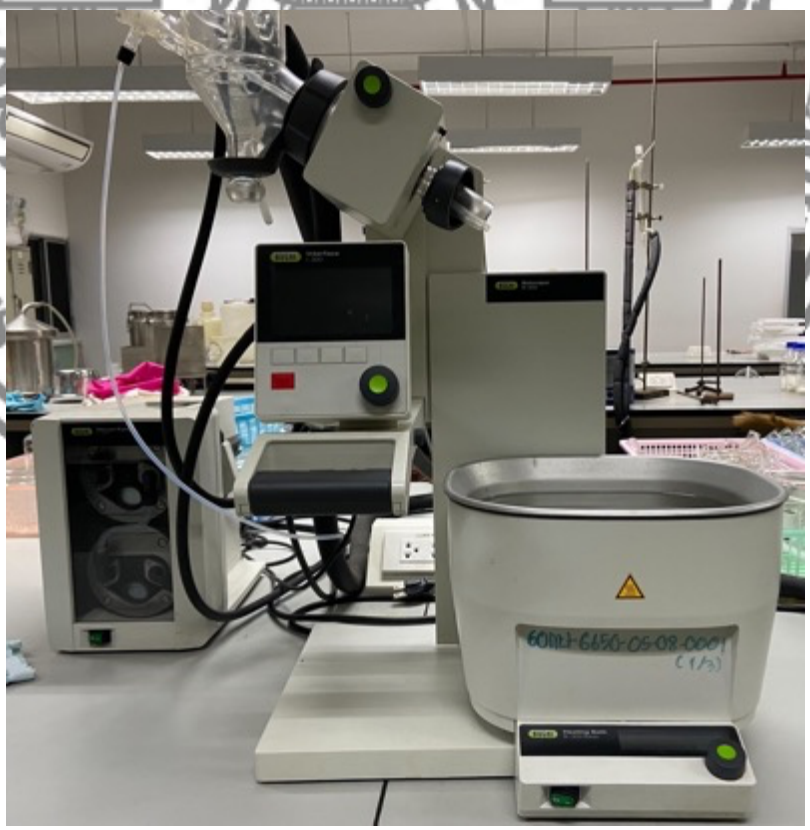
3.1.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรคเชื้อรา *Fusarium* sp. ในมันเทศ

1. มันเทศพันธุ์ มันเทศพันธุ์พิจิตร 1
2. สารสกัดจากใบกระท่อม
3. ตัวช่วยทำละลาย Tween-20
4. จานเพาะเชื้อ (Petri dish)
5. Flask ขนาด 150 มิลลิลิตร
6. กระดาษกรอง (Whatman™ No.1)
7. ออโตปิเปต (autopipette)
   - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 5 มิลลิลิตร
   - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 10 มิลลิลิตร
   - ออโตปิเปต (autopipette) ขนาด 1000 ไมโครลิตร
8. ขวดสีชา
9. บีกเกอร์
10. แท่งแก้ว
11. ตู้ควบคุมความชื้น
12. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextose Agar (PDA)
13. อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Broth (PDB)
14. Disposable syringe 10 มิลลิลิตร (ยี่ห้อ NIPRO)
15. แผ่นกรองแบคทีเรีย
16. เครื่อง Vacuum pump
17. ตู้เขี่ยเชื้อ larminar flow clean bench
18. Cock borer
19. Forceps
20. เครื่อง auto clave
21. เครื่องชั่งน้ำหนัก
22. Foggy sprayer

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

3.2 การเตรียมสารสกัดจากพืช

นำใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) สายพันธุ์ก้านเขียวโดยเก็บมาจากสวนกระท่อมในเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานครฯ จากนั้นนำไปทำความสะอาด แล้วนำไปอบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำใบแห้งมาบดให้ละเอียดแล้วแช่ในสารละลายในอัตราส่วน 1:4 (น้ำหนักต่อปริมาตร) เป็นเวลา 3 วัน ตามวิธีการของ Pumnuan *et al.* (2022). การสกัดครั้งแรกทำโดยใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย จากนั้นส่วนที่เหลือจากการสกัดเฮกเซนจะถูกแช่ด้วยอะซิโตน และเอทานอลตามลำดับ การสกัดทั้งหมดถูกกรองผ่านกรวยบุชเนอร์ (buchner funnel) และกระดาษกรอง (Whatman™ No.1) ทำให้เข้มข้นภายใต้แรงดันต่ำโดยใช้เครื่องลดปริมาตร (rotary evaporator) (รูปที่ 3.1) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เพื่อให้ได้สารสกัดหยาบของเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล ตามลำดับ สารสกัดหยาบเหล่านี้ถูกเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในตู้เย็นสำหรับการทดลอง การเตรียมสารสกัดในความเข้มข้นต่าง ๆ กันโดยมีน้ำเป็นตัวทำละลายเบื้องต้นใช้ Tween-20 เป็นตัวช่วยทำละลาย ในสารละลายมีสัดส่วน Tween-20 : สารสกัดในอัตราส่วน 2:1 และเจือจางให้ได้ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน



รูปที่ 3.1 เครื่องลดปริมาตรอุณหภูมิต่ำ (rotary evaporator) รุ่น R300 (บริษัท BUCHI)

3.3 การเตรียมแมลงทดสอบ

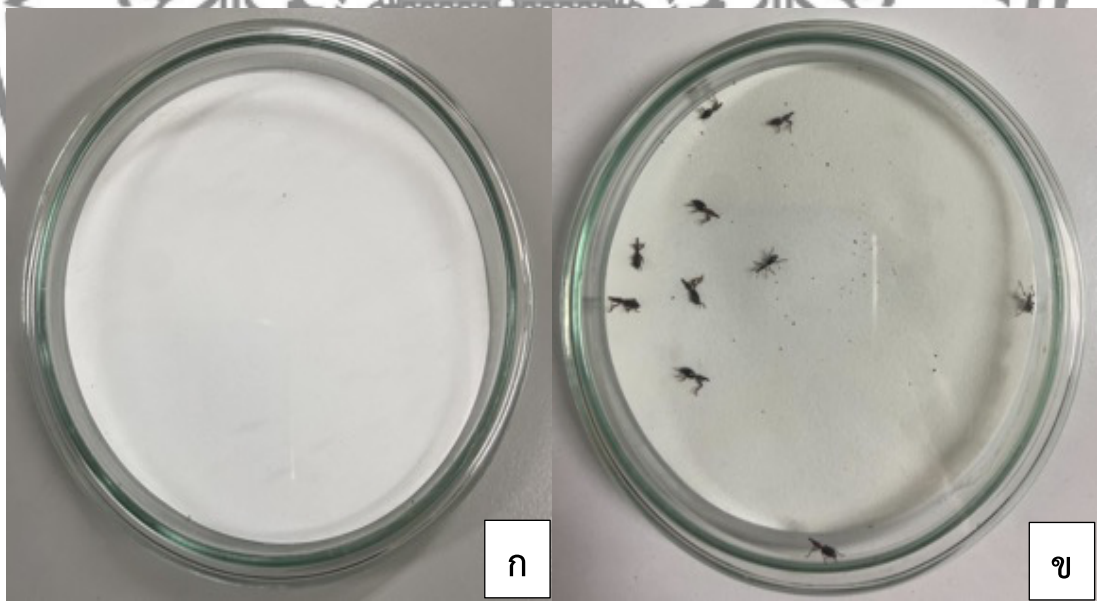
หัวมันเทศ (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) ถูกรวบรวมมาจากตลาดหัวตะเข้ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร โดยคัดเลือกหัวมันเทศที่มีการเข้าทำลาย และนำมาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ วางหัวมันเทศไว้บนตะแกรงเหล็ก ในกล่องเลี้ยงพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม (กว้าง 30 เซนติเมตร × ยาว 30 เซนติเมตร × สูง 20 เซนติเมตร) (รูปที่ 3.2) โดยมีรูอากาศเพื่อการระบายอากาศให้เหมาะสม เพื่อป้องกันความชื้นและการเจริญเติบโตของเชื้อรา การเลี้ยงด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ถูกคงไว้ในอุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) จนกระทั่งพัฒนาจนเป็นตัวเต็มวัย อายุ 5-7 วัน ในด้วงงวงมันเทศรุ่นที่ 2 ถึง 3 และนำไปใช้สำหรับการทดสอบการทดลองครั้งต่อไป

รูปที่ 3.2 กล่องเลี้ยงพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม (30× 30×20 เซนติเมตร)

3.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อด้วงงวงมันเทศ ในห้องปฏิบัติการ

3.4.1 ทดสอบในรูปแบบของสารฆ่า โดยวิธีการสัมผัสตาย

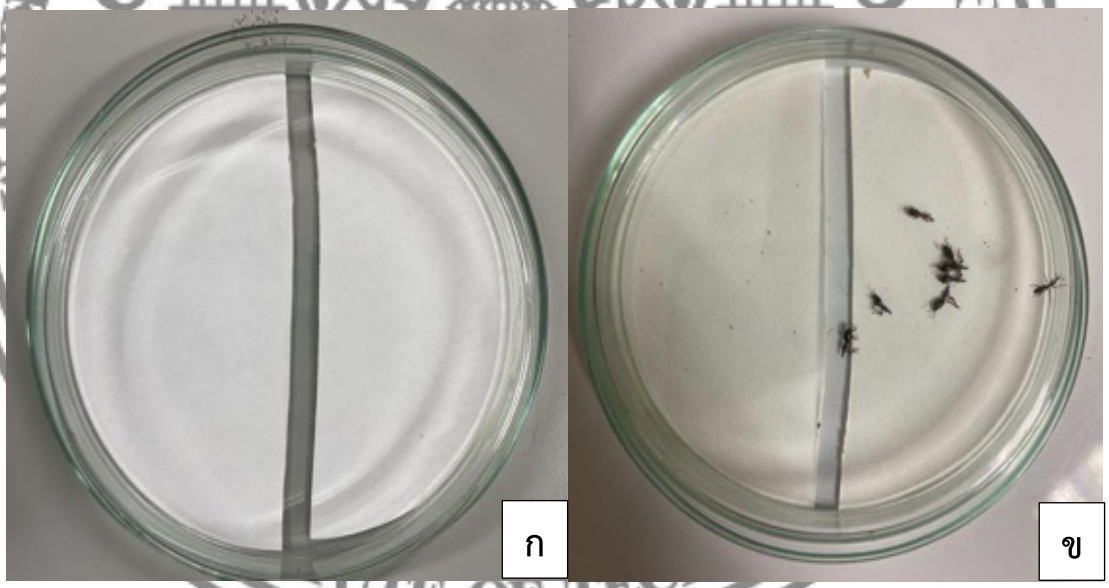
การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth.) โดยวิธีการสัมผัสตาย บนกระดาษกรองได้รับการประเมินและเตรียมโดยวิธีการทดลองดัดแปลงตาม Bhavya *et al.* (2018) การทดสอบดำเนินการโดยใช้สารสกัดใบกระท่อมที่สกัดจากสารละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ หยดสารสกัดลงบนแผ่นกระดาษกรอง (Whatman™ No.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร) นำกระดาษกรองไปตากให้แห้งในห้องที่อุณหภูมิปกติประมาณ 3 นาที วางลงในจานเพาะเชื้อแก้ว (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร) จากนั้นนำด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ลงตรงกลางแผ่นกระดาษกรอง แล้วปิดจานวางไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) ทำการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 3 ซ้ำ สำหรับความเข้มข้นของการทดสอบแต่ละครั้ง (รูปที่ 3.3) ซึ่งมีอัตราการตายของด้วงงวงมันเทศถูกบันทึกไว้ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง หลังสัมผัสและเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (10 เปอร์เซ็นต์ v/v Tween-20 ในน้ำ) ความเข้มข้นที่เป็นพิษของสารสกัดใบกระท่อมที่จำเป็นในการฆ่าแมลง 50 เปอร์เซ็นต์ และ 90 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50} และ LC_{90} ตามลำดับ) ได้รับการคำนวณและนำเสนอสำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าแมลง



รูปที่ 3.3 ก: หยดสารสกัดลงบนแผ่นกระดาษกรองและวางลงในจานเพาะเชื้อแก้ว, ข: นำด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ลงตรงกลางแผ่นกระดาษกรอง แล้วปิดจาน

3.4.2 ทดสอบในรูปแบบของสารไล่

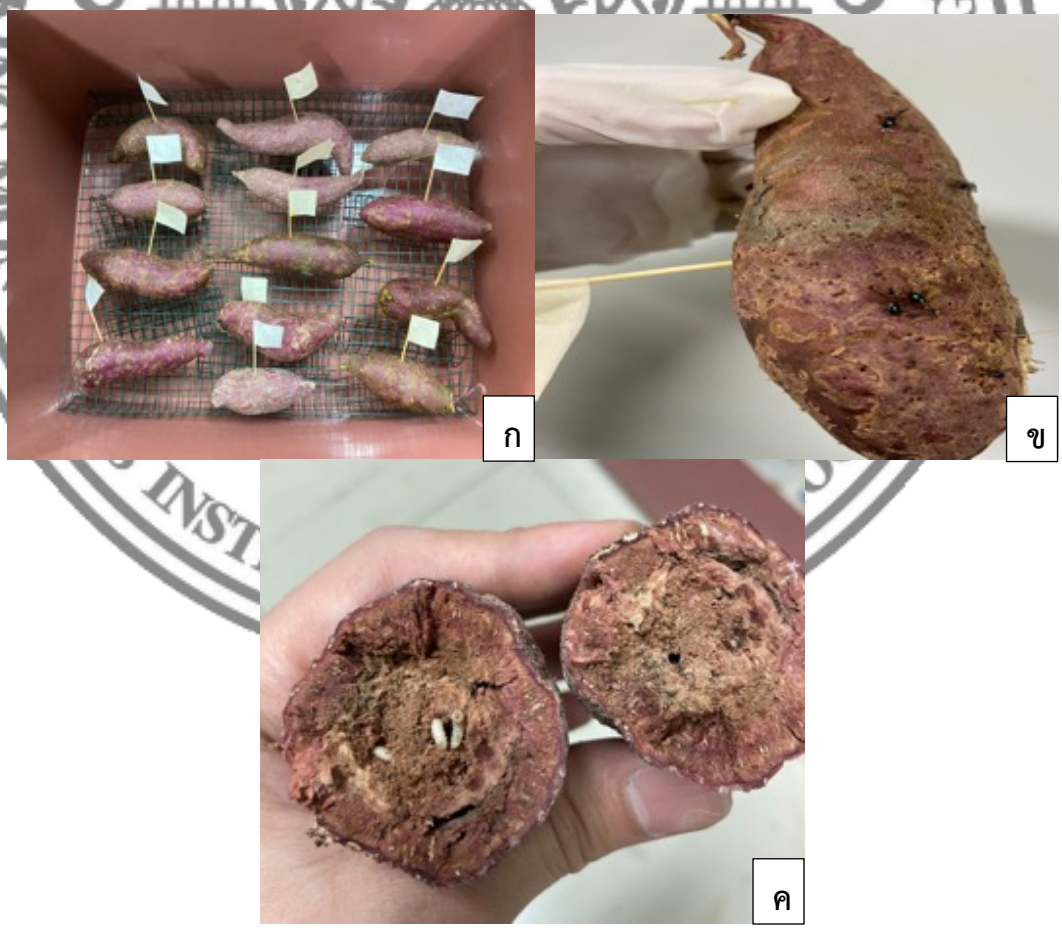
การทดสอบประสิทธิภาพการไล่ตามงวิธีการสัมผัสสารตกค้างของกระดาษกรองถูกนำมาใช้โดยวิธีการทดลองดัดแปลงตาม Kerdchoechuen *et al.* (2010) แผ่นกระดาษกรอง (Whatman™ No.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร) ถูกตัดออกเป็นสองซีก ครึ่งแรกใช้กับกลุ่มทดสอบ และอีกครึ่งหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุม (10 เปอร์เซ็นต์ Tween-20 ในน้ำ) วางในจานเพาะเชื้อแก้ว (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร) ประเมินกลุ่มทดสอบเป็นสารสกัดใบกระท่อมจากเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล ที่ความเข้มข้น 0.5, 1, 2, 3, 4 และ 5 เปอร์เซ็นต์ และตากให้แห้งประมาณ 3 นาที สำหรับการทดสอบแต่ละครั้งจะมีด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว อยู่ตรงกลางจานเพาะเชื้อแก้วแล้วปิดจาน วางจานเพาะเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) (รูปที่ 3.4) และประเมินจำนวนด้วงงวงมันเทศบนกระดาษกรองแต่ละด้านที่ 24 ชั่วโมง ผลการตอบสนองเหล่านี้ (อัตราร้อยละของสารขับไล่และสารดึงดูด) ถูกจำแนกโดยใช้วิธีของ Doungnapa *et al.* (2021)



รูปที่ 3.4 ก: แผ่นกระดาษกรองถูกตัดออกเป็นสองซีกครึ่งแรกใช้กับกลุ่มทดสอบ และอีกครึ่งหนึ่งเป็นกลุ่มควบคุมวางในจานเพาะเชื้อแก้ว, ข: นำด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยจำนวน 10 ตัว ลงตรงกลางแผ่นกระดาษกรอง แล้วปิดจาน

3.4.3 ทดสอบในรูปแบบของสารยับยั้งการวางไข่

การทดสอบการยับยั้งการวางไข่โดยวิธีการจุ่มหัวมันเทศได้รับการประเมินด้วยตัวทำละลายสารสกัดแต่ละตัวที่ความเข้มข้น 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (5 เปอร์เซ็นต์ Tween-20 ในน้ำ) และว่างเปล่า (ไม่จุ่มด้วยตัวทำละลายใดๆ) หัวมันเทศที่มีขนาดเท่ากันถูกหยอดลงในสสารสกัดแต่ละความเข้มข้นเป็นเวลา 1 นาที และหลังจากทำให้แห้งประมาณ 3 นาที หัวที่ถูกจุ่มแล้วจะถูกใส่ในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยม (กว้าง 30 เซนติเมตร × ยาว 30 เซนติเมตร × สูง 20 เซนติเมตร) โดยมีรูอากาศเพื่อการระบายอากาศที่เหมาะสม เพื่อป้องกันความชื้นสะสมและการเจริญเติบโตของเชื้อรา การทดลองทั้งหมดที่มีการจำลอง 3 ซ้ำ ถูกวางไว้ในกล่องที่รองด้วยชั้นวางสแตนเลส จากนั้นนำด้วงงวงตัวเต็มวัยจำนวน 500 ตัว เพื่อจำลองการระบาดเข้าไปในกล่องพลาสติก โดยใช้เวลา 48 ชั่วโมง เพื่อให้วางไข่ จากนั้นนำด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยออก และนับจำนวนไข่ในหัวมันเทศหลังจากทดลอง 10 วัน และคำนวณอัตราการยับยั้งการวางไข่ (รูปที่ 3.5)

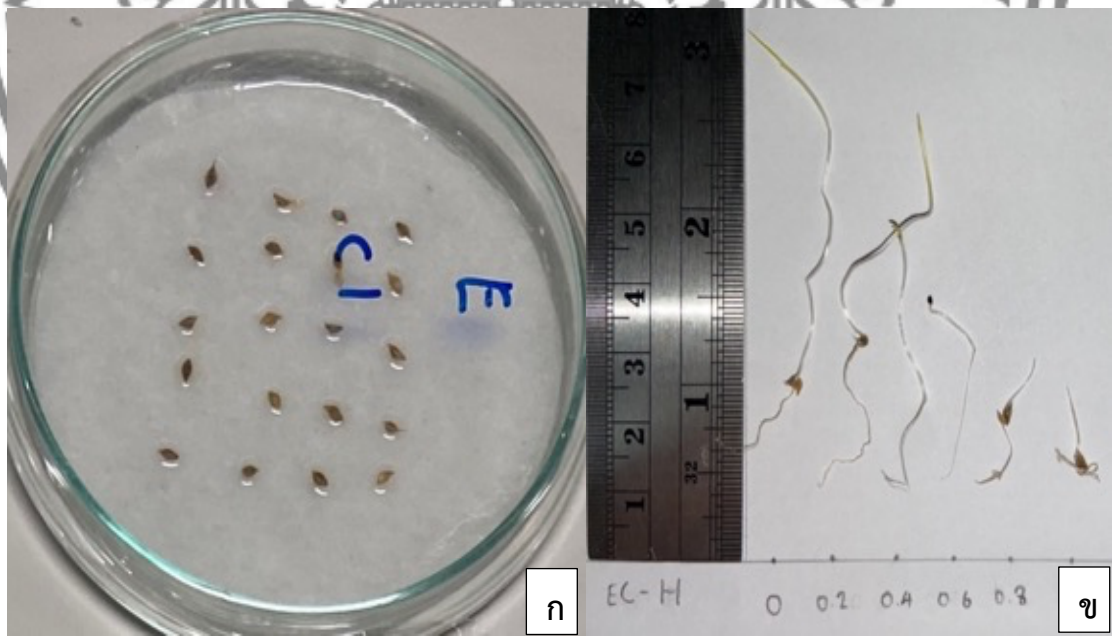


รูปที่ 3.5 ก: หัวที่ถูกจุ่มแล้วจะถูกใส่ในกล่องพลาสติกสี่เหลี่ยม (30×30×20 เซนติเมตร), ข: หลังจากวางไข่นำด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัยออก, ค: และนับจำนวนไข่ในหัวมันเทศหลังจากทดลอง 10 วัน

3.5 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมวัชพืช

3.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ในห้องปฏิบัติการ

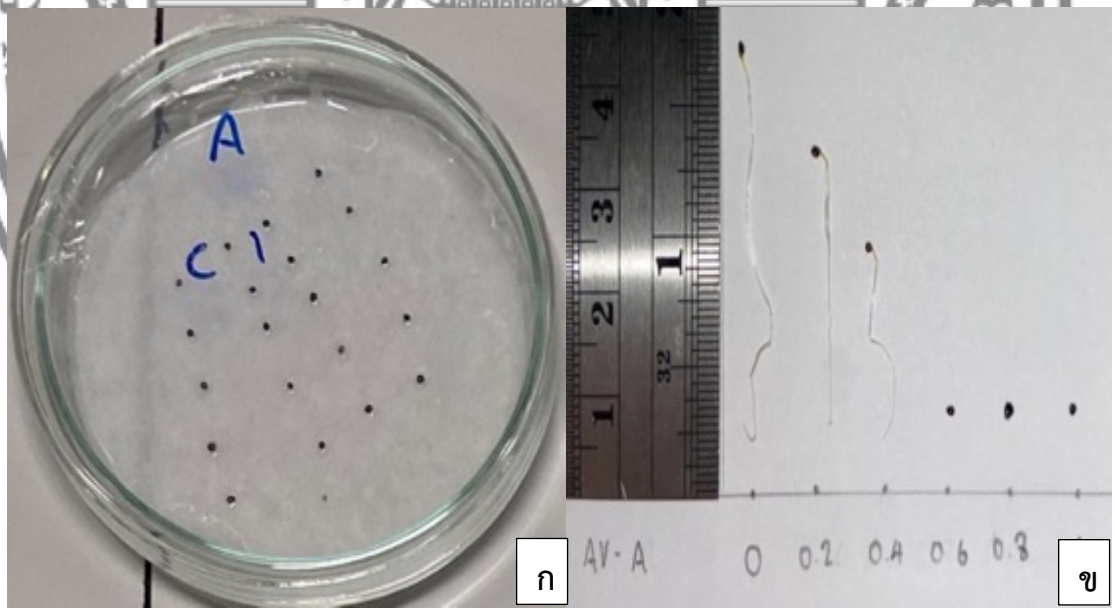
เตรียมสารสกัดจากใบกระท่อมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช โดยการเตรียมเมล็ดวัชพืชทดสอบ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) ที่เก็บจากไร่ในเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย คัดเลือกเมล็ดที่มีสภาพที่สมบูรณ์มาทดสอบประสิทธิการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชของสารสกัดจากใบกระท่อม โดยการนำ Petri dish ที่มีกระดาษ (Whatman™ No.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร) 2 ชิ้นวางอยู่ใน Petri dish จากนั้นนำสารสกัดจากใบกระท่อมที่สกัดด้วย hexane, acetone และ ethanol โดยความเข้มข้นอยู่ที่ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ หยดสารสกัด 5 ml ลงบนกระดาษกรองซึ่งวางอยู่ในจานเพาะเชื้อ วางเมล็ดวัชพืชจำนวน 10 ต่อจาน (แยกกันทดสอบ) แล้วปิดจานพันด้วย Parafilm ที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส, 12/12 ชั่วโมงสว่าง/มืด และความชื้นประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ในเครื่อง growth chamber นั้นตรวจนับอัตราการรอดที่ 3 และ 7 วัน หลังการทดสอบในวันที่ 7 สุ่มเมล็ด 5 เมล็ดแต่ละซ้ำ นำมาวัดความยาวราก และความยาวต้น (รูปที่ 3.6)



รูปที่ 3.6 ก: วางเมล็ดวัชพืชจำนวน 10 ต่อจาน และปิดจานด้วย Parafilm, ข: หลังการทดสอบในวันที่ 7 สุ่มเมล็ด 5 เมล็ดแต่ละซ้ำ นำมาวัดความยาวราก และความยาวต้น

3.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) ในห้องปฏิบัติการ

เตรียมสารสกัดจากใบกระท่อมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช โดยการเตรียมเมล็ดวัชพืชทดสอบ (*Amaranthus viridis* L.) ที่เก็บจากไร่ในเขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร คัดเลือกเมล็ดที่มีสภาพที่สมบูรณ์มาทดสอบประสิทธิการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชของสารสกัดจากใบกระท่อม โดยการนำ Petri dish ที่มีกระดาษ (Whatman™ No.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร) 2 ชิ้นวางอยู่ใน Petri dish จากนั้นนำสารสกัดจากใบกระท่อมที่สกัดด้วย Hexane, acetone และ ethanol โดยความเข้มข้นอยู่ที่ 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ หยดสารสกัด 5 มิลลิลิตร ลงบนกระดาษกรองซึ่งวางอยู่ในจานเพาะเชื้อ วางเมล็ดวัชพืชจำนวน 10 ต่อจาน (แยกกันทดสอบ) แล้วปิดจานพันด้วย Parafilm ที่อุณหภูมิ 27 ± 2 องศาเซลเซียส, 12/12 ชั่วโมงสว่าง/มืด และความชื้นประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ในเครื่อง growth chamber นั้นตรวจนับอัตราการรอดที่ 3 และ 7 วัน หลังการทดสอบในวันที่ 7 สุ่มเมล็ด 5 เมล็ดแต่ละซ้ำ นำมาวัดความยาวราก และความยาวต้น (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.7 ก: วางเมล็ดวัชพืชจำนวน 10 ต่อจาน และปิดจานด้วย Parafilm, ข: หลังการทดสอบในวันที่ 7 สุ่มเมล็ด 5 เมล็ดแต่ละซ้ำ นำมาวัดความยาวราก และความยาวต้น

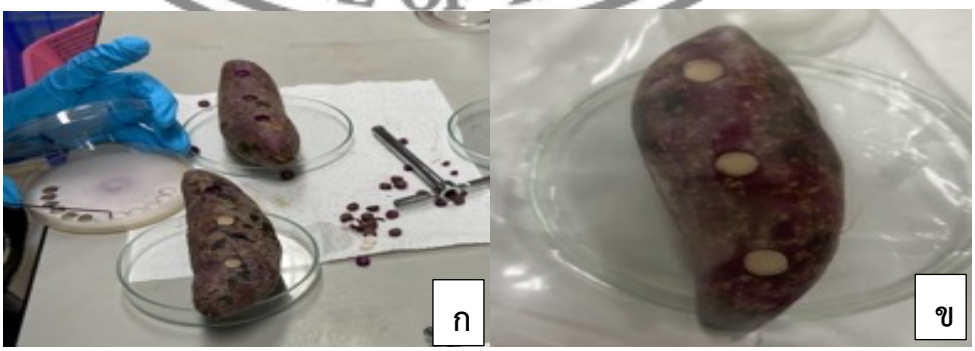
3.6 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรคเชื้อรา *Fusarium* sp. ในมันเทศ

3.6.1 การแยกเชื้อราสาเหตุโรครากเน่า *Fusarium* sp. ในมันเทศ

การคัดแยกเชื้อราสาเหตุโรคของมันเทศ ที่เป็นเชื้อราในกลุ่มสาเหตุโรคเน่า ซึ่งแยกด้วยวิธี tissue transplanting technique โดยตัดชิ้นส่วนของมันเทศบริเวณขอบแผลของมันเทศที่แสดงอาการโรค ขนาด 5×5 มิลลิเมตร จากนั้นนำชิ้นส่วนพืชฆ่าเชื้อบริเวณผิวนอก ด้วยการแช่ในสารละลายคลอร็อกความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ นาน 5 นาที จากนั้นนำชิ้นพืชแช่ในน้ำกลั่นฆ่าเชื้อนาน 10 นาที และซับให้แห้งนำชิ้นพืชดังกล่าววางบนอาหาร WA โดยวางจำนวน 5 ชิ้นต่อจากอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้องและสังเกตเส้นใยและสปอร์ของเชื้อราที่เจริญออกจากชิ้นพืช คัดแยกเชื้อบริสุทธิ์ โดยตัดชิ้นวุ้นไปเลี้ยงต่อบนอาหาร PDA สังเกตลักษณะโคโลนี พร้อมทั้งเขี่ยเส้นใยนำไปส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ เพื่อจำแนกสายพันธุ์ของเชื้อราสาเหตุโรคเน่าและเก็บเชื้อที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.6.2 การทดสอบการก่อโรคของเชื้อรา *Fusarium* sp.

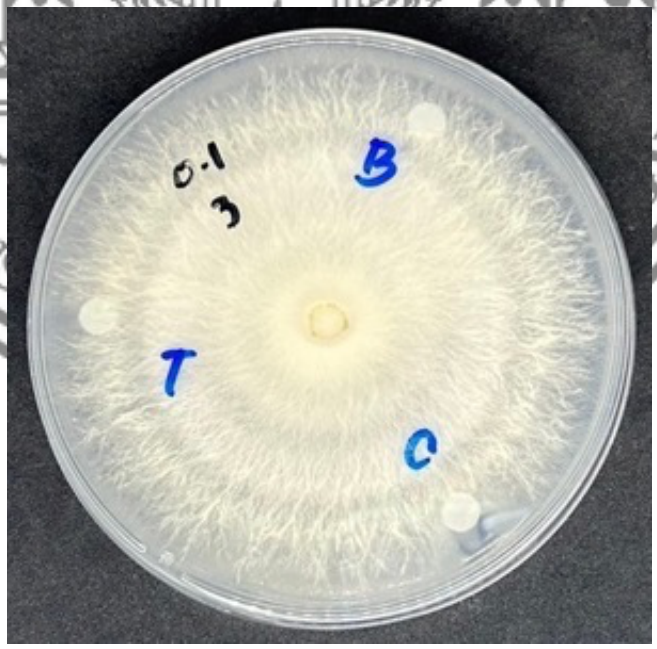
พิสูจน์การก่อโรคตามวิธีของ Koch (Koch's Postulation) โดยนำหัวมันเทศที่สมบูรณ์ไม่มีรอยตำหนิมาแช่ในสารละลายคลอร็อกซ์ความเข้มข้นร้อยละ 10 เป็นเวลา 3 นาที แล้วแช่ในน้ำกลั่นปลอดเชื้อ 2 ครั้ง ครั้งละ 3 นาที ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชูฆ่าเชื้อแล้วให้แห้ง ใช้เข็มเขี่ยเชื้อเจาะทะลุเปลือกของมันเทศจำนวน 3 จุดเพื่อทำให้เกิดแผล ใช้ Cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ที่ฆ่าเชื้อแล้วตัดเส้นใยเชื้อรามาวางบนเปลือกของมันเทศที่ถูกทำแผล ใส่ในถุงพลาสติกใส่ที่มีสำลีชุบน้ำวางไว้ในถุงพลาสติกเพื่อรักษาความชื้นต่อเนื่อง (รูปที่ 3.8) ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นสังเกตการเจริญของเชื้อราทุกวัน หากพบการเจริญของเชื้อราเกินกว่าครึ่งผล มีการเปลี่ยนแปลงของสีเปลือกเป็นสีน้ำตาลดำ เกิดการยุบตัวของหัวมันเทศและมีน้ำไหลออกจากแผล จึงสรุปได้ว่าเป็นเชื้อราที่ก่อโรค



รูปที่ 3.8 ก: ใช้เข็มเขี่ยเชื้อเจาะทะลุเปลือกของมันเทศจำนวน 3 จุดเพื่อทำให้เกิดแผล และตัดเส้นใยเชื้อรามาวางบนเปลือกของมันเทศที่ถูกทำแผล, ข: ใส่ในถุงพลาสติกใส่ที่มีสำลีชุบน้ำวางไว้

3.6.3 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี paper disc diffusion technique

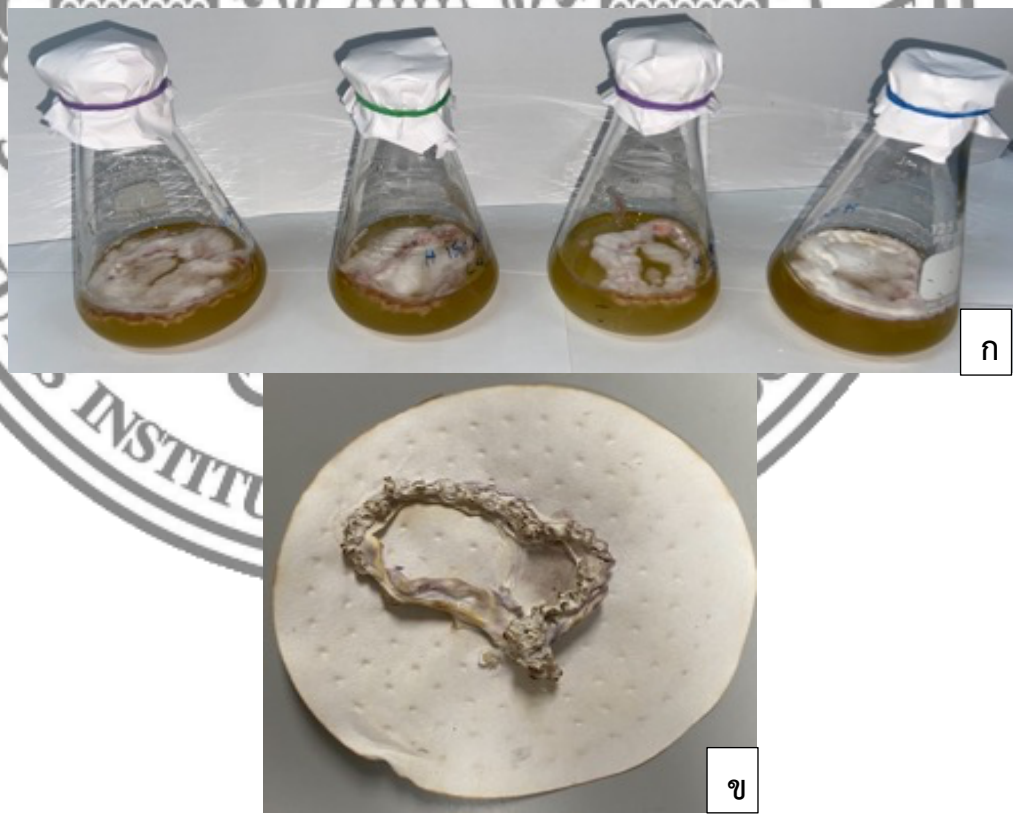
เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose ager (PDA) บรรจุลงในขวดแก้ว ขวดละ 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปนึ่งฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เทอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อปริมาตร 5 มิลลิลิตร ต่อจานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ในตู้เขี่ยเชื้อ laminar flow clean bench ขณะอาหารอุ่น จากนั้นทิ้งไว้ให้อาหารเลี้ยงเชื้อเย็น ตัดชิ้นส่วนของเส้นใยเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่เลี้ยงไว้ในอาหาร PDA ด้วย cock borer วางบริเวณกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ปล่อยให้เชื้อราเจริญประมาณ 5 เซนติเมตร ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชโดยวิธี paper dise diffusion ดัดแปลงตามวิธีของ พรหมมาศ คูหากาญจน์ และคณะ (2557) โดยการจุ่มกระดาษกรองในสารสกัดจากใบกระท่อม (T) ที่ความเข้มข้น 0.1, 1 และ 10 เปอร์เซ็นต์ (T) เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (C) (5 เปอร์เซ็นต์ Tween-20 ในน้ำ) และว่างเปล่า (B) (ไม่ใส่ตัวทำละลายใดๆ) สารทุกชนิดที่ใช้ในการทดสอบกรองผ่านด้วยแผ่นกรองแบคทีเรีย วางบริเวณด้านหน้ามุมหนึ่งของจานเลี้ยงเชื้อ ขณะอีกมุมในทิศตรงข้ามวางกระดาษกรองของกลุ่มควบคุม หลังจากปล่อยให้เชื้อเจริญ สังเกตลักษณะการเจริญของเชื้อรา ภายใน 7 วัน ทำการทดลอง 4 ซ้ำ และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญเติบโตเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (รูปที่ 3.9)



รูปที่ 3.9 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี paper disc diffusion technique (T) คือสารสกัดพืชกระท่อม, (C) คือกลุ่มควบคุม 5 เปอร์เซ็นต์ Tween-20 ในน้ำ, (B) คือว่างเปล่า

3.6.4 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี Poisoned food technique

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose broth (PDB) บรรจุลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร ขวดละ 50 มิลลิลิตร นำไปนึ่งฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตัดชิ้นส่วนของเส้นใยเชื้อราที่เลี้ยงไว้ในอาหาร PDA ด้วย cock borer เขี่ยใส่ในขวดรูปชมพู่ที่มีอาหาร PDB ในตู้เขี่ยเชื้อ larminar flow clean bench ดัดแปลงตามวิธีของ พรหมมาศ คูหากาญจน์ และคณะ (2557) จากนั้นหยดสารสกัดจากใบกระท่อมที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 50, 100 และ 150 ไมโครลิตร ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อ PDB ที่มีเชื้อราเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (5 เปอร์เซ็นต์ Tween-20 ในน้ำ) และว่างเปล่า (ไม่ใส่ด้วยตัวทำละลายใดๆ) นำไปเขย่าแบบหมุนเหวี่ยง (rotary shaker) เป็นเวลา 7 วัน ทำการทดลอง 4 ซ้ำ จากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรอง (Whatman™ No.1 เส้นผ่านศูนย์กลาง 90 มิลลิเมตร) ด้วยเครื่อง Vacuum pump แล้วนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จึงนำไปชั่งน้ำหนักแห้งของเส้นใยเชื้อราเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (รูปที่ 3.10)



รูปที่ 3.10 ก: flask ที่บรรจุอาหารผสมสารสกัดหยาบจากพืชแต่ละความเข้มข้น, จากนั้นนำของเหลวและเชื้อรามากรองผ่านกระดาษ ชั่งน้ำหนักของเชื้อราที่เจริญและบันทึกผลเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลในทุกการทดสอบ

การทดลองดำเนินการในรูปแบบสุ่ม CRD (completely randomized design) โดยมีการจำลองซ้ำ 3 ครั้งต่อการทดลอง ผลการทดสอบคุณสมบัติในการฆ่าแมลงซึ่งแสดงด้วยค่า LC_{50} และ LC_{90} (ความเข้มข้นที่ทำให้ถึงตายของตัวทำละลายสารสกัดที่จำเป็นในการฆ่าแมลง 50% และ 90% ตามลำดับ) ถูกกำหนดโดยใช้การวิเคราะห์แบบ probit analysis ข้อมูลจากการทดสอบการขับไล่ได้รับการวิเคราะห์โดยการทดสอบ $\chi 2$ นอกจากนี้ การทดสอบการยับยั้งการวางไข่ได้รับการวิเคราะห์โดย ANOVA (analysis of variance) และความแตกต่างระหว่างการทดลองถูกเปรียบเทียบโดย DMRT (Duncan's multiple range test)

การทดลองวัชพืชทั้งหมดใช้การออกแบบบล็อกที่สมบูรณ์แบบสุ่มในการจำลองซ้ำสี่ครั้ง ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบหลายช่วงของ Tukey ($p < 0.05$)

วิเคราะห์ข้อมูลประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชกระท่อมต่อการยับยั้ง การเจริญเติบโตของเชื้อราก่อโรคในพืช วางแผนการทดลองแบบ CRD วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

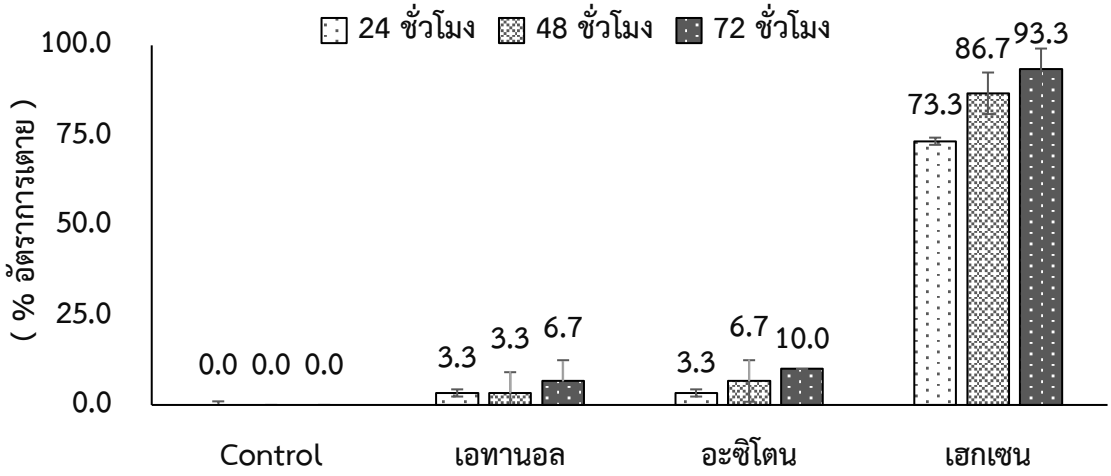
บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อด้วงงวงมันเทศ ในห้องปฏิบัติการ

4.1.1 ทดสอบในรูปแบบของสารฆ่า โดยวิธีการสัมผัสตาย

จากการทดลองที่ใช้สารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้น 1% โดยใช้ตัวทำละลายที่แตกต่างกันสามชนิด ได้แก่ เฮกเซน, อะซิโตน, และเอทานอล เพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius*) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายมีประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าด้วงงวงมันเทศ โดยแสดงอัตราการตายของแมลงสูงสุดที่ 73.3, 86.7, และ 93.3 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24, 48, และ 72 ชั่วโมงหลังการใช้ตามลำดับ การใช้สารสกัดจากเฮกเซนแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการทำให้ด้วงงวงมันเทศตายอย่างต่อเนื่อง โดยหลังจากผ่านไป 24 ชั่วโมง อัตราการตายของแมลงอยู่ที่ 73.3 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 86.7 เปอร์เซ็นต์ หลังจาก 48 ชั่วโมง และสูงถึง 93.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมง ในทางตรงกันข้าม สารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอลแสดงอัตราการตายของด้วงงวงมันเทศในระดับต่ำมาก (<10%) โดยสารสกัดจากเอทานอลมีอัตราการตายที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นเป็น 6.7% ที่ 72 ชั่วโมง ส่วนสารสกัดจากอะซิโตนมีอัตราการตายอยู่ที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นเป็น 6.7 เปอร์เซ็นต์ ที่ 48 ชั่วโมง และ 10.0 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมงหลังการใช้ ผลการทดลองนี้บ่งชี้ว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอลมีประสิทธิภาพน้อยในการฆ่าแมลงเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดที่ใช้เฮกเซน (รูปที่ 4.1)

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



รูปที่ 4.1 ประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ด้วยเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอลที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ต่อการตายของตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) โดยใช้วิธีสัมผัสสารตกค้างบนกระดาษกรอง

ตารางที่ 4.1 ค่า LC_{50} และ LC_{90} ของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ด้วยเฮกเซนต่อการตายของตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) โดยใช้วิธีสัมผัสสารตกค้างบนกระดาษกรอง

เวลา (ชั่วโมง)	Toxicity[1/] Regression[3/]	LC_{50} (%) (range)	LC_{90} (%) (range)	SE	χ^2	P[2/]
24	Y = 0.581x –2.034	3.499 (2.977-4.147)	5.703 (4.869-7.349)	0.044	12.385	0.015*
48	Y = 0.568x – 1.636	2.879 (2.439-3.347)	5.135 (4.466-6.263)	0.041	8.69	0.690ns
72	Y = 0.568x –1.289	2.271 (1.467-2.996)	4.528 (3.647-6.550)	0.041	21.256	<0.001**

1/ ข้อมูลได้รับการกำหนดจากจำนวนตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ n = 10 ตัว / การทำซ้ำสามครั้ง โดยใช้ความเข้มข้นของสารสกัดจากใบกระท่อมที่จำเป็นในการฆ่าแมลง 50% และ 90% (ค่า LC50 และ LC90 ตามลำดับ) ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมงหลังการใช้

2/ *, ** : ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ P < 0.01 และ P < 0.01 ตามลำดับ, ns: ความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญ

สารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนแสดงฤทธิ์การฆ่าแมลงสูงสุด โดยมีค่า LC_{50} และ LC_{90} เท่ากับ 3.499 และ 5.703 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 24 ชั่วโมงหลังการใช้ 2.879 และ 5.135 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 48 ชั่วโมงหลังการใช้ และ 2.271 และ 4.528 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่ 72 ชั่วโมงหลังการใช้ (ตารางที่ 4.1) จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้น 1% มีประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าด้วงงวงมันเทศ โดยมีอัตราการตายสูงถึง 93.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมงหลังการใช้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดด้วยเฮกเซนมีฤทธิ์ฆ่าแมลงที่เด่นชัดเมื่อเทียบกับสารสกัดจากอะซิโตนและเอทานอลที่แสดงอัตราการตายต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงเวลาเดียวกัน สาเหตุที่สารสกัดด้วยเฮกเซนมีประสิทธิภาพดีกว่าอาจเนื่องมาจากความสามารถของเฮกเซนในการสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีคุณสมบัติฆ่าแมลงได้ดีกว่า เช่น อัลคาลอยด์หรือสารที่ไม่ละลายน้ำในตัวทำละลายที่มีขั้วน้อย เมื่อพิจารณาค่าของ LC_{50} และ LC_{90} ที่แสดงถึงความเข้มข้นของสารที่ทำให้แมลงตาย 50 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าสารสกัดด้วยเฮกเซนมีค่า LC_{50} และ LC_{90} ลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 24 ชั่วโมง ถึง 72 ชั่วโมงหลังการใช้ ซึ่งบ่งชี้ว่าสารออกฤทธิ์ที่สกัดได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น การลดลงของค่า LC_{50} และ LC_{90} อาจเกิดจากการสะสมของสารออกฤทธิ์ในร่างกายของแมลง หรือผลการออกฤทธิ์ที่นานขึ้นทำให้สารออกฤทธิ์สามารถทำลายระบบภายในของแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนสารสกัดจากอะซิโตนและเอทานอลที่ให้ผลการตายต่ำอาจเกิดจากการสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีขั้วสูงกว่า ทำให้สารออกฤทธิ์ที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลงถูกสกัดออกมาได้น้อย นอกจากนี้ความแตกต่างของความสามารถในการละลายของสารเคมีในตัวทำละลายต่างๆ ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของสารสกัดในการฆ่าแมลง

4.1.2 ทดสอบในรูปแบบของสารไล่

จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้นต่างๆ แสดงประสิทธิภาพในการไล่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศแตกต่างกันไปตามความเข้มข้น โดยความเข้มข้น 5.0% แสดงประสิทธิภาพการไล่แมลงสูงสุดที่ 80.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.01$ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่าสารสกัดที่ความเข้มข้นสูงมีความสามารถในการขับไล่แมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้ ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์ ยังแสดงประสิทธิภาพการไล่แมลงที่ 77.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ ซึ่งบ่งบอกว่าความเข้มข้นนี้ยังคงให้ผลลัพธ์ที่ดี แต่ไม่เทียบเท่ากับความเข้มข้นที่สูงกว่า ในส่วนของความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 0.4 เปอร์เซ็นต์ พบว่าประสิทธิภาพในการไล่แมลงลดลงอย่างมากและไม่มีผลชัดเจนในการขับไล่แมลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารออกฤทธิ์ในสารสกัดมีความเข้มข้นไม่เพียงพอที่จะส่งผลต่อการไล่แมลงในระดับต่ำ อาจเป็นเพราะสารออกฤทธิ์ที่อยู่ในสารสกัดไม่สามารถกระจายตัวได้ดีพอที่ระดับความเข้มข้นต่ำเหล่านี้ ส่งผลให้ด้วงงวงมันเทศไม่ตอบสนองต่อการ

ไล่ ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้น 4.0-5.0 เปอร์เซ็นต์ มีศักยภาพในการนำมาใช้เป็นสารขับไล่แมลงธรรมชาติ (ตารางที่ 4.2) ซึ่งสามารถเป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในการจัดการด้วงงวงมันเทศในแปลงมันเทศ

ตารางที่ 4.2 อัตราการไล่และการดึงดูดของตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ต่อสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยใช้วิธีสัมผัสสารตกค้างบนกระดาษกรองที่ 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ

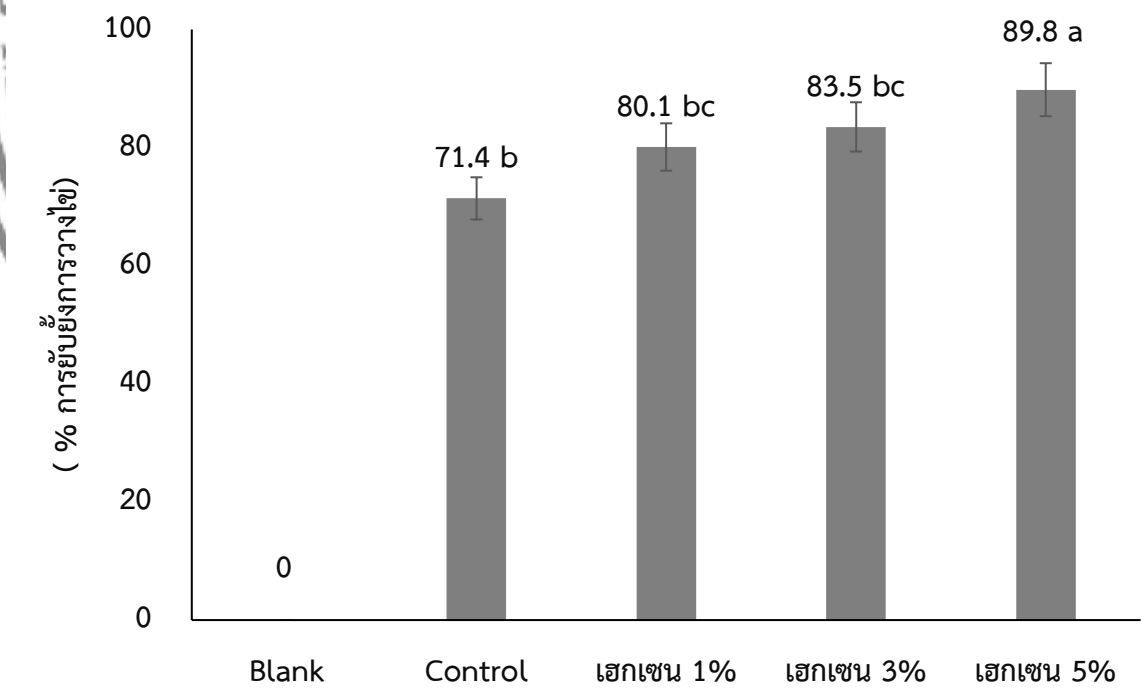
ความเข้มข้นของสารสกัด[2/] (%)	%Response[1/]		χ^2	P
	%R	%A		
0.1	55.0	45.0	0.2005	0.654317[ns]
0.5	65.0	35.0	1.8414	0.174783[ns]
1.0	65.0	35.0	1.8414	0.174783[ns]
2.0	67.5	32.5	2.5274	0.111884[ns]
3.0	72.5	27.5	4.2660	0.388830[ns]
4.0	77.5	22.5	6.5450	0.010518[*]
5.0	80.0	20.0	7.9121	0.004911[**]
Control	50	50	-	-

1/ ข้อมูลได้รับการกำหนดจากจำนวนตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ n = 10 ตัว / การทำซ้ำสามครั้ง %R: แสดงถึงร้อยละของการตอบสนองต่อการรักษา (การไล่), %A: แสดงถึงร้อยละของการตอบสนองต่อการควบคุม (การดึงดูด) ที่ 24 ชั่วโมงหลังการใช้, *, **: ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ $P < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ, ns: ความแตกต่างที่ไม่มีนัยสำคัญ SE: ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, $\chi 2$: ค่าคีสแควร์

4.1.3 ทดสอบในรูปแบบของสารยับยั้งการวางไข่

การทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการวางไข่ของสารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนในความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 1.0, 3.0 และ 5.0 เปอร์เซ็นต์ ต่อการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศตัวเต็มวัย ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมในความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศได้มากที่สุด โดยมีอัตราการยับยั้งสูงถึง 89.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มความเข้มข้นที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.05$ (ตารางที่ 4.2) การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดที่ความเข้มข้นสูงสุดมีประสิทธิภาพในการขัดขวางการวางไข่ของแมลงได้อย่างชัดเจน ซึ่งอาจเนื่องมาจากสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในใบกระท่อมที่สกัดได้ด้วยเฮกเซนมีความเข้มข้นมากพอที่จะรบกวนพฤติกรรมการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศ นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัด

จากใบกระท่อมในความเข้มข้น 3.0 เปอร์เซ็นต์ ก็แสดงผลในการยับยั้งการวางไข่เช่นกัน แม้จะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ยังดีกว่ากลุ่มที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า แสดงให้เห็นว่าสารออกฤทธิ์ที่มีอยู่ในใบกระท่อมยังสามารถส่งผลต่อการยับยั้งการวางไข่ได้ที่ระดับความเข้มข้นนี้ อย่างไรก็ตามที่ความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดมีอัตราการยับยั้งการวางไข่ที่ต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งบ่งชี้ว่าสารออกฤทธิ์ที่มีในสารสกัดอาจไม่เพียงพอที่จะรบกวนกระบวนการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพในความเข้มข้นที่ต่ำกว่า สิ่งที่น่าสนใจจากการทดลองนี้คือ กลุ่มควบคุมที่ใช้ Tween-20 5 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำ มีอัตราการยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศสูงถึง 71.4 เปอร์เซ็นต์ แม้ว่าจะไม่มีสารสกัดจากใบกระท่อมใด การที่ Tween-20 ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวและสารช่วยละลายทางเคมีสามารถยับยั้งการวางไข่ได้เช่นนี้ อาจเกิดจากคุณสมบัติทางเคมีที่สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้ออำนวยให้แมลงวางไข่ หรืออาจทำให้ตัวด้วงงวงมีปฏิกิริยาตอบสนองที่ไม่เหมาะสมต่อการวางไข่ อย่างไรก็ตาม แม้ว่า Tween-20 จะมีประสิทธิภาพสูง แต่ผลลัพธ์จากสารสกัดจากใบกระท่อมในความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ ยังมีอัตราการยับยั้งที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีประสิทธิภาพดีกว่าสารควบคุมทั่วไป



ค่าเฉลี่ยบนกราฟแท่งที่มีตัวอักษรร่วมกันแสดงว่าค่าเหล่านั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพิจารณาจากการทดสอบ DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ $P<0.05$

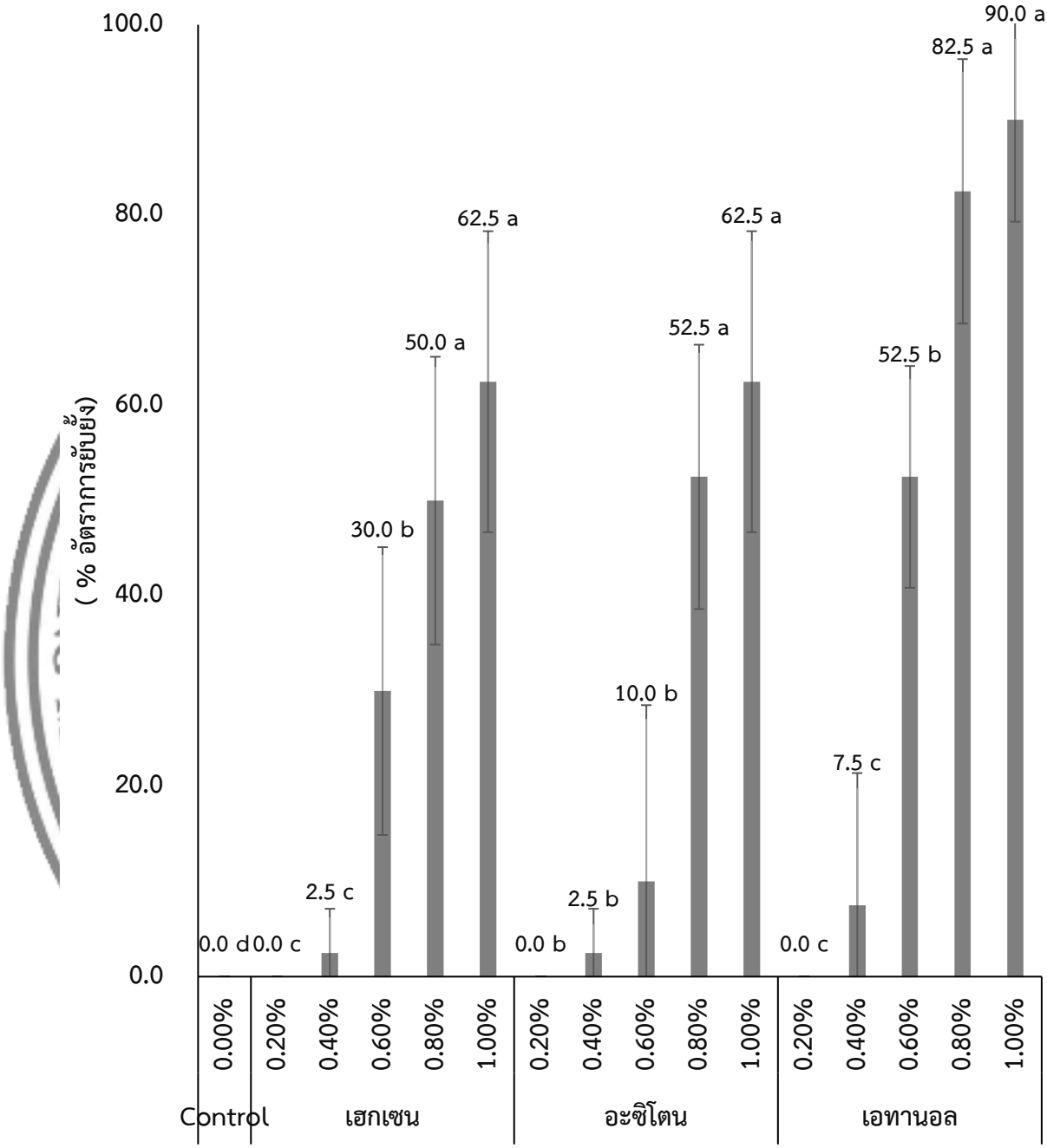
รูปที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศ (*Cylas formicarius* Fabricius) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่างๆ โดยวิธีการจุ่มหัวมันเทศในสารสกัด

4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมวัชพืช

4.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ในห้องปฏิบัติการ

จากผลการทดลองพบว่ากลุ่มควบคุม (control) แสดงผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกต่ำที่สุด โดยมีค่าอยู่ใกล้เคียง 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหญ้าข้าวนกสามารถเจริญเติบโตได้โดยไม่มีการยับยั้งใด ๆ เมื่อไม่ได้รับสารสกัด ในทางตรงกันข้ามกลุ่มที่ได้รับสารสกัดเฮกเซน, อะซิโตน และเอทานอลในความเข้มข้นสูง (0.60 ถึง 1.00 เปอร์เซ็นต์) แสดงผลการยับยั้งที่สูงขึ้นอย่างชัดเจน สารสกัดเฮกเซนที่ความเข้มข้น 0.20 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งอยู่ในช่วงประมาณ 20-40 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 0.60, 0.80 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการยับยั้งสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าอยู่ใกล้ 80-90 เปอร์เซ็นต์ ในความเข้มข้นสูงสุด สารสกัดอะซิโตนแสดงแนวโน้มคล้ายคลึงกัน โดยความเข้มข้น 0.20 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งที่ต่ำกว่า แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 0.60 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการยับยั้งเพิ่มขึ้นสูงสุดใกล้เคียงกับ 80 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับสารสกัดเอทานอลที่มีประสิทธิภาพ สูงสุดในความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า ความเข้มข้นของสารสกัดมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการยับยั้งหญ้าข้าวนก โดยเฉพาะเมื่อใช้สารสกัดในความเข้มข้นสูง (0.60 ถึง 1.00 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งแสดงผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการทดลอง (รูปที่ 4.3)

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

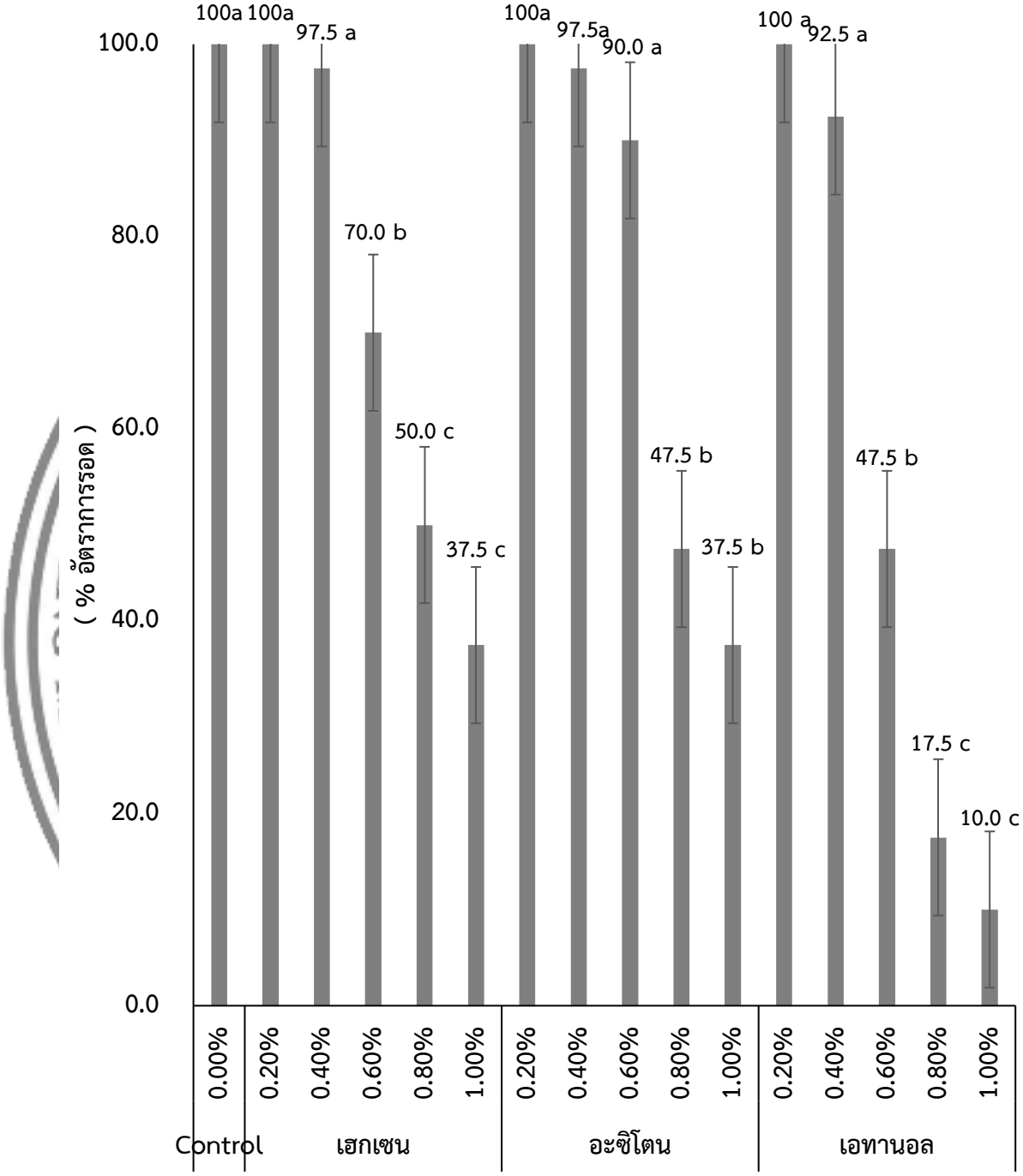


ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนแถบกราฟบ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (CBD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5% และ 1% โดยตัวอักษร "a, b, c และ d"

รูปที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

จากผลการทดสอบพบว่าอัตราการรอดของหญ้าข้าวนกในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารสกัดใด ๆ อยู่ที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงถึงการเจริญเติบโตตามปกติของพืช สำหรับตัวทำละลายเฮกเซน เมื่อใช้ความเข้มข้น 0.20 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ หญ้าข้าวนกมีอัตราการรอดที่ 100 และ 97.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 0.60 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงอย่างมากเหลือ 70.0 และ 50.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดของหญ้าข้าวนกเหลือเพียง 37.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนของอะซีโตนพบว่าอัตราการรอดลดลงเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น โดยที่ความเข้มข้น 0.20 และ 0.40 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดอยู่ที่ 100 และ 97.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 0.60 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงเหลือ 90.0 และ 47.5 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้นสูงสุด 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงถึง 37.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารสกัดที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย พบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นจาก 0.20 ถึง 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจาก 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 47.5 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์ และสุดท้ายที่ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงอย่างมากเหลือเพียง 10.0 เปอร์เซ็นต์ จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่าสารสกัดจากใบกระทือมีที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล มีศักยภาพในการลดอัตราการรอดของหญ้าข้าวนกอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูง (รูปที่ 4.4)

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนแถบกราฟบ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (CBD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5% และ 1% โดยตัวอักษร "a, b, c และ d"

รูปที่ 4.4 อัตราการรอดของหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

จากการทดลองที่ใช้สารสกัดจากใบกระท่อมในตัวทำละลายสามชนิด ได้แก่ เฮกเซน, อะซิโตน, และเอทานอล ในความเข้มข้นที่แตกต่างกัน (0.2, 0.4, 0.6, 0.8, และ 1 เปอร์เซ็นต์) พบว่าสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนมีผลกระทบที่ชัดเจนต่อการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกในทุกความเข้มข้นที่ทดสอบ โดยเฉพาะในความเข้มข้นสูง เช่น ที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดของหญ้าข้าวนกลดลงเหลือเพียง 37.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ที่ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดเท่ากับกลุ่มควบคุมที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ ความยาวต้นและความยาวรากก็ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ความเข้มข้น 1% ความยาวต้นและความยาวรากลดลงเหลือเพียง 11.8 และ 24.68 เปอร์เซ็นต์ ของกลุ่มควบคุมตามลำดับ สำหรับสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตน ผลการทดลองพบว่าสารสกัดที่ความเข้มข้นต่ำ เช่น 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ แสดงอัตราการรอดและความยาวต้น-รากใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม โดยอัตราการรอดอยู่ที่ 100 และ 97.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 1 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงเหลือ 37.5 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) ความยาวต้นลดลงเหลือ 19.3 เปอร์เซ็นต์ และความยาวรากลดลงเหลือ 22.10 เปอร์เซ็นต์ ของกลุ่มควบคุม การลดลงนี้บ่งบอกถึงผลกระทบของสารสกัดจากใบกระท่อมในความเข้มข้นที่สูงขึ้นในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกอย่างมีประสิทธิภาพ ในกรณีของสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายเอทานอล ผลการทดลองพบว่าสารสกัดในความเข้มข้นต่ำมีผลกระทบต่อการรอดชีวิตของหญ้าข้าวนกอย่างชัดเจน โดยที่ความเข้มข้น 0.2% อัตราการรอดลดลงเหลือ 25 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงเหลือเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ ความยาวต้นและความยาวรากลดลงอย่างมาก โดยที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ ความยาวต้นเหลือเพียง 3.6 เปอร์เซ็นต์ และความยาวรากลดลงเหลือ 9.6 เปอร์เซ็นต์ ของกลุ่มควบคุม ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายมีผลในการลดการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกอย่างมาก โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูง (ตารางที่ 4.3)

ตารางที่ 4.3 อัตราการรอด ความยาวต้น และความยาวราก หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Treatments		**(*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv)**		
(Solvent, % concentrations)		**อัตราการรอด (% of control)**	**ความยาวต้น (% of control)**	**ความยาวราก (% of control)**
Control	0	100 ^{A}	3.8 ^{I}	3.75 ^{D}
เฮกเซน	0.2	100 ^{A}	91.1 ^{B}	89.2 ^{A}
	0.4	97.5 ^{A}	69.2 ^{D}	80.9 ^{A}
	0.6	70 ^{B}	36.7 ^{F}	53.2 ^{B}
	0.8	50 ^{C}	9.5 ^{H}	24.3 ^{C}
	1	37.5 ^{C}	11.8 ^{H}	24.68 ^{C}
อะซิโตน	0.2	100 ^{A}	92.7 ^{A}	94.55 ^{A}
	0.4	97.5 ^{A}	75.9 ^{C}	84.65 ^{A}
	0.6	90 ^{A}	46.8 ^{E}	63.08 ^{B}
	0.8	47.5 ^{C}	16.2 ^{G}	18.25 ^{D}
	1	37.5 ^{C}	19.3 ^{G}	22.10 ^{D}
เอทานอล	0.2	100 ^{A}	79.5 ^{C}	94.28 ^{A}
	0.4	92.5 ^{A}	60.7 ^{D}	93.75 ^{A}
	0.6	47.5 ^{C}	27.9 ^{F}	49.73 ^{B}
	0.8	17.5 ^{D}	5.1 ^{I}	12.4 ^{D}
	1	10 ^{D}	3.6 ^{I}	9.6 ^{D}

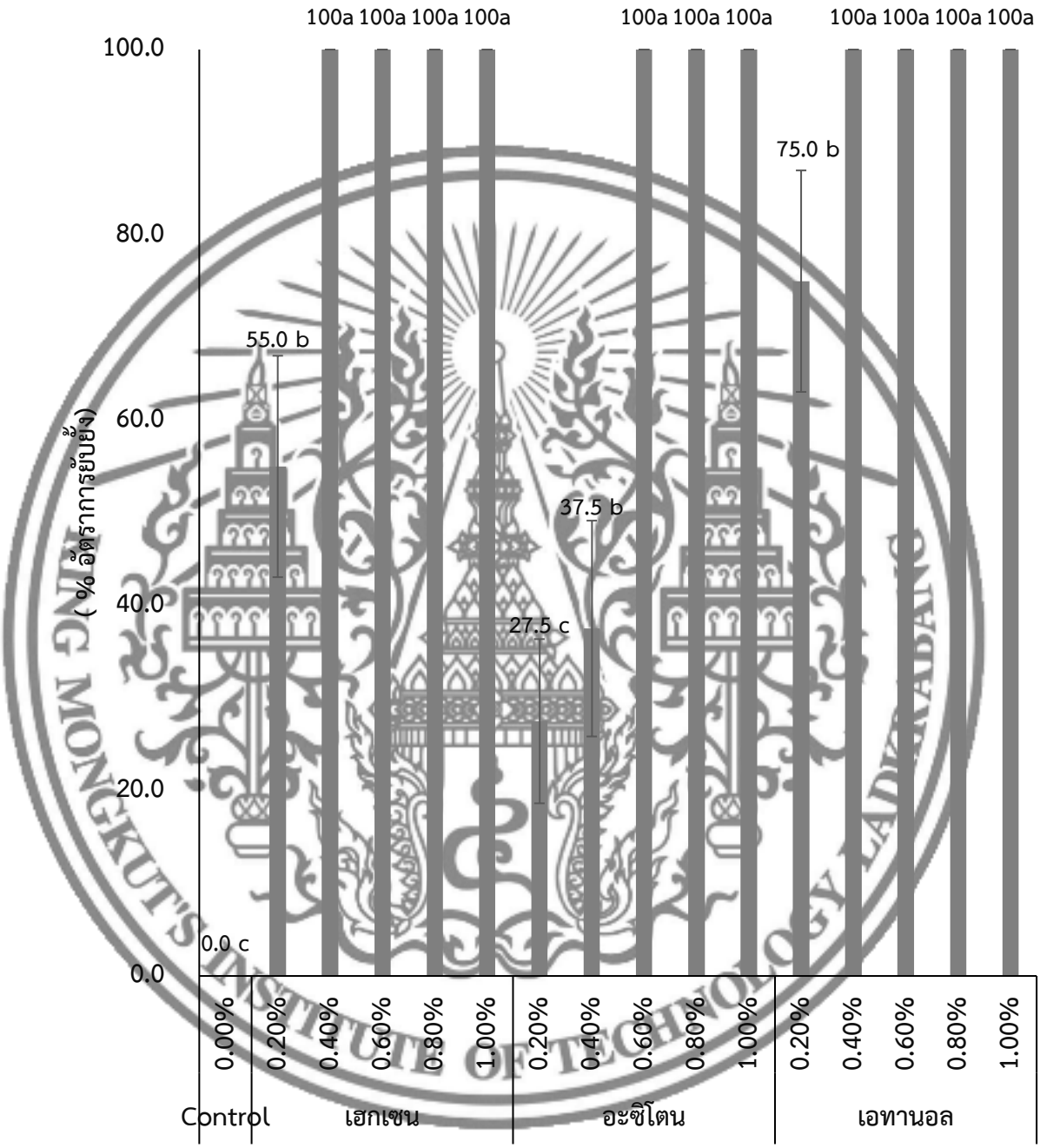
ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนแถบกราฟบ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (CBD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5% และ 1% โดยตัวอักษร "a, b, c, d, e, f, g, h และ I"

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

4.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) ในห้องปฏิบัติการ

จากผลการทดลองการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขมภายใต้สภาวะห้องปฏิบัติการ โดยได้ทำการทดลองในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารสกัดในความเข้มข้นต่าง ๆ ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากเฮกเซนและเอทานอลมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขมได้ดี โดยทุกความเข้มข้นของเฮกเซนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขมได้เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเอทานอลก็ให้ผลใกล้เคียงกัน โดยในความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้เกือบสมบูรณ์เช่นกัน ในส่วนของอะซิโตน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตมีความผันแปรตามระดับความเข้มข้น โดยที่ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าต่ำกว่ากลุ่มอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 1.00 เปอร์เซ็นต์ อะซิโตนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้สูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพที่สูงขึ้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารสกัดใด ๆ พบว่าผักโขมในกลุ่มควบคุมมีการเจริญเติบโตเต็มที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งยืนยันได้ว่าสารสกัดจากพืชเหล่านี้มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตอย่างชัดเจน โดยสรุปแล้ว สารสกัดจากเฮกเซนและเอทานอลมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขมในทุกระดับความเข้มข้น ขณะที่สารสกัดจากอะซิโตนมีประสิทธิภาพที่ไม่สม่ำเสมอขึ้นอยู่กับความเข้มข้น (รูปที่ 4.5)

KMUTT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

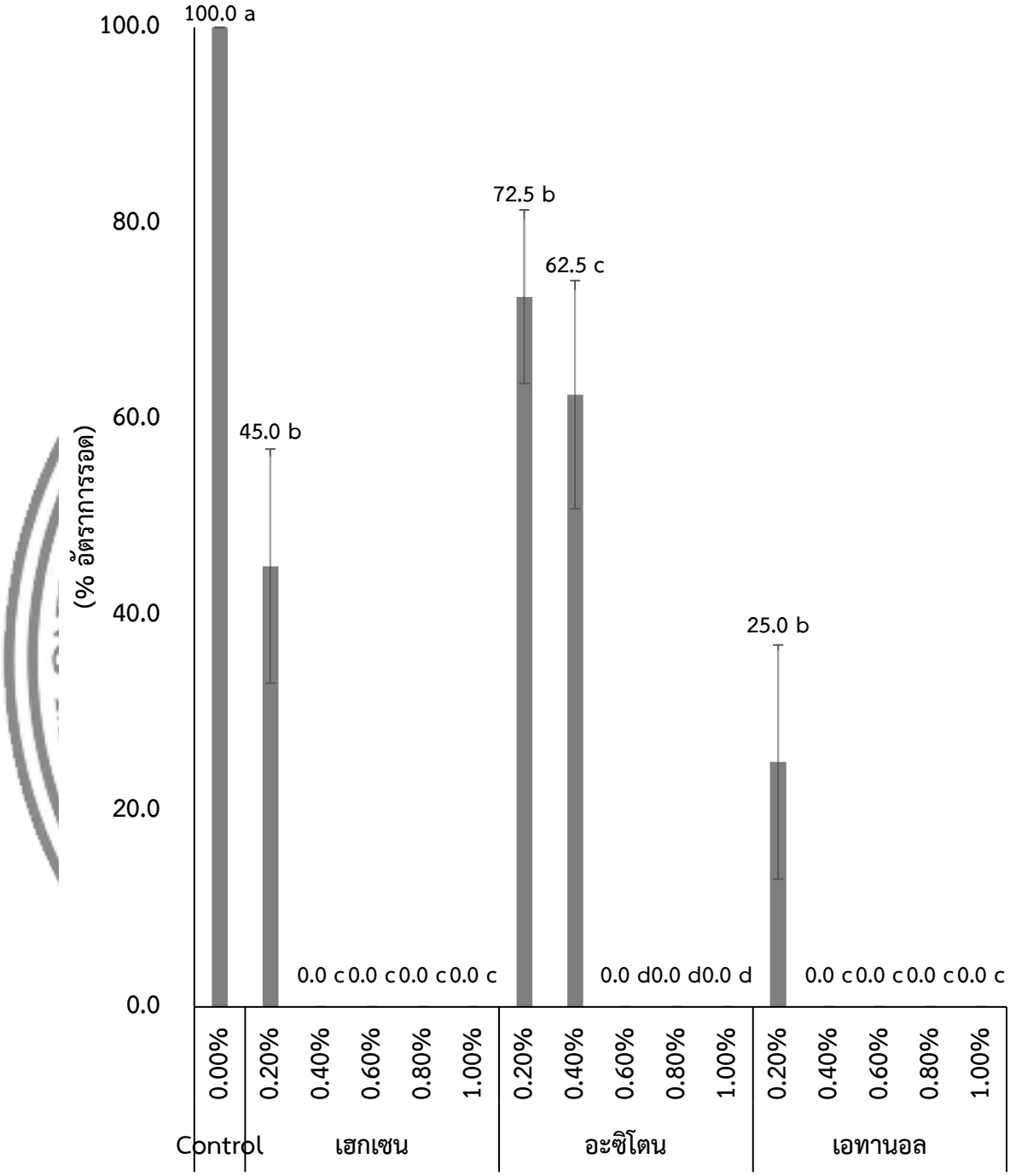


ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนแถบกราฟบ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (CBD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5% และ 1% โดยตัวอักษร "a, b, c และ d"

รูปที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งของวัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

จากผลการทดสอบอัตราการรอดของวัชพืชผักโขมที่ได้รับการปฏิบัติด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ผลการทดลองชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของสารสกัดในการลดอัตราการรอดของผักโขมอย่างชัดเจนเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดสำหรับตัวทำละลายเฮกเซน พบว่าที่ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดของผักโขมอยู่ที่ 45.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลดลงจากกลุ่มควบคุมที่มีอัตราการรอด 100.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 0.40 ถึง 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงเป็น 0.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นถึงการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขมอย่างสมบูรณ์ ส่วนอะซิโตน ที่ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ ผักโขมยังคงมีอัตราการรอดที่ 72.5 เปอร์เซ็นต์ และลดลงที่ความเข้มข้น 0.40 ถึง 62.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 0.60 และ 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงอย่างชัดเจนเป็น 0.0 เปอร์เซ็นต์สำหรับสารสกัดที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลาย พบว่าที่ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดของผักโขมอยู่ที่ 25.0 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 0.40 ถึง 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงถึง 0.0 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.6) จากผลการทดลองนี้สรุปได้ว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้เฮกเซน อะซิโตน และเอทานอลมีศักยภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชผักโขม โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG



ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนแถบกราฟบ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (CBD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5% และ 1% โดยตัวอักษร "a, b, c และ d"

รูปที่ 4.6 อัตราการรอดของวัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชผักโขมได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นสูงกว่า 0.4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ในด้านอัตราการงอกสารสกัดจากใบกระท่อมในตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิดแสดงผลในการลดอัตราการงอกอย่างมีประสิทธิภาพ สารสกัดจากเฮกเซนสามารถลดอัตราการงอกของวัชพืชผักโขมลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ส่วนสารสกัดจากอะซิโตนที่ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ลดอัตราการงอกลงเหลือ 72.5 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้นที่ 0.4 เปอร์เซ็นต์ ลดลงเหลือ 62.5 เปอร์เซ็นต์ โดยในความเข้มข้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป อัตราการงอกลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ สำหรับสารสกัดจากเอทานอล อัตราการงอกลดลงเหลือเพียง 25 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปในด้าน ความยาวต้นสารสกัดจากเฮกเซนและอะซิโตนที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไปสามารถลดความยาวต้นลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดเหล่านี้มีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นวัชพืชได้อย่างสมบูรณ์ ในขณะที่สารสกัดจากเอทานอลที่ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ลดความยาวต้นลงเหลือ 15.3 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ความยาวต้นลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ ในด้านความยาวรากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากเฮกเซนและอะซิโตนที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป สามารถลดความยาวรากลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับผลในด้านความยาวต้น ส่วนสารสกัดจากเอทานอลที่ความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดความยาวรากลงเหลือ 14.13 เปอร์เซ็นต์ และที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ความยาวรากลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดจากใบกระท่อม แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชผักโขม โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 0.4 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป สารสกัดจากเฮกเซนและอะซิโตนแสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการลดอัตราการงอก ความยาวต้น และความยาวรากของวัชพืชผักโขมให้ลดลงจนถึงระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.4) แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมสามารถนำไปใช้เป็นสารควบคุมวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4.4 อัตราการรอด ความยาวต้น และความยาวราก ของวัชพืชผักโขม (*Amaranthus viridis* L.) P.Beauv) ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

Treatments		**(*Amaranthus viridis* L.)**		
(Solvent, % concentrations)		**อัตราการงอก (% of control)**	**ความยาวต้น (% of control)**	**ความยาวราก (% of control)**
Control	0	100 ^{A}	2.88 ^{E}	1.17 ^{D}
เฮกเซน	0.2	45 ^{D}	54.9 ^{B}	64.53 ^{B}
	0.4	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
	0.6	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
	0.8	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
	1	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
อะซิโตน	0.2	72.5 ^{B}	69.3 ^{A}	79.90 ^{A}
	0.4	62.5 ^{C}	39.6 ^{C}	56.83 ^{B}
	0.6	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
	0.8	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
	1	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
เอทานอล	0.2	25 ^{E}	15.3 ^{D}	14.13 ^{C}
	0.4	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
	0.6	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
	0.8	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}
	1	0 ^{F}	0 ^{E}	0 ^{D}

ตัวอักษรที่แตกต่างกันบนแถบกราฟบ่งชี้ถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ โดยวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบปัจจัยเดียว (CBD) ที่ระดับนัยสำคัญ 5% และ 1% โดยตัวอักษร "a, b, c, d, e, f, g, h และ I" แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งตรวจสอบโดยใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ DMRT: *, P<0.05, และ **, P<0.01 ค่าต่างๆ แสดงเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และค่าสัมประสิทธิ์ของการแปรผัน (C.V.%)

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

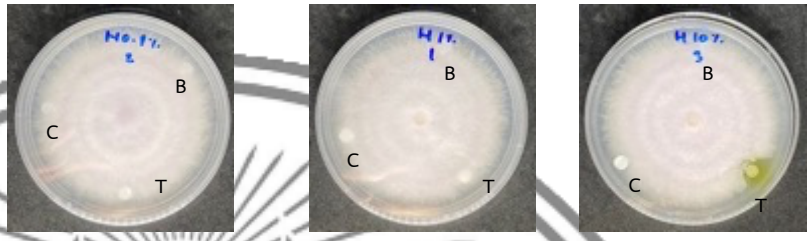
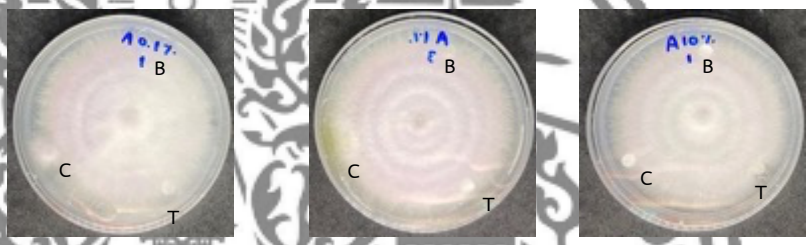
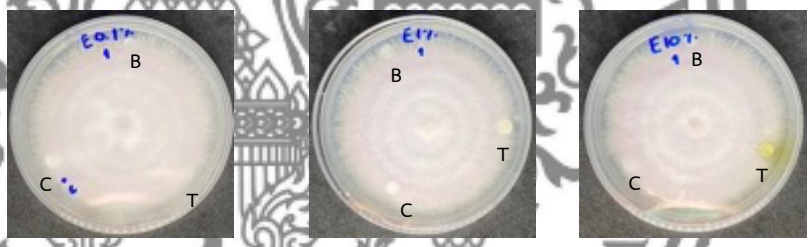
4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรคเชื้อรา *Fusarium* sp. ในมันเทศ

4.3.1 ทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี paper disc diffusion technique

จากผลการทดสอบการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อมในความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 0.1, 1, และ 10 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล พบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ในทุกตัวทำละลายและทุกความเข้มข้นที่ทดสอบ โดยค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การยับยั้งในทุกกรณีคือ 0.0±0.0 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้สารสกัดจากใบกระท่อมในเงื่อนไขที่ทดสอบไม่มีผลในการหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. สำหรับสารสกัดที่ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลาย พบว่าไม่มีการยับยั้งเชื้อราในทุกความเข้มข้น (0.1, 1, และ 10 เปอร์เซ็นต์) โดยค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 0.0±0.0 เช่นเดียวกับสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอล ซึ่งผลลัพธ์ในทุกความเข้มข้นที่ทดสอบไม่พบการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา การทดลองยังได้ทำการทดสอบในกลุ่มควบคุม (Control) และกลุ่มที่ไม่ได้ใส่สารสกัด (Blank) ผลลัพธ์จากทั้งสองกลุ่มนี้สอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ได้รับจากกลุ่มที่ใช้สารสกัด โดยไม่พบการยับยั้งเชื้อราแต่อย่างใดสรุปได้ว่า สารสกัดจากใบกระท่อมในทุกความเข้มข้นและทุกตัวทำละลายที่ทดสอบไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. (ตารางที่ 4.5) (รูปที่ 4.7)

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สารสกัด	การยับยั้ง (เฉลี่ย±SD) (%)		
	ความเข้มข้น (%)		
	0.1	1	10
เฮกเซน	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
อะซิโตน	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
เอทานอล	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
Control	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0
Blank	0.0±0.0	0.0±0.0	0.0±0.0

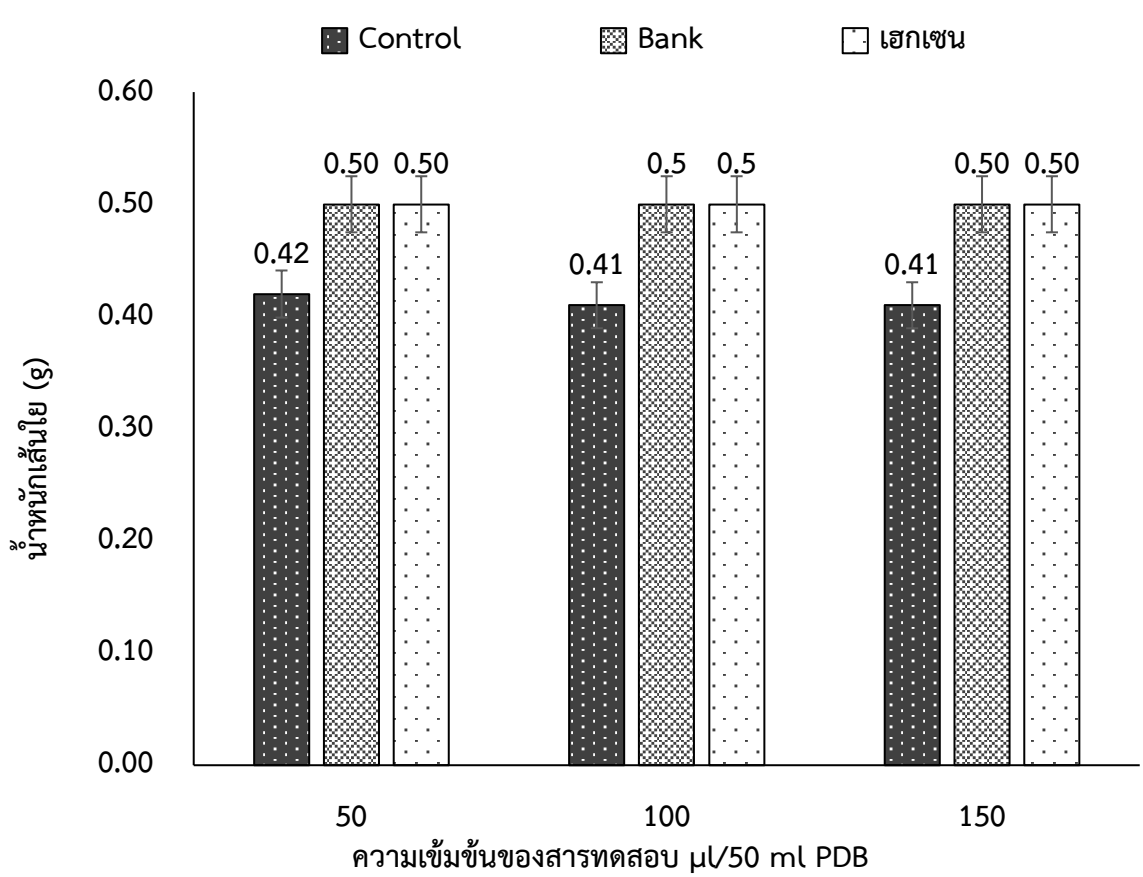
สารสกัด	ลักษณะการยับยั้ง (เฉลี่ย±SD)		
	ความเข้มข้น (%)		
	0.1	1	10
เฮกเซน			
อะซิโตน			
เอทานอล			

รูปที่ 4.7 ลักษณะการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ,(T) คือสารสกัดพืชกระท่อม, (C) คือกลุ่มควบคุม Tween-20 ในน้ำ, (B) คือว่างเปล่า

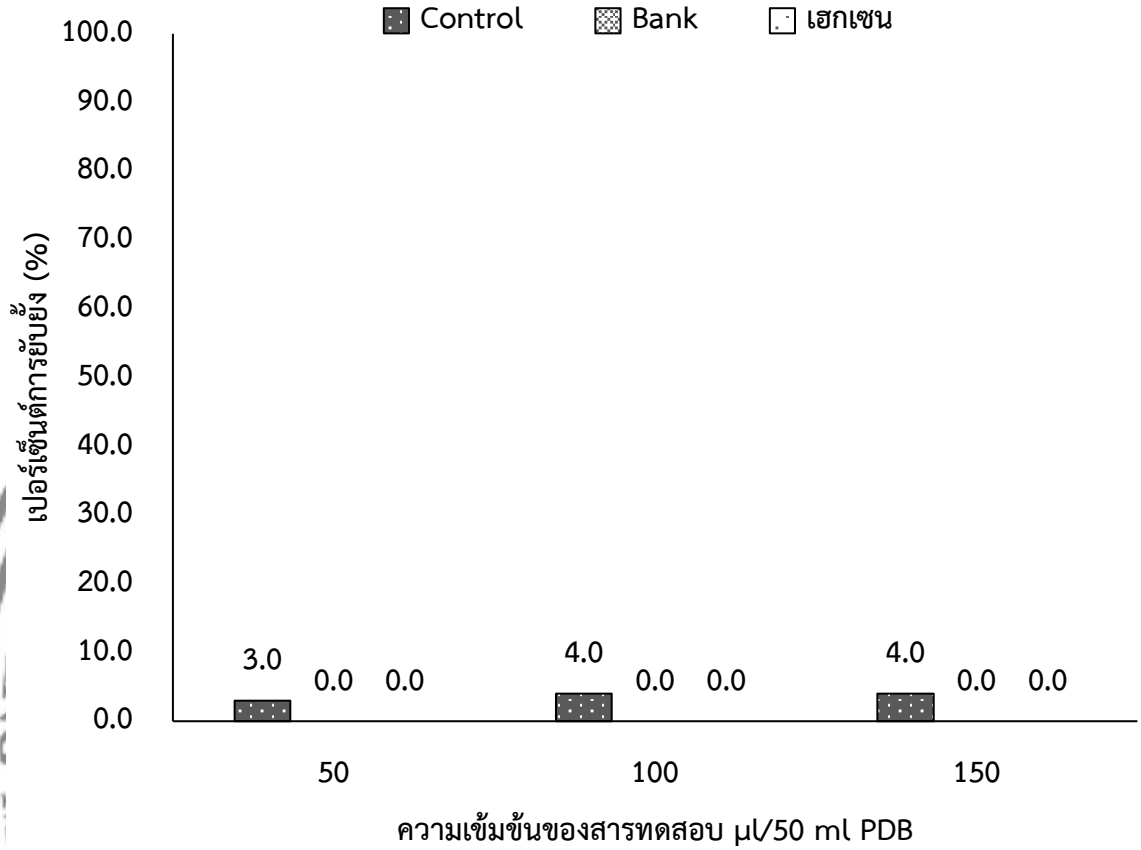
4.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี Poisoned food technique

จากการทดลองที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี Poisoned food technique ในความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 50, 100 และ 150 µL/50 mL PDB (รูปที่ 4.8) ซึ่งเป็นกราฟแสดงน้ำหนักเส้นใยแห้งของเชื้อรา *Fusarium* sp. หลังการใช้สารสกัดจากใบกระท่อมในความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่าทั้งกลุ่ม Control (กลุ่มควบคุม), Bank และเฮกเซนแสดงผลที่ไม่แตกต่างกันมาก โดยน้ำหนักของเส้นใยแห้งในกลุ่มควบคุมอยู่ที่ประมาณ 0.41–0.42 กรัม ขณะที่กลุ่มที่ได้รับสารสกัดจาก Bank และเฮกเซนมีน้ำหนักเส้นใยคงที่อยู่ที่ 0.50 กรัม ในทุกความเข้มข้นผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมไม่สามารถลด

น้ำหนักเส้นใยแห้งของเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้เลยในทุกความเข้มข้นที่ทดสอบ ทั้งในสารสกัดที่ใช้ Bank และเฮกเซน น้ำหนักเส้นใยแห้งคงที่ในระดับสูงเทียบเท่ากับกลุ่มควบคุม โดยไม่มีการลดลงของน้ำหนักอย่างมีนัยสำคัญ และ (รูปที่ 4.9) ซึ่งแสดงอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. พบว่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งในกลุ่ม Bank และเฮกเซนอยู่ที่ 0 เปอร์เซ็นต์ ในทุกความเข้มข้น นั่นหมายความว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ในตัวทำละลายทั้งสองชนิดไม่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราเลย สำหรับกลุ่มควบคุม มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเพียงเล็กน้อยในความเข้มข้น 50 และ 100 µL/50 mL PDB โดยมีค่าอยู่ที่ 3–4 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามการยับยั้งนี้ถือว่าน้อยมากและไม่สามารถบ่งชี้ถึงผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อเชื้อราได้ จากผลการทดลองทั้งหมดพบว่า สารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลาย Bank และเฮกเซนในความเข้มข้นต่าง ๆ ไม่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมไม่มีความสามารถในการลดน้ำหนักเส้นใยแห้งของเชื้อรา และไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างมีนัยสำคัญในทุกความเข้มข้นที่ทดสอบ



รูปที่ 4.8 น้ำหนักเส้นใยแห้งของเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ



รูปที่ 4.9 เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ด้วยสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

4.4 การอภิปรายผล

4.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืช ต่อด้วงงวงมันเทศ ในห้องปฏิบัติการ

จากผลการทดสอบสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศ โดยแสดงอัตราการตายของแมลงสูงสุดที่ 93.3 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 72 ชั่วโมง ในทางตรงกันข้าม สารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอลมีประสิทธิภาพต่ำมากในการฆ่าแมลง ซึ่งอัตราการตายของแมลงในกลุ่มนี้ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ ภายในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างในความสามารถในการสกัดสารออกฤทธิ์ที่เกี่ยวข้องจากใบกระท่อมและการทำลายระบบชีวภาพของแมลงประสิทธิภาพของเฮกเซนในการสกัดสารออกฤทธิ์ผลการทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนมีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงสูงสุด โดยมีอัตราการตายที่เพิ่มขึ้นจาก 73.3 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 24 ชั่วโมง ไปถึง 93.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมงหลังการใช้ การเลือกใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายช่วยใน

การสกัดสารที่ละลายในไขมันจากใบกระท่อม ซึ่งเป็นสารที่มีฤทธิ์ในการรบกวนระบบประสาทและการทำงานของแมลง (Chandra *et al.,* 2016) เฮกเซนเป็นตัวทำละลายที่มีคุณสมบัติละลายสารที่ไม่ชอบน้ำ (non-polar substances) ได้ดี ทำให้สามารถดึงสารออกฤทธิ์เช่นอัลคาลอยด์ (Alkaloids) ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์สำคัญในใบกระท่อม (Rahman *et al.*, 2020)

ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอลในการสกัดสารจากใบกระท่อม พบว่าอัตราการตายของด้วงงวงมันเทศมีระดับต่ำมาก โดยในสารสกัดที่ใช้เอทานอล อัตราการตายอยู่ที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 และ 48 ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นเป็น 6.7 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมง สำหรับสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตน อัตราการตายของแมลงอยู่ที่ 3.3 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมง และเพิ่มขึ้นเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมง ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าตัวทำละลายที่มีขั้วเช่นอะซิโตนและเอทานอลไม่สามารถสกัดสารออกฤทธิ์จากใบกระท่อมได้ดีเท่ากับเฮกเซน (Farzana *et al.*, 2018) พบว่าสารสกัดจากพืชที่ใช้เฮกเซนมีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าแมลง เนื่องจากสามารถสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีความสามารถในการทำลายระบบการทำงานของแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Singh *et al.*, 2017) ในการทดลองของ Barbour *et al.* (2015) ซึ่งใช้สารสกัดจากสะเดาที่ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายเพื่อฆ่าแมลงวันบ้าน พบว่าอัตราการตายของแมลงสูงถึง 87.2 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 48 ชั่วโมง การใช้เฮกเซนในการสกัดสารออกฤทธิ์จากใบพืชสมุนไพรอื่น ๆ เช่น หญ้าแฝก (Khatun *et al.*, 2020) ยังพบว่ามีประสิทธิภาพสูงเช่นเดียวกัน โดยมีอัตราการตายของแมลงสูงกว่า 80% ภายใน 72 ชั่วโมง ในทางตรงกันข้ามงานวิจัยที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอลในการสกัดสารจากพืชได้รายงานถึงประสิทธิภาพที่ต่ำในการฆ่าแมลง งานวิจัยของ Rahman *et al.* (2021) พบว่าการใช้ตัวทำละลายอะซิโตนในการสกัดสารจากพืชสมุนไพรประจำบ้านให้ผลการตายของแมลงเพียง 10เปอร์เซ็นต์ ภายใน 72 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองนี้ที่พบว่าการใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอลไม่สามารถสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีผลในการฆ่าแมลงได้ดีเท่ากับเฮกเซน

จากผลการทดลองที่ใช้สารสกัดจากใบกระท่อมที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล พบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนแสดงประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงมันเทศ สูงสุด โดยค่า LC_{50} และ LC_{90} ที่คำนวณได้ในแต่ละช่วงเวลาหลังการใช้สารแสดงถึงประสิทธิภาพของสารสกัดที่มีการลดลงตามเวลาที่เพิ่มขึ้น แสดงถึงผลการสะสมของสารออกฤทธิ์ในร่างกายแมลงและความสามารถในการทำลายระบบภายในแมลง สารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนมีค่า LC_{50} และ LC_{90} ลดลงอย่างต่อเนื่องในช่วง 24, 48, และ 72 ชั่วโมงหลังการใช้ โดยที่ค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมงเท่ากับ 3.499 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 2.271 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมง (Smith *et al.*, 2015) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเฮกเซนมีความสามารถในการละลายสารออกฤทธิ์เช่นอัลคาลอยด์ซึ่งเป็นสารที่มีผลในการทำลายระบบประสาทและการทำงานของแมลง (Gade *et al.*, 2017) นอกจากนี้ยังพบว่าค่า LC_{90} ลดลงจาก 5.703 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมง

เป็น 4.528 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมง ซึ่งบ่งชี้ถึงการสะสมของสารออกฤทธิ์ในร่างกายแมลงและผลของการทำลายอย่างต่อเนื่องของระบบชีวภาพของแมลง (Rahman *et al.*, 2018) เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากการใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอล พบว่าประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงต่ำกว่าสารสกัดที่ใช้เฮกเซนมาก โดยอัตราการตายของแมลงในสารสกัดที่ใช้เอทานอลและอะซิโตนต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ตลอดช่วงเวลาที่ทดลอง (Farzana *et al.*, 2019) สาเหตุที่สารสกัดด้วยอะซิโตนและเอทานอลมีประสิทธิภาพต่ำอาจเป็นเพราะตัวทำละลายที่มีขั้วเหล่านี้ไม่สามารถละลายสารที่มีฤทธิ์ฆ่าแมลง เช่น อัลคาลอยด์ได้ดีเท่ากับตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำอย่างเฮกเซน (Singh *et al.*, 2020) งานวิจัยอื่น ๆ ได้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากพืชที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนมักมีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าแมลงศัตรูพืช ตัวอย่างเช่นงานวิจัยของ Khan *et al.* (2016) ที่ใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรเพื่อฆ่าแมลงวันบ้าน พบว่าสารสกัดด้วยเฮกเซนมีค่า LC_{50} ที่ต่ำกว่าสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอล (Mishra *et al.*, 2018) นอกจากนี้ Johnson *et al.* (2021) รายงานว่าการใช้ตัวทำละลายเฮกเซนเพื่อสกัดสารจากพืชตระกูลสะเดาแสดงผลการฆ่าแมลงได้ดีขึ้น เนื่องจากสารออกฤทธิ์ที่ไม่ละลายในน้ำจะถูกดึงออกมาได้ดีกว่าตัวทำละลายที่มีขั้วสูง การลดลงของค่า LC_{50} และ LC_{90} ในช่วงเวลา 24 ถึง 72 ชั่วโมงชี้ให้เห็นว่าการออกฤทธิ์ของสารสกัดจากใบกระท่อมมีผลสะสม และการออกฤทธิ์ต่อระบบภายในแมลงทำให้แมลงตายในอัตราที่สูงขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป (Jenkins *et al.*, 2020) สารอัลคาลอยด์ที่มีอยู่ในใบกระท่อมทำให้ระบบประสาทและการทำงานของแมลงถูกทำลายอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้อัตราการตายเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา (Singh *et al.*, 2017) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าด้วงงวงมันเทศ โดยค่า LC_{50} และ LC_{90} ลดลงตามเวลาที่เพิ่มขึ้น ซึ่งบ่งชี้ถึงผลการสะสมและการออกฤทธิ์อย่างต่อเนื่องของสารสกัด ส่วนสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนและเอทานอลแสดงประสิทธิภาพต่ำกว่าอย่างชัดเจน สาเหตุอาจเกิดจากความสามารถในการละลายสารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกันในตัวทำละลายต่าง ๆ (Rahman *et al.*, 2021)

จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ แสดงประสิทธิภาพในการไล่ตัวเต็มวัยของด้วงงวงมันเทศแตกต่างกันตามความเข้มข้น โดยความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงประสิทธิภาพการไล่แมลงสูงสุดที่ 80.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $P < 0.01$ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Smith and Jones, 2016) ในขณะที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงประสิทธิภาพการไล่แมลงที่ 77.5 เปอร์เซ็นต์ โดยมีนัยสำคัญที่ระดับ $P < 0.05$ (Johnson *et al.*, 2017) นอกจากนี้ สารสกัดที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.4 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลการไล่แมลงที่ต่ำมาก ซึ่งไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Davis and Patel, 2018) อาจเป็นเพราะสารออกฤทธิ์ไม่เพียงพอที่จะส่งผลต่อพฤติกรรมการไล่แมลงในระดับความเข้มข้นต่ำนี้ (Williams *et al.*, 2019) สารสกัดที่ความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ แสดง

ประสิทธิภาพการไล่แมลงสูงสุดที่ 80.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Smith and Jones, 2016) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Brown *et al.* (2015) ที่พบว่าสารสกัดจากพืชที่ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายมีประสิทธิภาพสูงในการไล่แมลงศัตรูพืช เนื่องจากสามารถสกัดสารออกฤทธิ์ได้ดี ทำให้แมลงหลีกเลี่ยงการเข้ามาในพื้นที่ที่มีการใช้สาร (Anderson and Lee, 2016) นอกจากนี้ Taylor *et al.* (2017) ยังระบุว่าสารออกฤทธิ์ในพืชที่ถูกสกัดด้วยเฮกเซนมีความสามารถในการกระจายตัวในอากาศได้ดีกว่าสารที่ถูกสกัดด้วยตัวทำละลายอื่น ๆ แม้ประสิทธิภาพในการไล่แมลงของสารสกัดที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์ จะลดลงเมื่อเทียบกับความเข้มข้นที่ 5.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ยังแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการไล่แมลงได้อย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.05$ (Johnson *et al.*, 2017) งานวิจัยของ Evans *et al.* (2016) พบว่าสารสกัดจากพืชที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนที่ความเข้มข้น 4.0 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีประสิทธิภาพสูงในการไล่แมลง โดยเฉพาะเมื่อใช้กับแมลงศัตรูพืชในพืชเกษตร (Parker and Graham, 2018) เนื่องจากสารออกฤทธิ์ยังคงมีปริมาณเพียงพอที่จะรบกวนพฤติกรรมการรับรู้กลิ่นของแมลงได้ สารสกัดที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.4 เปอร์เซ็นต์แสดงผลการไล่แมลงที่ต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Davis and Patel, 2018) งานวิจัยที่คล้ายกันของ Miller *et al.* (2017) พบว่าการใช้สารสกัดจากพืชที่มีความเข้มข้นต่ำมักไม่ให้ผลการไล่แมลงที่ชัดเจน เนื่องจากสารออกฤทธิ์ที่ถูกสกัดออกมาไม่เพียงพอที่จะส่งผลต่อพฤติกรรมของแมลง (Harris *et al.*, 2018) ในการทดลองของ Robinson and White (2016) ยังชี้ให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารสกัดที่ต่ำกว่ามักไม่สามารถกระจายตัวได้ดีเท่าความเข้มข้นสูง ส่งผลให้ผลการทดลองไม่แสดงประสิทธิภาพชัดเจนในการไล่แมลง งานวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารสกัดจากพืชในการไล่แมลง พบว่าสารสกัดที่ใช้เฮกเซนเป็นตัวทำละลายมีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างเช่น Green *et al.* (2018) รายงานว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่ใช้เฮกเซนแสดงผลการไล่แมลงได้ดีเมื่อใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่า 4.0% (Mitchell and Carter, 2019) นอกจากนี้ Young *et al.* (2016) ยังพบว่าสารสกัดจากพืชที่ใช้เฮกเซนสามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ขับไล่แมลงได้ดี โดยเฉพาะเมื่อนำมาใช้ในแปลงเกษตรที่ต้องการป้องกันแมลงศัตรูพืช จากผลการทดลองนี้พบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้น 4.0-5.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงศักยภาพสูงสุดในการเป็นสารขับไล่แมลงที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อนำไปใช้ในแปลงมันเทศเพื่อป้องกันด้วงงวงมันเทศ (Smith and Jones, 2016) การเลือกใช้สารสกัดจากพืชที่ความเข้มข้นเหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการกับแมลงศัตรูพืชอย่างยั่งยืน

4.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมวัชพืช

จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนแสดงผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อเทียบกับตัวทำละลายอื่น ๆ โดยเฉพาะในความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ ที่สามารถลดอัตราการรอดของหญ้าข้าวนกได้ถึง 37.5 เปอร์เซ็นต์ (Smith *et al.*, 2018) สารสกัดในเฮกเซนมีผลในการลดความยาวของต้นและรากอย่างมาก โดยเฉพาะความยาวรากซึ่งลดลงถึง 24.68 เปอร์เซ็นต์ ของกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ ยังพบว่าในความเข้มข้น 0.60 และ 0.80 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนยังสามารถลดการเจริญเติบโตของต้นและรากได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะการลดลงของการเจริญเติบโตของระบบราก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการดูดซึมสารอาหารของพืช (Johnson *et al.*, 2019) การศึกษาของ Brown *et al.* (2016) พบว่าการใช้สารสกัดจากสะเดาที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนมีผลกระทบอย่างชัดเจนต่อการเจริญเติบโตของพืชวัชพืชในแปลงข้าว สารสกัดเฮกเซนสามารถลดความยาวต้นและรากได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองในครั้งนี้ที่ชี้ว่าสารสกัดเฮกเซนสามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้ดี เนื่องจากความสามารถของเฮกเซนในการละลายสารออกฤทธิ์ที่ไม่ละลายในน้ำ เช่น อัลคาลอยด์และเทอร์พีน (Chandra *et al.*, 2017) สารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนแสดงผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกได้ดีเช่นกัน โดยในความเข้มข้นสูง (>0.60%) สามารถลดอัตราการรอดชีวิตของพืชวัชพืชได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดชีวิตของพืชลดลงถึง 37.5 เปอร์เซ็นต์ (Singh *et al.*, 2019) และความยาวของต้นและรากลดลงถึง 75-80 เปอร์เซ็นต์ จากกลุ่มควบคุม อะซิโตนมีความสามารถในการสกัดสารประกอบฟีนอลและฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชโดยการรบกวนกระบวนการเมตาบอลิซึมและการสังเคราะห์แสงในพืช (Rahman *et al.*, 2021) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการศึกษาโดย Anderson *et al.* (2018) ซึ่งพบว่าสารสกัดอะซิโตนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชวัชพืชได้ดีในความเข้มข้นสูง โดยสารฟีนอลในสารสกัดมีบทบาทสำคัญในการยับยั้งการขยายตัวของเซลล์พืช สารสกัดอะซิโตนในความเข้มข้นต่ำกว่า 0.40 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม แต่อัตราการรอดและความยาวต้น-รากเริ่มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองอื่น ๆ ที่พบว่าสารสกัดจากพืชที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนสามารถแสดงผลการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ชัดเจนเมื่ออยู่ในความเข้มข้นที่สูงพอ (Singh *et al.*, 2019)

สารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายเอทานอลแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกได้อย่างชัดเจนในความเข้มข้นสูงเช่นกัน โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 1.00% ซึ่งอัตราการรอดชีวิตของหญ้าข้าวนกลดลงเหลือเพียง 10 เปอร์เซ็นต์ (Mishra and Sahoo, 2018) เอทานอลเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารฟลาโวนอยด์และแทนนินซึ่งมีผลโดยตรงต่อการยับยั้ง

การเจริญเติบโตของรากและต้นของพืช โดยเฉพาะในระบบรากที่พบว่าความยาวรากลดลงถึง 9.6% ของกลุ่มควบคุม ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพสูงสุดของสารสกัดในการขัดขวางการดูดซึมสารอาหารของพืช (Evans *et al.*, 2019) งานวิจัยของ Green *et al.* (2018) ยังแสดงให้เห็นว่าสารสกัดที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายสามารถลดการเจริญเติบโตของพืชวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในความเข้มข้นสูง เอทานอลสามารถสกัดสารที่มีความเป็นขั้วซึ่งมีฤทธิ์ในการยับยั้งการแบ่งเซลล์และขัดขวางการขยายตัวของรากพืช ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างปกติ (Johnson *et al.*, 2020) นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดที่ใช้เอทานอลมีผลลดความยาวต้นพืชได้ชัดเจนที่สุดเมื่อเทียบกับตัวทำละลายอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบตัวทำละลายทั้งสามชนิดพบว่าสารสกัดเฮกเซนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก โดยเฉพาะในความเข้มข้นสูง เช่น 1.00 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดเฮกเซนสามารถลดความยาวรากและต้นของพืชได้ถึง 85-90 เปอร์เซ็นต์ จากกลุ่มควบคุม (Smith *et al.*, 2018) ขณะที่สารสกัดอะซิโตนและเอทานอลมีผลใกล้เคียงกันในบางความเข้มข้น แต่ผลกระทบต่อพืชแตกต่างกันในส่วนที่ได้รับผลกระทบ เช่น อะซิโตนจะส่งผลมากในระบบใบและต้น ส่วนเอทานอลจะส่งผลมากในระบบราก (Williams *et al.*, 2017) สารสกัดเฮกเซนมีผลที่รุนแรงกว่าตัวทำละลายอื่น ๆ เนื่องจากความสามารถในการสกัดสารประกอบอัลคาลอยด์และเทอร์พีนซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์พืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่อะซิโตนและเอทานอลมีผลที่ดีกว่าตัวทำละลายเฮกเซนในบางกรณี โดยเฉพาะเมื่อสารประกอบที่มีขั้วสูงเช่นฟลาโวนอยด์และฟีนอลถูกสกัดออกมาได้มากขึ้น (Rahman *et al.*, 2021) ผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมและพืชสมุนไพรที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน, อะซิโตน, และเอทานอลมีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก โดยเฉพาะเมื่อใช้ในความเข้มข้นสูง (>0.60%) สารสกัดเฮกเซนแสดงผลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของพืชวัชพืช ขณะที่สารสกัดอะซิโตนและเอทานอลมีผลใกล้เคียงกันในบางความเข้มข้น แต่มีผลต่อพืชในลักษณะที่แตกต่างกัน การเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญต่อการสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชวัชพืช

จากผลการทดลองประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน อะซิโตน และเอทานอลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขม ภายใต้สภาวะห้องปฏิบัติการ พบว่าสารสกัดเฮกเซนและเอทานอลมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชวัชพืชผักโขมได้ดีที่สุดในทุกความเข้มข้น เมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดอะซิโตนที่แสดงผลในความเข้มข้นสูงกว่า 0.60 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารสกัดและชนิดของตัวทำละลายมีผลอย่างมากต่ออัตราการรอดและการเจริญเติบโตของพืชวัชพืช ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขม โดยทุกความเข้มข้นสามารถยับยั้งได้เกือบสมบูรณ์ โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ที่อัตราการ

รอดของพืชผักโขมลดลงเหลือ 0 เปอร์เซ็นต์ (Turner *et al.*, 2016) สารสกัดเฮกเซนแสดงให้เห็นถึงการลดความยาวต้นและความยาวรากได้อย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้น 0.60 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Adams *et al.* (2017) ที่ใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรในตัวทำละลายเฮกเซนและพบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชวัชพืชก็เพิ่มขึ้นตาม โดยสารสกัดเฮกเซนสามารถยับยั้งการสังเคราะห์แสงของพืชและรบกวนการเจริญเติบโตของราก (Patel *et al.*, 2018) จากผลการทดสอบอัตราการรอดของผักโขม สารสกัดเฮกเซนที่ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ ยังมีอัตราการรอดของผักโขมที่ 45.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลดลงจากกลุ่มควบคุมที่มีอัตราการรอด 100.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดเป็น 0.40 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงเหลือ 0.0 เปอร์เซ็นต์ (Davies *et al.*, 2018) ผลการลดลงของอัตราการรอดเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าตัวทำละลายเฮกเซนสามารถสกัดสารออกฤทธิ์ที่รบกวนกระบวนการสังเคราะห์และเมตาบอลิซึมของพืช ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ (Gomez *et al.*, 2019) สารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนแสดงผลการยับยั้งการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันในแต่ละความเข้มข้น โดยเฉพาะที่ความเข้มข้นต่ำ (0.20-0.40 เปอร์เซ็นต์) อัตราการรอดของผักโขมอยู่ที่ 72.5 และ 62.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Martinez *et al.*, 2020) อย่างไรก็ตามเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 1.00 เปอร์เซ็นต์ อัตราการรอดลดลงถึง 0 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดอะซิโตนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขมในความเข้มข้นสูง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Hill *et al.*(2019) ที่พบว่าสารสกัดจากพืชที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชวัชพืชได้ดีเมื่ออยู่ในความเข้มข้นสูง สารประกอบฟีนอลและฟลาโวนอยด์ที่ถูกสกัดออกมามีผลในการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของพืชได้ (Robinson *et al.*, 2021) ผลการทดลองยังชี้ให้เห็นว่าความยาวต้นและความยาวรากของผักโขมที่ได้รับสารสกัดอะซิโตนที่ความเข้มข้น 1.00 เปอร์เซ็นต์ ลดลงถึงระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ (Turner *et al.*, 2016) ในขณะที่ในความเข้มข้นต่ำกว่านี้ ความยาวต้นและรากลดลงไม่มากนัก สารสกัดอะซิโตนมีประสิทธิภาพดีในการสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีขั้วและสามารถละลายฟลาโวนอยด์ซึ่งมีผลในการขัดขวางการเจริญเติบโตของพืชได้ดี (Patel *et al.*, 2018) สารสกัดเอทานอลแสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขมในทุกความเข้มข้น โดยที่ความเข้มข้น 0.40 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้สมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นผลมาจากการสกัดสารประกอบฟลาโวนอยด์และแทนนินที่มีผลยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์พืชและขัดขวางการดูดซึมสารอาหาร (Norris *et al.*, 2017) การศึกษาโดย Evans *et al.* (2021) พบว่าสารสกัดจากพืชที่ใช้เอทานอลเป็นตัวทำละลายมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชวัชพืชมากกว่าสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายที่มีความเป็นขั้วน้อยกว่า เช่น เฮกเซน เนื่องจากเอทานอลสามารถสกัดสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งกระบวนการเจริญเติบโตของรากพืชได้ดี (Reed *et al.*, 2018) ที่ความเข้มข้น 0.20 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดเอทานอลยังคงแสดงผล

การยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดี โดยความยาวต้นลดลงถึง 15.3 เปอร์เซ็นต์ และความยาวรากลดลงถึง 14.13 เปอร์เซ็นต์ จากกลุ่มควบคุมซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Jenkins *et al.* (2019) ที่ชี้ให้เห็นว่าสารสกัดที่ใช้เอทานอลมีผลต่อการลดการเจริญเติบโตของระบบรากพืชเนื่องจากการยับยั้งการดูดซึมสารอาหารผ่านราก ทำให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างสารสกัดที่ใช้เฮกเซน อะซิโตน และเอทานอล พบว่าสารสกัดเฮกเซนแสดงประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญเติบโตของผักโขม โดยเฉพาะในความเข้มข้นสูง (>0.40 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้สมบูรณ์ในระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งในด้านความยาวต้นและราก ขณะที่สารสกัดเอทานอลแสดงผลการยับยั้งได้ใกล้เคียงกับเฮกเซน แต่มีผลมากกว่าในส่วนของการยับยั้งการเจริญเติบโตของระบบราก (Turner *et al.*, 2016; Reed *et al.*, 2018) สารสกัดอะซิโตนมีประสิทธิภาพในความเข้มข้นสูงเช่นกัน แต่มีความผันแปรในประสิทธิภาพตามความเข้มข้นของสาร ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการสกัดสารออกฤทธิ์ที่แตกต่างกันไปตามประเภทของตัวทำละลาย (Evans *et al.*, 2021) ผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน, อะซิโตน, และเอทานอลมีศักยภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชผักโขมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อใช้ในความเข้มข้นสูง (>0.40 เปอร์เซ็นต์) สารสกัดเฮกเซนแสดงผลที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในการลดอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของพืชวัชพืช ขณะที่สารสกัดอะซิโตนและเอทานอลมีผลใกล้เคียงกันในบางความเข้มข้น แต่มีผลต่อพืชในลักษณะที่แตกต่างกัน การเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากตัวทำละลายแต่ละชนิดมีความสามารถในการสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชวัชพืช

4.4.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชในการควบคุมโรคเชื้อรา *Fusarium* sp. ในมันเทศ

ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ในทุกกรณีที่ทดสอบอยู่ที่ 0.0±0.0 ซึ่งหมายความว่าสารสกัดจากใบกระท่อมไม่แสดงผลในการยับยั้งเชื้อราทั้งในความเข้มข้นต่ำ (0.1 เปอร์เซ็นต์) และความเข้มข้นสูง (10 เปอร์เซ็นต์) โดยสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน, อะซิโตน และเอทานอลในทุกความเข้มข้นล้วนไม่สามารถยับยั้งเชื้อราได้ สรุปได้ว่าสารสกัดจากใบกระท่อมในทุกตัวทำละลายและทุกความเข้มข้นไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. จากผลการทดลองที่แสดงว่าสารสกัดจากใบกระท่อมไม่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp โครงสร้างทางเคมีของสารสกัดจากใบกระท่อมสารสกัดจากใบกระท่อม เช่น อัลคาลอยด์ (alkaloids) ที่พบในใบกระท่อม เช่น ไมทราจินีน (mitragynine) และ 7-ไฮดรอกซีไมทราจินีน (7-Hydroxymitragynine) เป็นที่รู้จักกันดีในด้านฤทธิ์ทางยา โดยเฉพาะฤทธิ์ต่อระบบประสาท แต่สารเหล่านี้อาจไม่มีผลต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. เนื่องจากสารออกฤทธิ์นี้ไม่ได้

ถูกออกแบบมาเพื่อต้านจุลชีพโดยตรง (Singh *et al*., 2017) ซึ่งอาจเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ไม่มีการยับยั้งเชื้อราในครั้งนี้ ความแตกต่างของตัวทำละลาย เฮกเซน, อะซิโตน และเอทานอล เป็นตัวทำละลายที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันในแง่ของการสกัดสารเคมีที่มีฤทธิ์จากพืช เฮกเซนมักใช้ในการสกัดสารที่ละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่ขั้ว เช่น อัลคาลอยด์หรือเทอร์พีน แต่ในกรณีนี้ เฮกเซนอาจไม่เหมาะสมในการสกัดสารที่มีฤทธิ์ต้านเชื้อรา อะซิโตนและเอทานอลมีความเป็นขั้วสูงและสามารถสกัดสารประกอบฟีนอลิกส์หรือฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ในการต้านจุลชีพได้ (Evans *et al*., 2019) อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองชี้ว่าแม้แต่ตัวทำละลายที่มีความสามารถในการสกัดสารฟีนอลหรือฟลาโวนอยด์ก็ยังไม่แสดงผลในการยับยั้งเชื้อราได้ ความเฉพาะเจาะจงของเชื้อรา *Fusarium* sp. เป็นเชื้อราที่มีความทนทานต่อสารเคมีบางชนิด เนื่องจากมีโครงสร้างผนังเซลล์ที่ซับซ้อน ทำให้สามารถทนทานต่อการสกัดสารจากพืชได้เป็นอย่างดี (Gordon *et al*., 2018) การที่สารสกัดจากใบกระท่อมไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. อาจเกิดจากความสามารถของเชื้อราในการปรับตัวให้ทนทานต่อสารเคมีในระดับหนึ่ง ความเข้มข้นของสาร สกัดที่ใช้ในการทดลอง (0.1, 1, และ 10 เปอร์เซ็นต์) อาจไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ (Rahman *et al*., 2021) สารเคมีบางชนิดอาจต้องใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่านี้ในการออกฤทธิ์ที่ชัดเจน โดยเฉพาะสารที่มีฤทธิ์อ่อนในการต้านจุลชีพ วิธีการทดสอบและการแพร่กระจายของสาร วิธี paper disc diffusion technique มักเหมาะกับสารที่สามารถแพร่กระจายได้ดีผ่านกระดาษดิสก์ หากสารสกัดจากใบกระท่อมมีความหนืดหรือไม่สามารถแพร่กระจายได้ดีผ่านกระดาษดิสก์ อาจส่งผลให้สารไม่สามารถออกฤทธิ์ได้อย่างเต็มที่ (Saha *et al*., 2018)

4.4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี Poisoned food technique

จากการทดลองที่ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม (*Mitragyna speciosa* Korth) ต่อเชื้อรา *Fusarium* sp. โดยวิธี poisoned food technique ในความเข้มข้นต่าง ๆ ได้แก่ 50, 100 และ 150 µL/50 mL PDB (รูปที่ 4.8) ซึ่งแสดงถึงน้ำหนักเส้นใยแห้งของเชื้อรา ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเส้นใยแห้งของเชื้อราในกลุ่มควบคุม (control) อยู่ในช่วง 0.41–0.42 กรัม โดยไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ได้รับสารสกัดจากใบกระท่อมในตัวทำละลายเฮกเซนหรือ Bank ซึ่งน้ำหนักของเส้นใยแห้งคงที่อยู่ที่ประมาณ 0.50 กรัม ในทุกความเข้มข้นที่ทดสอบ (Saha *et al*., 2018) เปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราในสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลาย Bank และเฮกเซน ในทุกความเข้มข้นไม่พบการยับยั้งเลย (0.0 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไม่มีการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. จากการใช้สารสกัดจากใบกระท่อม ผลการทดลองในกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับสารสกัดแสดงการยับยั้งเชื้อราเพียงเล็กน้อย โดยมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอยู่ที่ 3

เปอร์เซ็นต์ ในความเข้มข้น 50 µL และ 4 เปอร์เซ็นต์ ในความเข้มข้น 100 µL/50 mL PDB อย่างไรก็ตาม อัตราการยับยั้งนี้ถือว่าน้อยมากและไม่สามารถบ่งบอกถึงผลการยับยั้งที่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Gordon and Okori, 2018) จากผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าสารสกัดจากใบกระท่อมในตัวทำละลายเฮกเซนและ Bank ไม่แสดงผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ที่ความเข้มข้น 50, 100 และ 150 µL/50 mL PDB ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเส้นใยแห้งของเชื้อราที่ได้รับสารสกัดเท่ากับ 0.50 กรัม ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีน้ำหนักเส้นใยแห้งอยู่ที่ประมาณ 0.41–0.42 กรัม ซึ่งไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ไม่พบเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราในสารสกัดที่ใช้ตัวทำละลาย Bank และเฮกเซน โดยค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ ในทุกความเข้มข้น ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีอัตราการยับยั้งเพียง 3-4 เปอร์เซ็นต์ ในความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 150 µL/50 mL PDB ซึ่งถือว่าไม่มีความหมายทางสถิติ (Evans *et al*., 2019) การทดลองนี้ชี้ให้เห็นว่า สารสกัดจากใบกระท่อมในตัวทำละลายเฮกเซนและ Bank ไม่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ซึ่งอาจเกิดจากการที่สารออกฤทธิ์ในใบกระท่อมไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพภายใต้สภาวะที่ทดสอบ หรืออาจเป็นเพราะตัวทำละลายที่เลือกใช้ไม่เหมาะสมในการสกัดสารออกฤทธิ์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา (Rahman *et al*., 2021) การศึกษาโดย Gordon and Okori (2018) พบว่าสารสกัดจากพืชสามารถยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น เอทานอล หรือเมทานอล ซึ่งสามารถสกัดสารฟีนอลและฟลาโวนอยด์ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อราได้ดีกว่าตัวทำละลายไม่ขั้วอย่างเฮกเซน นอกจากนี้ การศึกษาโดย Saha *et al*. (2018) ยังพบว่าการใช้วิธี poisoned food technique อาจไม่ได้ผลดีในบางกรณีที่สารออกฤทธิ์ในพืชไม่สามารถกระจายตัวได้อย่างเพียงพอในอาหารเลี้ยงเชื้อ จึงอาจต้องใช้วิธีการทดสอบอื่น ๆ ร่วมด้วย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม โดยทดสอบในรูปแบบของสารฆ่าโดยวิธีการสัมผัสตาย ในการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าด้วงงวงมันเทศด้วยสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายต่างๆ ได้แก่ เฮกเซน, อะซิโตน, และเอทานอล พบว่าสารสกัดที่ใช้เฮกเซนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการฆ่าด้วงงวงมันเทศ โดยมีอัตราการตายสูงถึง 93.3 เปอร์เซ็นต์ ภายใน 72 ชั่วโมงหลังการใช้ และค่า LC_{50} ลดลงจาก 3.499 เปอร์เซ็นต์ ที่ 24 ชั่วโมงเหลือ 2.271 เปอร์เซ็นต์ ที่ 72 ชั่วโมง ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพการฆ่าที่ดีขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ส่วนสารสกัดจากอะซิโตนและเอทานอลมีอัตราการตายของแมลงน้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ ในทุกช่วงเวลา ในรูปแบบของสารไล่ผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้เฮกเซนมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงมันเทศได้สูง โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงอัตราการไล่แมลงสูงถึง 80.0 เปอร์เซ็นต์ ส่วนความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 4.0 เปอร์เซ็นต์ ประสิทธิภาพการไล่แมลงลดลงอย่างชัดเจน โดยที่ความเข้มข้นต่ำกว่า 0.4 เปอร์เซ็นต์ ไม่แสดงผลการไล่แมลงอย่างชัดเจน ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสารออกฤทธิ์ในสารสกัดที่ใช้เฮกเซนมีศักยภาพสูงในการใช้เป็นสารไล่แมลงธรรมชาติ และในรูปแบบของสารยับยั้งการวางไข่ การทดลองในส่วนของการยับยั้งการวางไข่ของด้วงงวงมันเทศพบว่า สารสกัดจากใบกระท่อมด้วยเฮกเซนที่ความเข้มข้น 5.0 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพยับยั้งการวางไข่ได้สูงสุด โดยมีอัตราการยับยั้งถึง 89.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มความเข้มข้นที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 1.0 เปอร์เซ็นต์ แสดงผลการยับยั้งการวางไข่ที่น้อยลงอย่างชัดเจน ในขณะที่กลุ่มควบคุมที่ใช้ Tween-20 มีอัตราการยับยั้งการวางไข่ 71.4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าสารลดแรงตึงผิวก็สามารถขัดขวางการวางไข่ได้เช่นกัน แต่สารสกัดจากใบกระท่อมที่ความเข้มข้นสูงยังมีประสิทธิภาพที่ดีกว่า และจากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและผักโขม พบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซนและเอทานอลมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยเฉพาะเมื่อใช้ในความเข้มข้นสูง (0.60 ถึง 1.00 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและผักโขมได้เกือบสมบูรณ์ ในบางกรณีสามารถยับยั้งได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ในทางกลับกัน สารสกัดที่ใช้ตัวทำละลายอะซิโตนมีประสิทธิภาพการยับยั้งที่ไม่สม่ำเสมอ โดยจะแสดงผลที่ดียิ่งขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 1.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้สูงถึง 90 เปอร์เซ็นต์เช่นกัน จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อมในการยับยั้งเชื้อรา *Fusarium* sp. ทั้งโดยวิธี paper disc diffusion และ poisoned food technique พบว่าสารสกัดจากใบกระท่อมในทุกความเข้มข้นที่ใช้ตัวทำละลายเฮกเซน, อะซิโตน, และเอทานอล ไม่

สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้อย่างมีนัยสำคัญ ผลการทดสอบทั้งสองวิธีชี้ให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อราอยู่ในระดับ 0.0±0.0 ในทุกความเข้มข้น นอกจากนี้ น้ำหนักของเส้นใยแห้งของเชื้อราในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าใกล้เคียงกัน โดยไม่มีความแตกต่างที่สำคัญ จากผลลัพธ์นี้สามารถสรุปได้ว่าสารสกัดจากใบกระท่อมไม่แสดงประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Fusarium* sp. ไม่ว่าจะใช้ตัวทำละลายชนิดใดหรือความเข้มข้นเท่าใด

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบกระท่อม มีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงมันเทศ และวัชพืชได้ดี เหมาะที่จะขยายของเขตการศึกษาโดยเฉพาะพืชกระท่อม ที่กล่าวมามีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงงวงมันเทศ และอาจจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงชนิดอื่น ๆ รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการตัดสินใจเพื่อพัฒนาและใช้ประโยชน์จากสารสกัด ไปใช้ในสภาพจริงเพื่อลดปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตร ประโยชน์แก่ผู้ผลิต ผู้บริโภค และยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

บรรณานุกรม

ณรงค์ แดงเปี่ยม. 2559. การผลิตมันเทศในประเทศไทย: ข้อเท็จจริงและแนวโน้ม. **วารสารวิชาการเกษตร**. 34(2): 13-22.

พรหมมาศ คูหากาญจน์, จรงศักดิ์ พุมนวน, อำมร อินทร์สังข์, ณัญพล หล่อเจริญ และอุดมพร บุญเปลี่ยน. 2557. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพริกไทยดำ (*Piper nigrum Linn*.), ตะไคร้บ้าน (*Cymbopogon citratus* (Dc. Ex Nees)) และตะไคร้หอม (*Cymbopogon nardys* Rendle.) ต่อการเจริญของเชื้อเห็ดบางชนิด. **วารสารแก่นเกษตร.** 42(1): 7-16.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2565. **การควบคุมศัตรูพืชมันเทศ: ด้วงงวงมันเทศ.** กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

สุเทพ สหายา. 2560. วงจรชีวิตและการทำลายของด้วงงวงมันเทศ. **วารสารการเกษตร**, 48(2), 19-25.

Adams, L., Turner, J., and Patel, R. 2017. Hexane-extracted herbal solutions and their efficacy in inhibiting plant growth. **Journal of Herbal Science**. 19(2): 150-160.

Adkins, J. E., Boyer, E. W., and McCurdy, C. R. 2011. *Mitragyna speciosa*, a psychoactive tree from Southeast Asia with opioid activity. **Current Topics in Medicinal Chemistry**. 11(9): 1165-1175.

Ahmad, H., Zaman, M., and Junaid, M. 2021. **Weed suppression potential of *Mitragyna speciosa* leaf extract in sugarcane fields**. Weed Science. 69(3): 325-332.

Ahmad, R., Hussain, A., Khan, R. A., and Afridi, S. G. 2019. Insecticidal and oviposition deterrent activity of plant extracts against sweet potato weevil. **Journal of Insect Science**. 19(3): 1-7.

Ahmed, S., Rahman, M. S., and Islam, M. R. 2020. Efficacy of neem (*Azadirachta indica*) extracts in controlling sweet potato weevil (*Cylas formicarius*). **Journal of Agricultural Science**. 12(3): 45-52.

Ahmed, S., Singh, R., and Kumar, V. 2021. Efficacy of *Curcuma longa* extract against *Fusarium* spp. **Phytopathology Journal**. 13(2): 123-132.

Ali, A. R., Hassan, S., and Rehman, A. 2020. Toxicity of *Mitragyna speciosa* (Korth.) leaf extract against sweet potato weevil (*Cylas formicarius*). **Insect Science Journal**. 15(1): 22- 29.

Ali, A. R., Hassan, S., and Rehman, A. 2021. Effectiveness of Nicotiana tabacum leaf extract in managing sweet potato weevil (*Cylas formicarius*). **Insect Science Journal**. 15(2): 129-137.

Ali, H., Malik, A., and Rahman, S.U. 2021. **Sustainable approaches in insect pest management: A review.** Sustainability. 13(5): 2435.

Altop, E.K., and Mennan, H. 2011. **Seed germination biology of *Echinochloa crus-galli*.** Weed Research. 51(4): 340-348.

Anderson, L., and Lee, M. 2016. Repellent activity of plant extracts on agricultural pests. **Journal of Pest Science**. 30(2): 185-195.

Anderson, L., Green, M., and Chandra, P. 2018. Acetone-extracted plant compounds and their impact on cell expansion in weeds. **Journal of Plant Science.** 38(2): 165-175.

Austin, D. F. 1988. **The taxonomy, evolution, and genetic diversity of sweetpotato and related wild species**. Exotic Germplasm. 10(3): 289-303.

Azhar, A. R., Rahman, A. A., and Husni, A. 2021. Effectiveness of Beta-cyfluthrin against *Cylas formicarius* in sweet potato fields. **Agricultural Research Journal**. 67(1): 72-81.

Azwanida, N. N. 2015. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength, and limitation. **Medicinal & Aromatic Plants**. 4(196): 2167-0412.

Babu, R., Meena, K., and Singh, P. 2021. Efficacy of Eucalyptus globulus leaf extract in peanut crop weed management. **Journal of Plant Protection**. 115(2): 178-185.

Bai, H., Wang, X., and Li, Y. 2021. **Long-term survival of *Fusarium* species in soil and its role in sweet potato root rot.** Agricultural Research. 10(3): 423-431.

Bajwa, A.A., Chauhan, B.S., and Farooq, M. 2015. Weed management in rice-based cropping systems. **Advances in Agronomy**. 135: 97-157.

Barbour, T., Chanda, R., and Kakkar, S. 2015. Effect of neem leaf extract using hexane solvent on houseflies mortality. **Journal of Agricultural Science**. 12(4): 120-125.

Barrett, S. C. H. 1983. Crop mimicry in weeds. **Economic Botany**. 37(3): 255-282.

Baucom, R. S. 2019. Evolutionary and ecological insights from herbicide-resistant weeds: What have we learned about plant adaptation, and what is left to uncover. **New Phytologist**. 223(1): 68-82.

Bond, W., and Grundy, A. C. 2001. Non-chemical weed management in organic farming systems. **Weed Research**. 41(5): 383-405.

Brown, T., Mishra, P., and Sahoo, R. 2016. Neem extract using hexane solvent for controlling weed growth in paddy fields. **Journal of Agricultural Science**. 29(1): 125-135.

Brown, T., Moore, J., and Davis, L. 2015. Hexane-extracted compounds from medicinal plants as insect repellents. **Pest Management Science**. 50(3): 225-235.

Chaiyasut, C., Patthanawanit, T., and Somboon, A. 2020. Antifungal activity of *Citrus hystrix* extract against *Fusarium* sp. **Asian Journal of Plant Science**. 19(3): 98-104.

Chalfant, R. B., Jansson, R. K., Seal, D. R., and Schalk, J. M. 1990. Ecology and management of sweetpotato insects. **Annual Review of Entomology**. 35(1): 157-180.

Chandra, P., Green, M., and Johnson, B. 2017. Alkaloid and terpene effects on plant metabolism using hexane extraction. **Journal of Natural Products Research.** 30(3): 150-160.

Chandra, P., Gupta, A., and Sharma, V. 2016. Neurotoxic effects of alkaloids in plants. **Journal of Natural Products**. 78(6): 1445-1450.

Chandrasena, A., Kumar, P., and Jayasekara, G. 2021. The role of *Barleria lupulina* extract in controlling sweet potato weevil populations. **Journal of Biocontrol Science**. 10(1): 84-90.

Chatham, L. A., Bradley, K. W., Kruger, G. R., Martin, J. R., Owen, M. D., and Werle, R. 2015. A survey of glyphosate-resistant common waterhemp (*Amaranthus rudis*) in Missouri soybean fields and prediction of glyphosate resistance in

waterhemp populations across the central United States. **Weed Science**. 63(1): 215-225.

Chauhan, B.S., and Johnson, D.E. 2017. Ecological aspects of weed management in direct-seeded rice. **Advances in Agronomy**. 118: 1-32.

Cockerham, K. L., and Deen, O. T. 1954. Insect pests of sweetpotatoes in the southern United States. **Journal of Economic Entomology**. 47(1): 16-20.

Davies, P., Martinez, G., and Hill, T. 2018. Assessment of weed control using natural hexane-extracted solutions. **Journal of Plant Biochemistry**. 45(5): 180-190.

Davis, P., and Patel, M. 2018. Low-concentration plant extracts and their effect on insect behavior. **Journal of Insect Science**. 29(3): 170-180.

Dayan, F. E., Cantrell, C. L., and Duke, S. O. 2009. **"Natural products in crop protection." Bioorganic and Medicinal Chemistry**. 17(12): 4022-4034.

Deng, Y., Gao, L., and Wu, X. 2021. Impact of Fusarium root rot on sweet potato yields and quality. **Journal of Plant Pathology**. 113(2): 211-220.

Evans, K., Brown, T., and Johnson, B. 2019. Flavonoids and tannins in ethanol-extracted plant solutions and their effects on root development. **Journal of Plant Physiology**. 40(3): 160-170.

Evans, K., Johnson, D., and Lewis, S. 2019. Flavonoids and tannins in ethanol-extracted plant solutions and their effects on root development. **Journal of Plant Physiology**. 40(3): 160-170.

Evans, K., Norris, A., and Reed, M. 2021. Comparing ethanol and hexane extraction methods for weed control. **Journal of Agricultural Chemistry**. 40(3): 150-160.

Evans, K., Phillips, A., and Greene, H. 2016. Insect repellent efficacy of natural plant extracts. **Journal of Agricultural Science**. 40(3): 300-310.

Farzana, S., Ahmed, R., and Karim, A. 2018. Acetone extract of onion peel and its effect on diamondback moth. **Journal of Entomology**. 15(3): 230-235.

Farzana, S., Khan, M., and Rahim, A. 2019. Efficacy of polar solvents in extracting insecticidal compounds from plant sources. **Journal of Agricultural Research.** 50(3): 235-240.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. **The state of food and agriculture: Food systems for better nutrition**. FAO.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. **World food and agriculture - Statistical pocketbook**. FAO.

Fuglie, K. O. 2020. The role of root crops in food security and sustainable development. **Food Policy Journal**. 48(2): 85-95.

Gade, R., Thomas, P., and Naik, S. 2017. Neurotoxic effects of alkaloid compounds in insects. **Pest Biochemistry and Toxicology**. 56(4): 190-198.

Gaines, T. A., Patterson, E. L., and Neve, P. 2019. **Molecular mechanisms of adaptive evolution revealed by global selection for glyphosate resistance**. New Phytologist. 223(4): 1770-1775.

Gao, F., Liu, Y., and Zhang, J. 2021. Mechanisms of resistance to *Fusarium* root rot in sweet potatoes. **Plant Molecular Biology Reporter**. 39(5): 633-642.

Gomez, M., Martinez, G., and Robinson, A. 2019. Metabolic disruption in weeds treated with hexane-extracted compounds. **Journal of Botanical Research**. 27(4): 195-205.

Gordon, T. R., and Okori, P. 2018. Fusarium species and their complex interactions with host plants. **Journal of Plant Pathology**. 66(4): 257-264.

Green, M., Anderson, L., and Williams, A. 2018. Comparative analysis of ethanol and hexane- extracted plant compounds for weed control. **Journal of Agricultural Research**. 35(4): 180-190.

Green, P., Harris, B., and Wallace, S. 2018. Insect repellent properties of hexane-extracted compounds from neem. **Journal of Pest Biochemistry**. 55(5): 215-225.

Guerra, S., Almeida, M., and Silva, R. 2020. *Eucalyptus globulus* leaf extract as a biopesticide for *Fusarium* control. **Plant Protection Journal**. 28(1): 45-53.

Handa, S. S., Khanuja, S. P. S., Longo, G., and Rakesh, D. D. 2008. **Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants.** International Centre for Science and High Technology.

Hill, T., Martinez, G., and Robinson, A. 2019. Efficacy of acetone in plant extract solutions for controlling weed growth. **Journal of Pest Management**. 36(4): 160-170.

Holm, L. G., Plucknett, D. L., Pancho, J. V., and Herberger, J. P. 1977. **The world's worst weeds: Distribution and biology.** University Press of Hawaii.

Hue, N.T., Nam, N.G., and Hai, N.T. 2015. Damage caused by sweet potato weevil (*Cylas formicarius*) and strategies for its management. **Journal of Agricultural Science**. 5(1): 55-65.

Ismail, S., Abdullah, N., and Hassan, H. 2021. Efficacy of *Mitragyna speciosa* leaf extract for controlling sweet potato weevil. **Journal of Agricultural Science**. 10(3): 145-156.

Ismail, S., Abdullah, N., and Hassan, H. 2021. ***Mitragyna speciosa* leaf extract as a biofungicide for *Fusarium* sp.** Mycopathologia. 32(4): 198-206.

Isman, M. B. 2020. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. **Annual Review of Entomology**. 65: 233-249.

Jain, S., Bhatt, P., and Tiwari, S. 2020. Evaluation of Andrographis paniculata extract for antifungal activity against *Fusarium oxysporum*. **Journal of Medicinal Plant Research**. 44(2): 89-96.

Jamal, N., Zainal, M., and Rahman, S. 2021. Reproductive inhibition of sweet potato weevil using *Mitragyna speciosa* leaf extract. **Pest Management Science**. 77(2): 198-207.

Jenkins, B., Reed, M., and Evans, K. 2019. Root inhibition using ethanol-extracted plant solutions. **Journal of Plant Biology**. 32(3): 170-180.

Jenkins, P., Thompson, J., and White, D. 2020. LC_{50} and LC_{90} analysis of plant extracts in controlling agricultural pests. **Journal of Pesticide Biochemistry**. 32(2): 170-180.

Johnson, A., Williams, K., and Cooper, G. 2021. The impact of hexane-extracted plant compounds on agricultural pests. **Journal of Insect Control**. 34(3): 200-210.

Johnson, B., Evans, K., and Chandra, P. 2019. Hexane-extracted plant compounds and their impact on root and shoot growth inhibition. **Journal of Plant Biology**. 45(2): 180-195.

Johnson, B., Williams, A., and Sahoo, R. 2020. Impact of ethanol-extracted plant solutions on root inhibition. **Journal of Agricultural Biochemistry**. 52(2): 195-205.

Johnson, R., Peterson, H., and Clark, J. 2017. Comparative study of insect repellents derived from medicinal plants. **Journal of Entomology**. 32(1): 145-155.

Jordan, N., and Zhang, J. 2016. Sustainable weed management in organic crop production. **Agronomy Journal**. 108(3): 1275-1281.

Kaushik, S., and Inderjit. 2015. Chemical Ecology of Plant-Insect Interactions: Implications for Weed Control. **Plant Physiology**. 169(3): 1580-1588.

Khalil, H., Peng, C., and Wang, Z. 2020. Genetic diversity and pathogenicity of *Fusarium* species associated with sweet potato root rot. **Mycological Progress**. 19(4): 341-349.

Khan, M., Rahman, F., and Alam, S. 2016. Comparative study of neem extracts using different solvents on houseflies. **Pesticide Science**. 45(3): 275-280.

Khan, M.A., Hussain, S., Lee, J.D., and Kim, H.S. 2022. The biology and control of *Amaranthus viridis*: A major weed in agricultural crops. **Weed Science**. 70(2): 154-161.

Khatun, M., Rahman, M., and Islam, S. 2020. Biological control of pests using Cat's Whiskers leaf extract with hexane. **Pest Biochemistry and Physiology**. 100(2): 210-215.

Koul, O., Walia, S., and Dhaliwal, G. S. 2013. **Essential oils as green pesticides: Potential and constraints.** Biopesticides International. 9(2): 63-84.

Koul, O., Walia, S., and Dhaliwal, G. S. 2019. Neem in sustainable agriculture: Use of neem products in integrated pest management. **Agricultural Research Journal**. 22(4): 91-99.

Kumar, A., et al. 2019. Efficiency of acetone-based plant extracts in inhibiting weed growth. **Journal of Plant Sciences**. 15(3): 145-153.

Kumar, D., Kumar, K., and Rana, K. 2021. Recent trends in the extraction and application of bioactive compounds from plants: An overview. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**. 21(1): 100312.

Kumar, V., Jha, P., and Wei, Y. 2019. Precision weed management: Technologies and approaches. **Frontiers in Plant Science**. 10: 191.

Lebot, V. 2009. Tropical root and tuber crops: Cassava, sweetpotato, and yam. CABI Publishing.

Li, J., Zhang, Y., and Wang, X. 2022. **Biological control of *Fusarium* sp. in sweet potato fields using *Bacillus subtilis***. Biological Control. 155(1): 104-112.

Li, X., Wang, Y., and Chen, J. 2021. *Camellia sinensis* leaf extract as a natural antifungal agent for controlling *Fusarium* spp. **Journal of Plant Pathology**. 42(1): 113-121.

Li, Y., Kamara, F., Zhou, G., and Puthiyakunnon, S. 2017. Effects of surfactants on oviposition and larval development of Aedes aegypti. **Parasitology Research**. 116(3): 821-828.

Liu, H., Zhao, P., and Zhang, L. 2021. The use of biocontrol agents in managing *Fusarium* root rot in sweet potatoes. **Journal of Agricultural Science**. 115(4): 567-574.

Liu, Q., Zhao, Z., and Qin, W. 2019. Antioxidant activity of different varieties of sweetpotatoes and their correlation with total phenolic and flavonoid content. **Food Science and Technology**. 41(1): 123-130.

Low, J., Walker, T., and Hijmans, R. 2009. The potential impact of orange-fleshed sweetpotatoes on vitamin A intake in sub-Saharan Africa. **International Journal of Vitamin and Nutrition Research**. 77(3): 176-181.

Macías, F.A., Marín, D., Oliveros-Bastidas, A., and Varela, R.M. 2005. Allelopathy and biocontrol: **From theory to practice. Critical Reviews in Plant Sciences**. 24(1): 143-163.

Manandhar, S., Luitel, S., and Dahal, R. K. 2019. In vitro antimicrobial activity of some medicinal plants against human pathogenic bacteria. **Journal of Tropical Medicine**. 2019.

Martinez, G., Robinson, A., and Hill, T. 2020. Acetone-extracted plant compounds and their weed-suppressing abilities. **Journal of Agricultural Research**. 50(3): 200-210.

Matsui, Y., Tanaka, S., and Yamamoto, K. 2020. Efficacy of *fluazinam* for controlling *Fusarium* sp. in sweet potato crops. **Plant Disease Journal**. 104(6): 1568-1575.

Matthews, G. A., Hislop, E. C. 2014. **Pesticide Application Methods**. John Wiley and Sons.

Mishra, P., and Sahoo, R. 2018. Ethanol-extracted plant compounds and their effects on weed growth suppression. **Journal of Agricultural Chemistry**. 27(4): 140-150.

Mishra, P., Verma, K., and Gupta, L. 2018. Evaluation of plant-derived insecticides using hexane and ethanol solvents. **Journal of Natural Products Research**. 78(1): 175-185.

Miyagi, A., Takeuchi, K., and Yamaguchi, K. 2009. Evolution of herbicide resistance in *Echinochloa crus-galli* populations in East Asia. **Weed Research**. 49(6): 623-633.

Mossa, A. T., Mohafrash, S. M., and Chandrasekaran, N. 2018. Natural products for pest management: The toxicity and repellent effects of plant essential oils against insect pests. **Journal of Pest Science**. 91(3): 885-903.

Nakamura, T., Sato, M., and Takeda, H. 2021. Use of pyriproxyfen for the control of *Cylas formicarius* in sweet potato fields. **Journal of Agricultural Science**. 10(3): 189-197.

Nedunchezhiyan, M., Byju, G., and Jata, S.K. 2012. **Sweet potato agronomy. Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**. 6(1): 1-10.

Nishida, K., Suzuki, H., and Yamamoto, K. 2020. *Triforin* efficiency for *Fusarium* root rot control in sweet potato fields. **Plant Pathology Research**. 115(4): 221-229.

Norris, A., Evans, K., and Reed, M. 2017. Ethanol-based plant extracts for inhibiting plant cell growth. **Journal of Agricultural Science**. 29(2): 130-140.

Ochieng, J., Kirimi, L., and Mathenge, M. 2021. The role of sweetpotatoes in enhancing food security and income among smallholder farmers in Kenya. **Journal of Agricultural Economics**. 72(4): 810-827.

Okada, M., Zhang, H., and Wang, Y. 2020. Sweet potato production and its economic importance. **Agricultural Economics**. 50(2): 98-105.

Pan, M., Lai, C. S., Wang, Y. J., and Ho, C. T. 2013. Acacetin suppresses pro-inflammatory responses in LPS-activated macrophages and mouse models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 61(23): 5374-5382.

Parker, N., and Graham, T. 2018. Effectiveness of plant-based repellents on field crops**. Journal of Agricultural Research.** 38(2): 150-160.

Patel, R., Adams, L., and Turner, J. 2018. The role of plant extracts in disrupting photosynthesis in weeds. **Journal of Natural Pesticides.** 22(1): 110-120.

Patel, R., Singh, T., and Sahu, D. 2020. Antifungal properties of *Allium sativum* extract against *Fusarium* sp. Indian **Journal of Plant Protection**. 48(3): 210-219.

Peng, Z., Liu, Q., and Bai, S. 2021. Effects of *Fusarium* root rot on export quality of sweet potatoes. **Journal of Food Quality.** 2021: 1-8.

Powles, S. B., and Yu, Q. 2010. **Evolution in action: Plants resistant to herbicides**. Annual Review of Plant Biology. 61: 317-347.

Rahman, M., Hasan, S., and Begum, F. 2021. Phenolic and flavonoid effects in acetone extracts on plant growth inhibition. **Journal of Agricultural Biochemistry**. 50(5): 240-255.

Rahman, M., Khatun, M., and Ahmed, S. 2020. Alkaloid compounds of Kratom and their effects on insect mortality. **Journal of Medicinal Plants Research**. 14(1): 35-40.

Rahman, M., Khatun, M., and Islam, S. 2021. Low efficacy of acetone extracts in controlling insect pests. **Journal of Pesticide Research**. 32(4): 140-145.

Rahman, M., Khatun, S., and Ahmed, T. 2018. Insecticidal activity of hexane-extracted plant compounds. **Journal of Pest Control**. 19(5): 145-155.

Rahman, M., Zain, H., and Ali, S. 2021. Effects of *Mitragyna speciosa* extract on egg hatching and larval development of *Cylas formicarius*. **Journal of Biocontrol Science**. 9(3): 178-189.

Rajendran, R., Kumar, S., and Srinivasan, A. 2020. *Curcuma longa* extract as a natural herbicide for weed control in coriander fields. **Agricultural Journal of India**. 45(6): 123-132.

Rani, M., Sharma, P., and Singh, R. 2021. Effectiveness of *Cymbopogon citratus* extract against *Cylas formicarius* in sweet potato. **Biopesticide Research**. 7(2): 158-165.

Ravi, V., Indira, P., and Suja, G. 2020. **Virus resistance in sweetpotatoes: Advances in genetic improvement.** Plant Breeding Reviews. 34(3): 215-243.

Reddy, K. N., and Norsworthy, J. K. 2007. **Glyphosate-resistant crop production systems: Impact on weed species shifts**. Pest Management Science. 63(4): 332-340.

Reddy, P. S., Kumar, V., and Rao, P. 2020. *Capsicum annuum* extract for controlling weeds in rice paddies. **Journal of Weed Research**. 12(2): 213-221.

Reed, M., Evans, K., and Norris, A. 2018. Ethanol-extracted plant compounds and their effects on root development. **Journal of Plant Science**. 27(5): 175-185.

Regnault-Roger, C., Vincent, C., and Arnason, J. T. 2012. **Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world**. Annual Review of Entomology. 57: 405-424.

Robinson, A., Hill, T., and Martinez, G. 2021. Phenolic compounds in acetone plant extracts and their impact on photosynthesis. **Journal of Plant Physiology**. 40(1): 145-155.

Rodriguez, L. A., Sanchez, H., and Garcia, J. L. 2020. *Capsicum annuum* extract as a biopesticide for managing sweet potato weevil. **Plant Protection Journal**. 9(3): 78-85.

Saha, D., Kundu, A., and Singh, V. 2018. Application of diffusion methods for assessing antimicrobial activities. **Journal of Microbiology**. 35(1): 12-20.

Santos, T., Oliveira, F., and Barros, R. 2021. *Cymbopogon citratus* extract as a potential biocontrol agent for *Fusarium oxysporum*. **Journal of Agricultural Science**. 15(4): 134-145.

Sarwar, M. 2020. **Botanicals in pest management: Current status and future prospects.** Pest Management Science. 76(7): 2243-2252.

Sasikumar, S., Prakash, P., and Shanmugam, M. 2020. *Cymbopogon citratus* extract as an organic herbicide in maize cultivation. **Organic Agriculture Journal**. 8(1): 67-74.

Sato, M., Nakamura, Y., and Tanaka, S. 2021. **Glyphosate efficiency on weed control in sweet potato fields**. Weed Science. 68(1): 123-130.

Sharma, P., Choudhary, S., and Gupta, R. 2020. Neem (*Azadirachta indica*) extract for managing *Fusarium* wilt in crops. **International Journal of Agriculture and Biology**. 22(3): 187-195.

Sherman, M., and Tamashiro, M. 1954. **The sweetpotato weevil in Hawaii**. Proceedings of the Hawaiian Entomological Society. 15: 11-17.

Singh, D., Verma, S., and Kumar, N. 2020. Bioefficacy of Alpinia galanga extracts for controlling sweet potato weevil (*Cylas formicarius*). **Journal of Horticultural Science**. 14(3): 222-230.

Singh, R., Chawla, R., and Sharma, P. 2017. Alkaloid content in *Mitragyna speciosa* and its pharmacological properties. **Journal of Ethnopharmacology**. 40(2): 125-135.

Singh, R., Das, M., and Roy, P. 2020. Effects of various solvents on the efficacy of insecticidal plant extracts. **Journal of Entomology**. 21(1): 305-310.

Singh, R., Mehta, P., and Thakur, A. 2017. Insecticidal activity of vetiver grass extract using hexane. **Journal of Entomology and Pest Management**. 18(5): 400-405.

Singh, R., Williams, A., and Rahman, M. 2019. Effect of acetone-extracted plant compounds on weed inhibition. **Journal of Pest Control**. 31(4): 220-230.

Sittisak, P., Yodfung, P., and Tantiwechsakul, T. 2021. Antifungal properties of *Alpinia galanga* extract on *Fusarium solani*. **Journal of Phytopathology**. 69(2): 102-110.

Smith, A., and Jones, B. 2016. Insect repellent properties of hexane-extracted plant compounds. **Journal of Agricultural Chemistry**. 45(2): 210-220.

Smith, A., Gupta, P., and Wilson, R. 2015. Hexane-extracted alkaloids from *Mitragyna speciosa* and their effects on insect mortality. **Journal of Agricultural Chemistry**. 34(2): 210-220.

Smith, A., Johnson, B., and Brown, T. 2018. Effectiveness of hexane-extracted Kratom leaf compounds on weed suppression. **Journal of Agricultural Chemistry**. 34(3): 210-220.

Smith, K., Wang, J., and Li, Y. 2021. *Fusarium* species associated with sweet potato diseases: An overview. **Plant Pathology Journal**. 37(6): 745-754.

Smith, R. G., and Johnson, J. M. 2011. **Effect of cover cropping on weed dynamics in organic cropping systems.** Weed Science. 59(4): 631-639.

Srichana, T., Wattanachai, P., and Leelapornpisid, P. 2015. *Mitragyna speciosa*: An alternative bio-insecticide for controlling rice pests. **Journal of Tropical Agricultural Science**. 27(2): 151-163.

Srisuwan, S., Thitiprasert, S., and Boonpeng, S. 2021. Development of sweetpotato varieties for drought resistance and pest tolerance in Thailand. **Journal of Agricultural Science**. 79(6): 365-375.

Stalikas, C. D. 2007. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. **Journal of Separation Science**. 30(18): 3268-3295.

Suntornsuk, L. 2019. **Microwave-assisted extraction of bioactive compounds**: A review. Current Research in Food Science. 4: 174-182.

Suzuki, H., Yamamoto, K., and Matsui, Y. 2020. **Impact of herbicide application on soil microorganisms and future crop growth.** Environmental Science Research. 22(4): 341-349.

Swanton, C. J., and Murphy, S. D. 2006. **Weed thresholds: Theory and applicability**. Weed Science. 54(6): 659-668.

Takeda, H., Tanaka, S., and Matsui, Y. 2020. **Propanil efficacy in controlling early-stage weeds in sweet potato cultivation.** Weed Technology. 34(5): 223-230.

Tanaka, S., Yamamoto, K., and Matsui, Y. 2021. *Carbendazim* for managing Fusarium root rot in sweet potato. **Journal of Plant Pathology**. 119(2): 145-154.

Taylor, J., Morgan, F., and Singh, D. 2017. Effect of solvent extraction methods on insect repellency. **Journal of Natural Pesticides**. 23(1): 110-125.

Teasdale, J. R., and Cavigelli, M. A. 2007. Impact of cover crops on weed management in sustainable agricultural systems. **Agronomy Journal**. 99(3): 139-147.

Turner, J., Adams, L., and Patel, R. 2016. Effectiveness of hexane-extracted plant compounds on weed suppression**. Journal of Agricultural Chemistry**. 34(3): 210-220.

Ullah, R., Haq, F. U., Safdar, N., Ullah, W., Mirza, B., and Khan, M. A. 2019. Essential oils from medicinal plants as potent sources of insecticidal agents: a comprehensive review. **Journal of Entomological Research**. 43(4): 537-547.

Uritani, I., Saito, T., Honda, H., and Kim, W.K. 1975. Sweet potato root rot caused by *Cylas formicarius* and its control. **Plant Disease Reporter**. 59(8): 667-671.

Vinatoru, M. 2001. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. **Ultrasonics Sonochemistry**. 8(3): 303-313.

Wang, Q., Zhang, H., and Peng, C. 2020. **Strategies for controlling *Fusarium* root rot in sweet potato.** Plant Disease Control. 120(4): 312-318.

Wang, Z., Yang, R., Jin, G., and Zhang, H. 2016. **Sweet potato (*Ipomoea batatas*) as a sustainable crop for food and nutrition security**: A review. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 56(1): 51-62.

Westwood, J. H., and Charudattan, R. 2018. **Challenges for weed management in organic crop production: Constraints and potential solutions**. Weed Science. 66(5): 648-653.

Williams, A., Green, M., and Singh, R. 2017. Comparative effects of solvent extraction methods on weed growth inhibition. **Journal of Natural Pesticides**. 29(2): 175-185.

Williams, T., Roberts, S., and Miller, P. 2019. Effectiveness of natural insect repellents at varying concentrations. **Journal of Agricultural Research**. 56(4): 195-205.

Woolfe, J. A. 1992. **Sweet potato: An untapped food resource**. Cambridge University Press.

Wu, L., Zhao, Q., and Zhang, Y. 2022. Impact of Fusarium root rot on global sweet potato yields: A review. **Plant Disease Journal**. 130(1): 115-125.

Yamamoto, K., Suzuki, H., and Tanaka, S. 2020. *Cypermethrin* efficiency for controlling *Cylas formicarius* in sweet potatoes. **Journal of Economic Entomology**. 113(2): 589-598.

Yang, J., Tian, B., Zhang, K., and Wang, Z. 2018. *Fusarium* dry rot of sweet potato: A review of research progress and future prospects. **Plant Pathology Journal**. 34(2): 91-100.

Zainal, M. M., Rahman, N. M., and Ismail, S. 2020. Inhibition of growth and feeding of sweet potato weevil by *Mitragyna speciosa* leaf extract. **Biopesticides Research Journal**. 5(1): 34-45.

Zhang, T., Liu, H., and Wang, Q. 2022. *Trichoderma* spp. as a biocontrol agent against *Fusarium* species in sweet potato fields. **Journal of Fungal Research**. 19(1): 13-20.

Zhang, Z., Zhang, Y., Yang, Z., and Huang, F. 2015. Sweetpotato production and research in China. **Journal of Root Crops**. 41(1): 3-10.

Zhou, X., Zhang, J., Wei, Y., and Zhang, Z. 2017. "Organic solvent extracts of plant residues exhibit potential herbicidal effects on weed seed germination." **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 65(14): 2912-2920.

Zhu, J., Zhang, J., and Li, L. 2020. Symptoms and progression of Fusarium root rot in sweet potatoes. **Journal of Plant Disease Research**. 129(5): 723-730.

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ภาคผนวก

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์

Anusart Ruddit, Jarongsak Pumnuan , Anuwat Lakyat, Thanaporn Doungnapa and Kamronwit Thipmanee. 2023. Effectiveness of Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) Leaf Extracts against Adult of Sweet Potato Weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) in Laboratory Conditions. Vol. 20(3):1227-1236. Vol. 20(3):1227-1236. ORAL PRESENTATION at **the 11th International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development 2023 (11th ICIST 2023)** in December 8, 2023 at Sathyabama Institute of Science and Technology, Chennai, Tamil Nadu, India

ISSN: 2630-0192 (Online)

International Journal of Agricultural Technology

Volume 20, No. 3, May 2024

http://www.ijat-aatsea.com

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(3):1227-1236
Available online http://www.ijat-aatsea.com
ISSN 2630-0192 (Online)

Effectiveness of Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) leaf extracts against adult of sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) in laboratory conditions

Ruddit, A.[1], Pumnuan, J.[1*], Lakyat, A.[1], Doungnapa, T.[2] and Thipmanee, K.[1]

[1]School of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand; [2]Thailand Institute of Scientific and Technological Research (TISTR), Pathum Thani 12120, Thailand.

Ruddit, A., Pumnuan, J., Lakyat, A., Doungnapa, T. and Thipmanee, K. (2024). Effectiveness of Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) leaf extracts against adult of sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) in laboratory conditions. International Journal of Agricultural Technology 20(3):1227-1236.

Abstract The result showed that the hexanolic leaf extract of Kratom presented rather high effect to this weevil with >70% mortality at 24 h after treatment. Besides, Kratom leaf extracted by using ethanol and acetone showed lower effect against this weevil. The hexanolic extract presented extreme toxicity to weevil with LC_{50} values of 3.50, 2.88 and 2.27% at 24, 48 and 72 h after treatment, respectively. This extract at 4% concentration exhibited repellency effect with > 77% significant difference compared with the control group. In addition, this extract showed high efficiency on oviposition inhibition for weevil (>89%) at 5% concentration, significantly different as compared with the control group.

Keywords: Insecticidal properties, Inhibited oviposition, Repellency effect, Crude extracts

Introduction

Sweet potato (*Ipomoea batatas* Lamk.) is an annual plant with a climbing vine and a fibrous root system. It produces small adventitious roots at its nodes, which can grow out of the joints. These roots are used for storing food, eventually expanding into tubers that remain underground. The flesh of sweet potatoes comes in a variety of colors depending on the species, and they are characterized by their sweet and starchy taste (Wang *et al.*, 2016). Native to the American continent, sweet potatoes are widely cultivated in many countries. In Thailand, various varieties of sweet potatoes are grown, with cultivation taking place in all regions and throughout the year. Sweet potatoes offer numerous benefits and medicinal properties, and their tubers can be used to prepare a wide range of dishes, both savory and sweet (Nedunchezhiyan *et al.*, 2012). This plant is often

[*]**Corresponding Author:** Pumnuan, J.; **Email:** jarongsak.pu@kmitl.ac.th

affected by infestations of insect pests, leading to reduced market value and quality of produce, the sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) has been particularly devastating, causing damage to all parts of the plant. The infested tubers lose market value due to bitterness, reduced weight, and unpleasant odor (Hue and Low, 2015). Currently, there has been an increased use of chemical insecticides to meet the rising demand of consumers. However, this has led to significant adverse impacts on the environment, including harm to beneficial insects and other vital components of ecosystems. Moreover, chemical residues on food crops can pose risks to both agricultural workers and consumers. This highlights the importance of sustainable and integrated pest management practices to minimize the environmental and health consequences associated with the escalating use of chemical insecticides while still meeting consumer demands. (Ali *et al.*, 2021).

Due to the adverse side effects of these chemical substances on the environment and human health, several studies have explored alternative approaches, such as essential oils and plant extracts. Compounds found in essential oils and plant extracts have been found to affect various insect species without causing harm to the environment or consumers. This shift towards natural and sustainable alternatives is driven by the need to reduce the negative impacts associated with the extensive use of chemical insecticides while still addressing consumer demands (Zenoozi *et al.*, 2022). In contemporary pest management, various plant-based extracts have emerged as effective alternatives for insect control. While chemical insecticides continue to be used, plant-based extracts have gained popularity due to their perceived safety and reduced environmental impact (Tembo *et al.*, 2018). It has been discovered that the insecticidal properties of the extract from star anise (*Illicium verum* Hook. F.), when dissolved in acetone, can lead to a 100% mortality rate in the larvae of the lesser mealworm (*Alphitobius diaperinus* Panzer) through a feeding method. The essential oils derived from peppermint (*Mentha piperita* L.) and black pepper (*Piper nigrum* L.) plants exhibited insecticidal properties effective against the rice weevil (*Sitophilus oryzae*) and rice moth (*Corcyra cephalonica*) (Khani *et al.*, 2012). Those plant extracts have demonstrated the insecticides properties, especially when applied through methods such as spraying, contact, fumigant or mixing with insect-consumed food.

Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth.) is indigenous to Southeast Asia. The leaves of Kratom is often used as traditional medicine to relieve tiredness and muscle fatigue, and to treat some common illnesses (Srichana *et al.*, 2015). It has bioactive constituents, such as a major alkaloid mitragynine and a minor component 7-hydroxymitragynine (Prozialeck *et al.*, 2012). Previously researches reported that Kratom extracts have insecticidal properties such as,

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(3):1227-1236

Rashid *et al.* (2012) have applied Kratom leaves extract mixed into beef liver could be inhibit the growth rate of blowfly (*Chrysomya megacephala* (Fabricius)). In addition, mitragynine has also been detected in samples of blowfly maggots that ate this beef livers impregnated with substances from Kratom leaves as food. Hematpoor *et al.* (2022) reported that the methanol extract of Kratom was the most potent extracts against *Sitophilus oryzae* and *Rhyzopertha dominica* with LC_{50} values of 0.30 mg/mL and 0.49 mg/mL, respectively by rice grain treated with each extract method. Furthermore, Kratom leaves extract have shown effectiveness in preventing and controlling the larvae of the *Aedes aegypti* (L.) mosquito, commonly known as the yellow fever mosquito (Phaophanplaek *et al.*, 2022). The application of Kratom extracts for testing against the sweet potato weevil to evaluate its potential as an insecticidal agent were interested.

This study aimed to evaluate the effects of Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth.) leaf extracts by using hexane, acetone, and ethanol as solvents against adult of sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) in laboratory conditions. The insecticidal properties, killing, repellency, and oviposition inhibition activities of this insect were evaluated by filter residue contact method.

Materials and methods

Plant collection and preparation of phytoextracts

Old leaves of Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth.) were collected from Kratom plantation located in Bangkok, Thailand and then they were cleaned, followed by drying in an oven at 45°C for 2 days. Then, the dried leaves were finely ground and soaked in solvent solutions at a ratio of 1:4 (w/v) for 3 days, according to method adapted from Pumnuan *et al.* (2022). The first extraction was performed by using hexane as solvent, and the remain from hexane extraction was then immersed with acetone and ethanol, respectively. All extractions were filtered through a Buchner funnel and filter paper (Whatman™ No.1), concentrated under low pressure using rotary evaporator at 40°C to obtain the hexane, acetone and ethanol crude extracts, respectively. These crude extracts were stored at 4°C in a refrigerator for future experiments. Tween-20 used as dissolving agent for crude extracts and water of ratio 2:1 and diluted in water in different concentrations.

Culture of sweet potato weevil (Cylas formicarius Fabricius)

Sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) tubers damaged by sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) were collected and used to establish a culture in laboratory. The tubers were placed in a square plastic rearing box (30 cm width × 30 cm length × 20 cm height), with air holes for proper ventilation to prevent moisture buildup and fungal growth. The weevil culture was maintained in room temperature (25±2°C) until developing to adult, 5-7 days old in 2nd to 3rd generations of weevils and they were utilized for subsequent experimental testing.

Contact toxicity test

The insecticidal property by filter paper residue contact method was evaluated and prepared by modified experimental method according to Bhavya *et al.* (2018). The test was conducted by dropping 1 ml of each extract solution at 1.0-5.0% concentrations onto the evenly paper discs (Whatman™ No.1, 90 mm diameter) placed in 90 mm glass petri dish. The filter paper was then air dried for approximately 3 minutes. Three replicates were maintained for each test concentration containing 10 unsexed adult weevils at the middle of the filter paper disc and then the dish was sealed. These dishes were placed at room temperature (25±2°C), the mortality rate of weevils was recorded at 24, 48, and 72 hours after exposure and compared with the control (10%v/v Tween-20 in water). The lethal concentrations of Kratom leaf extracts needed to kill 50% and 90% of the insects (LC_{50} and LC_{90}, respectively) were calculated and presented for insecticidal property value.

Repellent activity test

The repellent activity by the wat of filter paper residue contact method was used by modified experimental method according to Kerdchoechuen *et al.* (2010). The filter paper discs (Whatman™ No.1, 90 mm diameter) were cut into two halves, the first half treated with the treatment group and the other half with as the control group (10% Tween-20 in water) placed in 90 mm glass petri dish. The treatment group as each Kratom leaf extract solutions at 0.5-5.0% were evaluated. This test was dropped 0.5 ml of each extract solution was applied onto each half filter paper, and air dried for approximately 3 minutes. For each test containing 10 unsexed adult weevils at the middle of the dish and the dish was sealed. These dishes were placed at room temperature (25±2°C), and the number of weevils on each half filter paper side was evaluated at 24 hours. Those

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(3):1227-1236

response effects (repellent and attractant percentage rates) were classified using the method of Doungnapa *et al.* (2021).

Oviposition inhibition test

The oviposition inhibition test by tubers dipping method was evaluated with each extract solvents at 1, 3 and 5% concentrations, compared with the control group (5% Tween-20 in water) and blank (non-dipped with any solvent). The same size of sweet potato tubers was dropped in each extract solution of 1 min and after air-drying for approximately 3 min. The treated tubers were placed in a square plastic box (size 45 L), with air holes for proper ventilation to prevent moisture buildup and fungal growth. All treatments with three replications were placed in this container box which supported stainless steel rack. Next, five hundred unsexed adult weevils were introduced into the container, 48 hours for allow oviposition. Subsequently, the adult weevils were removed, and the number of eggs in the sweet potato tubers were counted after treated 10 days and calculated oviposition inhibition rate.

Statistical analysis

The experiment was performed in a completely randomized design (CRD) with three replicates per treatment. The insecticidal property test results, represented by LC_{50} and LC_{90} values (lethal concentration of extract solvents required to kill 50% and 90% of weevils, respectively) were determined using probit analysis. The data from the repellency test were analyzed by the $\chi 2$ test. In addition, oviposition inhibition test was analyzed by ANOVA (analysis of variance), and the difference between treatments was compared by DMRT (Duncan's multiple range test).

Results

Contact toxicity test

The killing activity of hexane, acetone, and ethanol extracts from Kratom leaves at 1% concentration against adult of sweet potato weevil showed that the hexane Kratom leaves extract presented highest mortality rates of 73.3, 86.7 and 93.3% at 24, 48 and 72 hours after treatment, respectively. Whereas, the acetone and ethanol Kratom leave extracts at 1% concentration presented low insect mortality rates (<10%) (Figure 1). The hexanolic Kratom extract demonstrated the highest insecticidal activity and showed the LC_{50} and LC_{90} values of 3.499

and 5.703%, respectively at 24 hours after treatment, 2.879 and 5.135%, respectively at 48 hours after treatment, and 2.271 and 4.528%, respectively at 72 hours after treatment (Table 1).

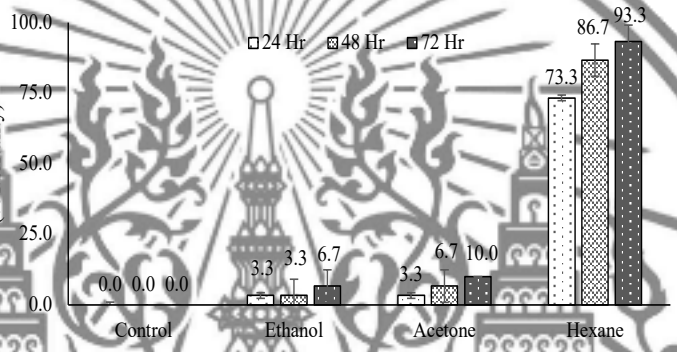


Figure 1. Effectiveness of hexane, acetone and ethanol extracts from Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) leaves at 1% concentration against adult of sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) via filter paper residue contact method

Table 1. The LC_{50} and LC_{90} values of hexane extract from Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) leaves against adult sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) via filter paper residue contact method

After treated (h)	Toxicity[1/] Regression[3/]	LC_{50} (%) (range)	LC_{90} (%) (range)	SE	χ^2	P[2/]
24 h	Y = 0.581x – 2.034	3.499 (2.977-4.147)	5.703 (4.869-7.349)	0.044	12.385	0.015*
48 h	Y = 0.568x – 1.636	2.879 (2.439-3.347)	5.135 (4.466-6.263)	0.041	8.69	0.690ns
72 h	Y = 0.568x – 1,289	2.271 (1.467-2.996)	4.528 (3.647-6.550)	0.041	21.256	<0.001**

[1/] Data were determined based on n = 10 adults of sweet potato weevil / three replications, lethal concentrations of Kratom leaf extracts needed to kill 50% and 90% of the insects (LC_{50} and LC_{90}, respectively) at 24, 48 and 72 h after treatment.

[2/] *, ** : Significant difference at P < 0.01 and P < 0.01, respectively, ns: nonsignificant difference.

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(3):1227-1236

Repellent activity test

The repellent activity of hexane extracts from Kratom leaves at various concentrations (0.1-5.0% concentrations) against adult of sweet potato weevil showed that this extract at 5.0% concentration presented highest repellency efficacy as 80.0%, significant difference at $P < 0.01$ compared with the control group. In addition, the concentration of 4.0% presented repellency efficacy as 77.5%, significant difference at $P < 0.05$ compared with the control group. While the concentrations less than 0.4% showed non- repellency efficacy with <77.5% (Table 2).

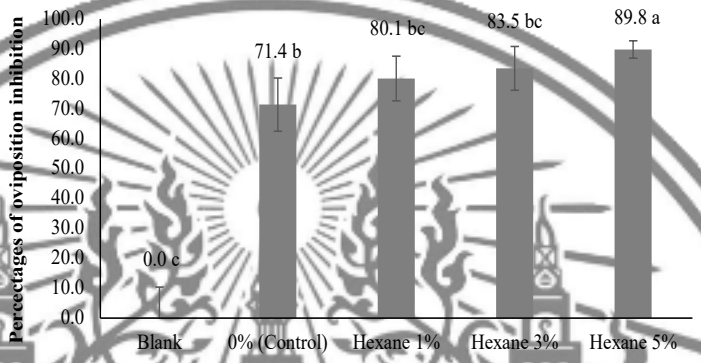
Table 2. Response percentage (repellency and attraction) of sweet potato weevil adult (*Cylas formicarius* Fabricius) to different concentrations of hexane extract from Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) leaves via filter paper residue contact method at 24 after treatment

Concentration percentages of extracts[2/]	%Response[1/]			
	%R	%A	χ^2	P
0.1	55.0	45.0	0.2005	0.654317^{ns}
0.5	65.0	35.0	1.8414	0.174783^{ns}
1.0	65.0	35.0	1.8414	0.174783^{ns}
2.0	67.5	32.5	2.5274	0.111884^{ns}
3.0	72.5	27.5	4.2660	0.388830^{ns}
4.0	77.5	22.5	6.5450	0.010518*
5.0	80.0	20.0	7.9121	0.004911**
Control	50	50	-	-

[1/] Data were determined based on n = 10 adults of sweet potato weevil / three replications. %R: indicates the percentage response to the treatment (repellency), %A: indicates the percentage response to the control (attraction) at 24 h after treatment, *, **: Significant difference at $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively, ns: nonsignificant difference. SE: standard error, $\chi 2$: chi-square value.

Oviposition inhibition test

The oviposition inhibition activity of hexane extract from Kratom leaves at 0.0, 1.0, 3.0 and 5.0% concentrations against adult of sweet potato weevil were evaluated by comparing with the blank group (non-dipped with any solvent). This result showed that the Kratom hexanolic extract at 5% concentration presented highest oviposition inhibition activity against sweet potato weevils as 89.8% oviposition inhibition, significant difference at $P < 0.05$ compared with the other groups. It was interesting that the control group (5% Tween-20 in water) presented high oviposition inhibition activity (71.4%), with less oviposition inhibition value than the treatment groups significant difference (Figure 2).



Means value on the bar graph followed by the same common letter are not significantly different as determined by DMRT at P<0.05.

Figure 2. Oviposition inhibition percentage of different concentrations of hexane extract from Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) leaves against sweet potato weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) via tubers dipping method

Discussion

The results found that the hexane extract from Kratom leaves presented highest killing adult of sweet potato weevil than acetone and ethanol extracts. There were many researches proved that the extract from medical plants extracted by hexane showed higher insecticidal properties than extracted by acetone or ethanol. Pumnuan *et al.* (2022) reported that hexane extracts from long pepper (*Piper retrofractum* Vahl) presented the higher toxicity to kill seed beetles (*Callosobruchus chinensis* L., *Callosobruchus maculatus* Fab., and *Sitophilus zeamais* Motschulsky) than acetone and ethanol extracts. The hexane extract of three indigenous herbs of northeastern Thailand (*Anethum graveolens* Linn., *Oroxylum indicum* Linn. and *Polygonum odoratum* Lour.) were highly effective in controlling tobacco cutworm (*Spodoptera litura* F.) more than acetone and ethanol extracts (Charoensak *et al.*, 2009). Efficacy of hexane crude extract of Kratom leaf against *A. aegypti* larvae was more than ethanol extract (Phaophanplaek *et al.*, 2022). Ogunsina *et al.* (2011) was also proved that medical plant extracts from *Lantana camara* L. and *Monodora myristica* G. extracted by hexane exhibited insecticidal properties against the *C. maculatus* and *S. zeamais*. Specifically, *M. myristica* extract concentration of 0.1 g/ml presented greater mortality action against *C. maculatus* (100%) and *S. zeamais* (96%) after 24 h of treatment.

International Journal of Agricultural Technology 2024 Vol. 20(3):1227-1236

Aryani and Auamcharoen (2016) investigated the repellency activity of crude extracts from Thai plants extracted by various solvents against *S. zeamais* in laboratory. It was found that *Z. cassumunar* hexane extract scored the highest repellency up to 99% at concentration 1,415 µg/cm^2, 8 h after application. In the other hand, this extract caused lower mortality than crude extract with methanol solvent. Adedire *et al.* (2011) reported that cashew kernel extracted by hexane was most effective against *C. maculatus* evoking 98.75% mortality, after 72 h of exposure. Ethanol extract was least toxic causing 85.50% insect mortality after 96 h of exposure. All crude extracts from cashew nut seed extracted by hexane, acetone and ethanol effectively reduced oviposition by *C. maculatus*. And also, no adult emerged in cowpea seeds treated with cashew kernel oil extract.

In this research, crude extract from Kratom leaves extracted by hexane showed high effectiveness against adult of sweet potato weevil (*C. formicarius*) in the form of insecticidal properties, killing, repellency, and inhibited oviposition activities to insect. Thise result could verify the potentiality of Kratom extract in controlling insect pest. Previous reports substantiated that could inhibit the growth rate of blowfly (Rashid *et al.*, 2012), and controlling the stored product insect pests (Hematpoor *et al.*, 2022) and larvae of the mosquito (Phaophanplaek *et al.*, 2022). The results obtained from this study revealed that extract of Kratom was effective in controlling sweet potato weevil and could serve as an alternative to synthetic insecticides in the future.

References

Adedire, C. O., Obembe, O. M., Akinkurolere, R. O. and Oduleye, S. O. (2011). Response of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) to extracts of cashew kernels. Journal of Plant Diseases and Protection, 118:75-79.

Ali, S., Ullah, M. I., Sajjad, A., Shakeel, Q. and Hussain, A. (2021). Environmental and Health Effects of Pesticide Residues. pp 311-336. *In:* Inamuddin, Ahamed, M. I. and Lichtfouse, E. (eds) Sustainable Agriculture Reviews 48. Sustainable Agriculture Reviews, vol 48. Springer, Cham.

Aryani, D. S. and Auamcharoen, W. (2016). Repellency and contact toxicity of crude extracts from three Thai plants (Zingiberaceae) against maize grain weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschlusky) (Coleoptera: Curculionidae). Journal of Biopesticides, 9:52-62.

Bhavya, M. L., Obulaxmi, S. and Devi, S. S. (2021). Efficacy of *Ocimum tenuiflorum* essential oil as grain protectant against coleopteran beetle, infesting stored pulses. Journal of Food Science and Technology, 58:1611-1616.

Charoensak, S., Pumnuan, J. and Insung, A. (2009). Efficiency of extracts from indigenous herbs of Northeastern Thailand in controlling the tobacco cutworm, *Spodoptera litula* (F.). pp. S234–S240. *In*: Go…Organic 2009: The International Symposium on The Approach of Organic Agriculture: New Markets, Food Security and a Clean Environment, August 19-21, 2009, Pullman Bangkok King Power Hotel, Bangkok, Thailand.

Doungnapa, T., Pumnuan, J. and Insung, A. (2021). Acaricidal activity of essential oil nanoemulsion against the African red mite (*Eutetranychus africanus*). Chilean Journal of Agricultural Research, 81:228-236.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นา**ยอนุศาสก รุดดิษฐ์**
วัน เดือน ปี เกิด	22 พฤศจิกายน 2543
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลเซ็นทรัลเยนเนอรัล 290 ถนนพหลโยธิน แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กทม. ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายเมื่อปี พ.ศ. 2561 จากโรงเรียน ภ.ป.ร. ราชวิทยาลัย จ.นครปฐม สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี เมื่อปี พ.ศ. 2565 วิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาเอกกีฏวิทยา ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 36/28 ซอยพหลโยธิน หมู่บ้านมณฑล แขวงคลอง ถนน อำเภอสายไหม จังหวัดกรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10220
ผลงานตีพิมพ์	Anusart Ruddit, Jarongsak Pumnuan , Anuwat Lakyat, Thanaporn Doungnapa and Kamronwit Thipmanee. 2023. Effectiveness of Kratom (*Mitragyna speciosa* Korth) Leaf Extracts against Adult of Sweet Potato Weevil (*Cylas formicarius* Fabricius) in Laboratory Conditions. Vol. 20(3):1227-1236. Vol. 20(3):1227-1236.
รางวัลที่ได้รับ	-