การพัฒนาแซนทอกซิลีนเพื่อการควบคุมวัชพืช

The Development of Xanthoxyline for Weed Control

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ปีงบประมาณ 2550

ผู้วิจัย

ผศ. ดร. พัชนี เจริญยิ่ง

Asst.Prof.Dr. Patchanee Charoenying

รายงานฉบับสมบูรณ์

RCH
QK
A95
.R98
พ516ก

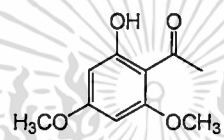
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 86405
วัน,เดือน,ปี - 3 ส.ค. 2551

.b 12023188
.i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

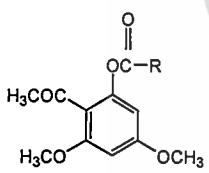
บทคัดย่อ

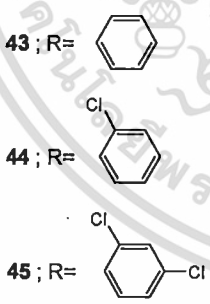
จากการศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของแซนทอกซิลีน **1** ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้แก่ ผักโขมจีน (*Amanranthus tricolor*) และหญ้าข้าวนก (*Echinochloa cruss-galli*) โดยวิธี Vial test ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 500 250 125 62.25 และ 31.25 ppm โดยเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่นพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm แซนทอกซิลีน **1** มีผลยับยั้งการงอกของผักโขมจีนอย่างสมบูรณ์ ในขณะที่สามารถยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกได้ 43.59 เปอร์เซ็นต์ ส่วนด้านการเจริญเติบโตพบว่า แซนทอกซิลีน **1** สามารถยับยั้งความยาวต้นและรากของหญ้าข้าวนกได้ 71.56 และ 87.68 เปอร์เซ็นต์

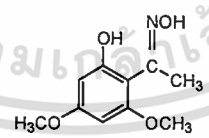


1 Xanthoxyline

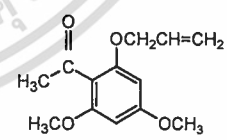
เพื่อศึกษาการเพิ่มศักยภาพทางอัลลีโลพาทีของแซนทอกซิลีน **1** สารอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน **1** ถูกสังเคราะห์โดยวิธีการเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชัน โดยหมู่ไฮดรอกซิลถูกเปลี่ยนเป็นหมู่เอสเทอร์ **43-45** และหมู่อีเทอร์ **47** ส่วนหมู่คาร์บอนิลถูกเปลี่ยนเป็นหมู่ออกซีม **46**







46



47

จากการศึกษาผลของอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีน พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm เอสเทอร์ **43** สามารถยับยั้งการงอกของผักโขมจีนได้ 28.10 เปอร์เซ็นต์ ส่วนด้านการเจริญเติบโตพบว่า เอสเทอร์ **43** สามารถยับยั้งความยาวต้นและรากของผักโขมจีนได้ 66.60 และ 75.88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเอสเทอร์ **44** และ **45** ไม่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โขมจีน ในขณะที่ ออกซีม **46** และอีเทอร์ **47** สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm

การทดสอบการดูดซึมทางรากโดยวิธีทดสอบในกระถางจำลองที่ระดับปริมาณสารต่อพื้นที่ 0 10 20 40 และ 80 kg/ha ต่อข้าวและหญ้าข้าวนกพบว่า ความสัมพันธ์ของปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ใช้ได้แก่ที่ 80 kg/ha และจำนวนวันที่ทำการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีเพียงแซนทอกซิลีนที่มีปริมาณสารต่อพื้นที่ในปริมาณมากเท่านั้นที่ยังให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเวลาในการทดสอบเพิ่มมากขึ้น

สำหรับการศึกษาสารคู่ผสมของแซนทอกซิลีนกับสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีชนิด อื่น ๆ ได้แก่ ไซรินจิก แอซิด ซินนามิก แอซิด และ พาราไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิดต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวและผักโขม ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ปรากฏว่าสารผสมของไซรินจิก แอซิด ซินนามิก แอซิด และแซนทอกซิลินให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าวได้อย่างสมบูรณ์และซินนามิก แอซิด สารผสมระหว่างซินนามิกแอซิดกับแซนทอกซิลีน และสารทั้ง 4 ชนิดผสมกัน ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm นั้นสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้อย่างสมบูรณ์

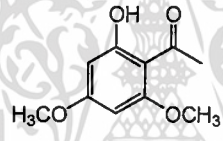
ในด้านการเจริญเติบโตต้นกล้าข้าวปรากฏว่าสารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดและแซนทอกซิลีนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวได้แก่ ความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวมได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนในกรณีของต้นกล้าผักโขม สารซินนามิก แอซิด แซนทอกซิลีนและสารผสมระหว่างซินนามิกแอซิดกับแซนทอกซิลีน ให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักโขมได้อย่างสมบูรณ์

และจากการศึกษาการตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของสารแซนทอกซิลีน ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าในช่วงวันที่ 21 และ 28 นั้นไม่สามารถตรวจพบสารแซนทอกซิลีนจากดินที่ใช้ในการทดสอบ แสดงให้ว่าสารแซนทอกซิลีนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมอาจสามารถย่อยสลายได้ในช่วงระยะเวลาประมาณ 14 - 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

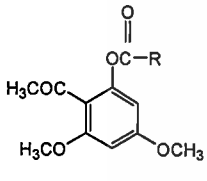
Abstract

To study the allelopathic potential on germination and seedling growth, xanthoxyline **1** was investigated with the tested plants namely : *Amanranthus tricolor* (Chinese amaranth) and *Echinocloa crus-galli* (L.) Beauv. (barnyardgrass). The test was carried out at concentrations 1,000, 500, 250, 125, 62.5 and 31.5 ppm whereas the distilled water was used as control. The results found that at concentration xanthoxyline **1** completely inhibited on seed germination and growth of *A. tricolor* while xanthoxyline showed significantly inhibitory effect on seed germination and growth of *E. crus-galli* by 43.59%. Xanthoxyline **1** also had inhibitory effect in shoot and root length 71.56 and 87.68%, respectively.

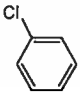


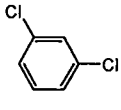
1 Xanthoxyline

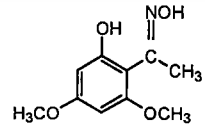
To increase the allelopathic potential of xanthoxyline **1**, the derivitives of xanthoxyline **43-47** were synthesized by functional group transformation. At hydroxyl group was converted to ester group while carbonyl group was transformed to oxime group.



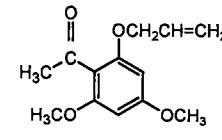
43 ; R=

44 ; R= 

45 ; R= 



46



47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The derivatives of xanthoxyline **1** were tested on seed germination and growth of *A. tricolor*. The results found that the ester 43 inhibited seed germination of *A. tricolor* by 28.10% and showed the inhibitory effect on *A. tricolor* shoot and root length by 66.60 and 75.88%. Whereas the ester derivatives **44** and **45** had no inhibitory effect on *A. tricolor*. The oxime **46** and ether **47** derivatives completely inhibited on *A. tricolor* seed germination at concentration 500 ppm.

Xanthoxyline was assayed by pseudo-pod test at 0 10 20 40 and 80 kg/ha and it was revealed that only the most ratio (80kg/ha) still had inhibitory effects to both of tested species when the period tested time was used.

To increase the allelopathic potential of xanthoxyline by mixing with other allelochemical such as syringic acid, cinnamic acid and *p*-hydroxybenzoic acid was investigated. The bioassay was studied at the concentration 1,000 ppm using rice and amaranth as tested plant. The results shown that the mixing substance of syringic acid cinnamic acid and xanthoxyline completely inhibited rice seed germination. For amaranth, the mixing compound of xanthoxyline with cinnamic acid and the mixing of 4 allelochemicals also completetly inhibited seed germiantion.

In addition, the mixing compound of xanthoxyline with cinnamic acid had also inhibitory effect on the shoot, root and total length of tested plants. For rice, shoot, root and total length were completely inhibited by the mixing compound of xanthoxyline with cinnamic acid while the shoot, root and total length of amaranth were completely inhibited by xanthoxyline and the mixing compound of xanthoxyline with cinnamic acid.

According to investigate with decomposition of xanthoxyline, the analytical result by detemining the extracts derived from tested soil in pod test at 20 kg/ha of xanthoxyline in 28 days was found that in the seventh day, the concentration was 1.43 ppm and decreased in the fourteenth day to 1.11 ppm. Finally, there was no detected of xanthoxyline in twenty-first day and twentith-eigth day. It was found that increasing the tested time shown the less quantity of this substance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงตามความตั้งใจในระดับหนึ่งด้วยการสนับสนุนเงินทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณปี 2550 และบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่พิจารณาเห็นคุณค่าของงานวิจัยนี้ ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้ร่วมงานวิจัย รศ.ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา ที่ให้คำปรึกษาแนะนำให้ความรู้ในเรื่องการทดสอบสารต่อพืช และช่วยวิเคราะห์ผลการทดลอง

ขอขอบคุณ คุณสืบศักดิ์ อนันต์พัฒนา และคุณวิชิตพันธ์ รองวงศ์ ผู้ช่วยวิจัยที่ช่วยดำเนินงานนี้ให้และสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจวิเคราะห์โครงสร้างสารสังเคราะห์ด้วยเครื่องมือแมสสเปกโทรมิเตอร์

ขอขอบคุณ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเจ้าหน้าที่นักวิทยาศาสตร์ทุกท่านที่เอื้อเฟื้อความสะดวกตลอดการทำงานวิจัยนี้

พัชนี เจริญยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ III

กิตติกรรมประกาศ V

สารบัญ VI

สารบัญตาราง IX

สารบัญรูป X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 สารกำจัดวัชพืช 5

2.2 อัลลีโลพาที 8

2.3 กำจัดต้น 8

2.4 การปรับเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันเพื่อศึกษาผลต่อการงอก และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ 12

2.5 พืชทดสอบที่ใช้ในการทดสอบ 13

2.6 การใช้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดผสมกัน 13

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 17

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ 17

3.2 พืชที่ใช้ในการทดลอง 18

3.3 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง 19

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4.1 การทดลองที่ 1 การแยกสารทอกซิลีนจากผลกำจัดต้น 19

3.4.2 การทดลองที่ 2 การเตรียมสารอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน 20

3.4.3 การทดลองที่ 3 การทดสอบฤทธิ์ของแซนทอกซิลีนและอนุพันธ์
ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธี Vial Test 24

3.4.4 การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซิลีน
ต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบในนาข้าวจำลอง 25

3.4.5 การทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซิลีน 25
และอัลลีโลเคมิคัลที่พบในธรรมชาติต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ 25

3.4.6 การทดลองที่ 6 การตรวจวัดปริมาสารตกค้างของแซนทอกซิลีน
ในระยะเวลา 1 เดือน ในแปลงทดสอบ 29

บทที่ 4 ผลการทดลอง 30

4.1 การทดลองที่ 1 การแยกแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้นแห้ง 30

4.2 การทดลองที่ 2 การเตรียมสารอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน 30

4.3 การทดลองที่ 3 การทดสอบฤทธิ์ของแซนทอกซิลีนและอนุพันธ์
ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธี Vial Test 33

4.4 การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของ
พืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบในนาข้าวจำลอง 42

4.5 การทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซิลีน
และอัลลีโลเคมิคัลที่พบในธรรมชาติต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ 49

4.6 การทดลองที่ 6 การตรวจวัดปริมาสารตกค้างของแซนทอกซิลีน
ในระยะเวลา 1 เดือน ในแปลงทดสอบ 56

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ 58

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 64

5.2 ข้อเสนอแนะ 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม 65

ภาคผนวก

การคำนวณในการทดลอง 69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 แสดงผลการวิเคราะห์จากเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ 57

5.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตจากการเตรียมสารอนุพันธ์แซนทอกซิลีน 58

5.2 แสดงผลการทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซิลีน
และสารอัลลีโลเคมิคัลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 ต้นกัดลิ้น 2

3.1 แสดงการเตรียมอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน 20

3.2 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 27

3.3 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 :1 28

3.4 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 29

4.1 ผลของแซนทอกซิลีนต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้น
และรากของเมล็ดผักโขมจีน 34

4.2 ผลของแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอก
และการเจริญเติบโตของผักโขมจีน 35

4.3 ผลของแซนทอกซิลีนต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้น
และรากของเมล็ดหญ้าข้าวนก 35

4.4 ผลของแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอก
และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก 36

4.5 ผลของสาร **43** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้น
และรากของเมล็ดผักโขมจีน 37

4.6 ผลของสาร **43** ที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอก
และการเจริญเติบโตของผักโขมจีน 37

4.7 ผลของสาร **44** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้น
และรากของเมล็ดผักโขมจีน 38

4.8 ผลของสาร **45** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้น
และรากของเมล็ดผักโขมจีน 39

4.9 ผลของสาร **46** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้น
และรากของเมล็ดผักโขมจีน 40

4.10 ผลของสาร **46** ที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอก
และการเจริญเติบโตของผักโขมจีน 40

4.11 ผลของสาร **47** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้น
และรากของเมล็ดผักโขมจีน 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.12 ผลของสาร **46** ที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอก
และการเจริญเติบโตของผักโขมจีน 42
4.13 ค่าเฉลี่ยของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด
ในช่วงเวลา 7 วัน 43
4.14 ค่าเฉลี่ยของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด
ในช่วงเวลา 7 วัน ก. ความยาวราก ข. ความยาวรวม 44
4.15 ค่าเฉลี่ยของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด
ในช่วงเวลา 7 วัน ในด้านน้ำหนักแห้ง 45
4.16 ค่าเฉลี่ยของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ด
ในช่วงเวลา 7 วัน 46
4.17 ผลของของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ด
ในช่วงเวลา 7 วันของการทดสอบ ก. ความยาวราก ข. ความยาวรวม 47
4.18 ผลของของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ด
ในช่วงเวลา 7 วัน หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 48
4.19 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดข้าว
ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 49
4.20 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวต้นข้าว
ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 50
4.21 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวรากของต้นข้าว
ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 51
4.22 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวรวมของต้นข้าว
ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 52
4.23 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดผักโขมจีน
ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 53
4.24 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวต้นผักโขมจีน
ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.25 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวรากของผักโขมจีน ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 55

4.26 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวรวมของผักโขมจีน ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง 56

4.27 กราฟแสดงการวิเคราะห์จากเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ-แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของงานวิจัย

พืชนับเป็นสิ่งที่ให้ประโยชน์อย่างมหาศาลต่อมนุษยชาติ ปัจจัยทั้ง 4 อันสำคัญยิ่งของมนุษย์ได้แก่ เสื้อผ้า อาหาร ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรคล้วนแล้วแต่สามารถเตรียมจากพืชได้ทั้งสิ้น การพัฒนาประยุกต์ใช้ประโยชน์จากพืชนั้นเริ่มตั้งแต่สมัยโบราณกาล เริ่มจากมนุษย์รู้จักพืชในแง่ที่เป็นอาหารเริ่มจากพัฒนาการปรุงอาหารและการเก็บรักษาซึ่งนับเป็นวิทยาศาสตร์แขนงแรก ๆ ที่เกิดขึ้นในโลก ในสมัยก่อนมนุษย์สามารถเรียนรู้ได้จากประสบการณ์ว่าสารจากพืชสามารถส่งผลต่าง ๆ ได้มากมายต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น จะเห็นได้ว่าในทุกสังคมทั่วโลกล้วนแล้วแต่มีสมุนไพรท้องถิ่นที่ช่วยรักษาและดูแลร่างกาย ตัวอย่างเช่นในประเทศไทยมีการดื่มน้ำส้มแขกที่มีสรรพคุณช่วยในการขับถ่าย และการนำสมุนไพรมาเป็นส่วนช่วยในการทำสุคนธบำบัดเช่น การบำบัดความเครียดจากน้ำมันหอมระเหย การที่มนุษย์รู้ได้ถึงประโยชน์ที่ได้จากสารของพืชจึงมีการพัฒนาและค้นคว้าวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาสารธรรมชาติจากสมุนไพรเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ทางเภสัชวิทยา นอกจากคุณประโยชน์ในแง่ใช้เป็นอาหารและยาที่ให้ประโยชน์ต่อมนุษย์โดยตรงแล้ว ยังมีการใช้ประโยชน์ของพืชในแง่ที่ส่งผลต่อนิเวศวิทยา และทำให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์ทางอ้อมเช่น การใช้หญ้าแฝกในการพยุงหน้าดิน และการใช้สารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเพื่อใช้เป็นยากำจัดแมลงและวัชพืช

ในปัจจุบัน สารสกัดจากพืชที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพมีแนวโน้มที่จะเป็นที่สนใจมากขึ้น การศึกษาถึงคุณประโยชน์ที่ได้จากสารสกัดเหล่านี้ทั้งทางด้านเภสัชวิทยา กีฏวิทยา และพยาธิวิทยา นอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้ว ยังมีการศึกษาถึงแนวทางในการนำสารธรรมชาติมาใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชซึ่งเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นกับเกษตรกร โดยเฉพาะวัชพืชซึ่งเป็นศัตรูพืชทางการเกษตรที่มีความสำคัญเช่นเดียวกับศัตรูพืชอื่น ๆ เช่น โรคพืช และแมลง เป็นต้น ซึ่งเป็นปัญหาที่มนุษย์ต้องพบเจอนับตั้งแต่รู้จักการปลูกพืชเป็นหลักแหล่งเลยทีเดียว โดยแนวโน้มที่จะมีการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชนี้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมากในทุก ๆ วัน เกษตรกรโดยทั่วไปมักนิยมใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีส่วนผสมหลักเป็นสารเคมี ซึ่งสามารถให้ผลได้ดีในการกำจัดศัตรูพืช แต่กลับจะส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมในวงกว้างขึ้นมากกว่า เช่นปัญหาการปนเปื้อนและสารตกค้างในผลิตผลทางการเกษตร ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมากต่อผู้บริโภคและต่อตัวเกษตรกรเอง รวมทั้งสารเคมีจากยากำจัดวัชพืชยังมีการตกค้างในดินซึ่งส่งผลทำให้ดินเกิดการเสื่อมสภาพเป็นการถาวร ทำให้ปริมาณผลผลิตที่ได้ในครั้งต่อไปมีปริมาณน้อยลง ดังนั้นจึงมีการค้นคว้าแยกสารสกัดจากธรรมชาติชนิดใหม่ หรือการนำสารธรรมชาติมาใช้เป็นต้นแบบในการสังเคราะห์เป็นสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำจัดวัชพืชกลุ่มใหม่ โดยสารธรรมชาติที่ใช้เป็นต้นแบบได้จากการสกัดจากพืชนั้นเอง สารกำจัดวัชพืชและสารเคมีทางการเกษตรที่มีต้นแบบจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติมีจุดเด่นที่สำคัญคือ ไม่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ไม่ละลายน้ำหรือละลายเพียงเล็กน้อยสามารถออกฤทธิ์ได้ในเวลาที่เหมาะสม สลายตัวได้เกือบทั้งหมดในช่วงเวลาที่สั้นกว่าสารเคมีสังเคราะห์ และมีลักษณะที่ใกล้เคียงกับสารเคมีสังเคราะห์คือ สามารถออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ที่ความเข้มข้นต่ำ

โครงงานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาสารธรรมชาติ ที่สกัดแยกได้จากผลกำจัดต้นหรือพริกหอม (*Zanthoxylum limonella* Alston) กำจัดต้นหรือพริกหอม เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่สูงได้ถึง 20 เมตร มีหนามแหลมตามลำต้น และกิ่ง ใบประกอบแบบขนนกปลายคี่หรือคู่ ใบย่อยรูปไข่หรือรูปรี ปลายแหลมมาก โคนแหลมและเบี้ยว ขอบเรียบหรือหยักห่างๆ ช่อดอกแบบช่อแยกแขนงขนาดใหญ่ ออกที่ยอดหรือตามง่ามผลมีลักษณะค่อนข้างกลม ผิวขรุขระ มีกลิ่น เมล็ดกลมดำเป็นมัน ผลและเมล็ดใช้เป็นเครื่องเทศผสมกับเครื่องแกงของอาหารพื้นเมืองทางเหนือ ผลแห้งมีกลิ่นหอมใช้ในการดับกลิ่นคาวของอาหาร ด้านสมุนไพร ใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ

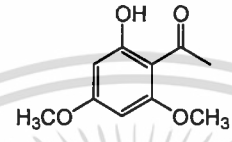
ก ข

รูปที่ 1.1 ก. ต้นกำจัดต้น ข. ผลกำจัดต้น

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า สารสกัดในชั้นน้ำและชั้นคลอโรฟอร์มจากผลกำจัดต้นมีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัว (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) และผักกวางตุ้ง (*Brassica campestris* var. *chinensis*) ได้ดี [1] เมื่อนำชั้นสารสกัดด้วยคลอโรฟอร์มมาแยกสารบริสุทธิ์ และทำการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ สืบศักดิ์ และคณะ [2] รายงานผลของแซนทอกซิลีน (Xanthoxyline) หรือ 2-hydroxy-4, 6-dimethoxyacetophenone เป็นสารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ดี โดยที่ระดับความเข้มข้น 800 ppm มีผลในการยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนก (*Echinochloa cruss-galli*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและจากข้อมูลเบื้องต้นเหล่านี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการที่จะพัฒนาแซนทอกซิลีนให้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชให้ดีขึ้น โดยการเตรียมสารอนุพันธ์จากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของแซนทอกซิลีน เพื่อศึกษาถึงผลจากการปรับเปลี่ยนโครงสร้างของแซนทอกซิลีน **1** ต่อการออกฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ ทั้งนี้เพื่อการนำไปใช้จริงให้ได้ผล ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาแนวทางการนำแซนทอกซิลีนมาใช้จริงในการเกษตรโดยนำมาทดสอบในนาข้าวแบบจำลอง ศึกษาสารคู่ผสมซึ่งเป็นสารอัลลีโลพาทีที่รู้จักกันดีเพื่อช่วยเสริมฤทธิ์ของแซนทอกซิลีนในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ รวมทั้งการศึกษาอัตราการย่อยสลายของแซนทอกซิลีนที่ตกค้างในดิน



1 Xanthoxyline

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบผลของแซนทอกซิลีนและอนุพันธ์ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ ได้แก่ หญ้าข้าวนก และผักโขมจีน (*Amanranthus tricolor*)

2. เพื่อศึกษาสารผสมที่เหมาะสมที่ช่วยเพิ่มฤทธิ์ของแซนทอกซิลีน

3. เพื่อศึกษาถึงการปรับปรุงโครงสร้างของแซนทอกซิลีนที่เหมาะสมในการเพิ่มฤทธิ์ของแซนทอกซิลีน

4. เพื่อศึกษาผลของแซนทอกซิลีนในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบในนาข้าวแบบจำลอง

5. เพื่อตรวจวัดหาปริมาณและอัตราการย่อยสลายของแซนทอกซิลีนกับสารผสมของแซนทอกซิลีน

6. เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยและพัฒนาสารธรรมชาติจากพืชในการควบคุมวัชพืช

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. สกัดแยกแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้น และเตรียมสารอนุพันธ์โดยการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง

2. ศึกษาผลของแซนทอกซิลีนโดยใช้ปริมาณ 10 20 40 และ80 Kg/ha เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบในนาข้าวแบบจำลอง

3. ศึกษาถึงสารคู่ผสมที่เหมาะสมซึ่งช่วยเสริมฤทธิ์ของแซนทอกซิลีน ได้แก่ พาราไฮ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดรอกซีเบนโซอิก แอซิด (*p*-Hydroxy benzoic acid) ซินนามิก แอซิด (Cinnamic acid) ไซรินจิก แอซิด (syringic acid) และคูมาริน (Coumarin) โดยผสมกับแซนทอกซิลีน ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ

4. ตรวจวัดหาปริมาณและอัตราการย่อยสลายของแซนทอกซิลีนในปริมาณ 20 kg/ha ที่ทดสอบในแบบนาข้าวจำลองโดยสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ-แมสสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของแซนทอกซิลีนและอนุพันธ์ต่อการยับยั้งและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

2. ทราบถึงรูปแบบการดูดซึมของข้าวที่มีต่อแซนทอกซิลีนเพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้จริง

3. ทราบถึงสารคู่ผสมที่เหมาะสมที่ช่วยเพิ่มฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีของแซนทอกซิลีน

4. ทราบถึงปริมาณและอัตราการย่อยสลายของแซนทอกซิลีน

5. เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาสารธรรมชาติจากพืชในการควบคุมวัชพืชและการผลิตเชิงพาณิชย์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลายปีที่ผ่านมานักวิจัยจำนวนไม่น้อยที่ได้ทำการศึกษาและวิจัยการสกัดสารชีวภาพจากพืชสมุนไพร พร้อมกับการพัฒนาโครงสร้างของสารชีวภาพโดยมุ่งเน้นการออกฤทธิ์ที่ดียิ่งขึ้นในการยับยั้งเชื้อโรคชนิดต่าง ๆ ในขณะเดียวกันก็มีการนำสารชีวภาพที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรมาใช้ในการควบคุมศัตรูพืชต่าง ๆ ทั้งโรคพืช [3] แมลงศัตรูพืช [4] และวัชพืช [5] โดยจุดประสงค์ของการศึกษาคือการวิจัยและการพัฒนาสารชีวภาพ เพื่อใช้ในการควบคุมศัตรูพืชโดยนำสารที่สกัดได้จากพืชโดยตรง หรืออาจใช้สารสกัดที่ได้จากพืชมาเป็นสารต้นแบบในการสังเคราะห์สารควบคุมศัตรูพืชชนิดใหม่ที่มีอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมน้อยลง ดังนั้นการพัฒนาเพื่อให้ได้สารกำจัดพืชชนิดใหม่ เพื่อทดแทนผลิตภัณฑ์เดิมที่อาจมีผลกระทบต่อวงจรของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติจึงเป็นสิ่งจำเป็น ด้วยเหตุนี้การใช้สารกำจัดวัชพืชที่ผลิตจากสารธรรมชาติจึงได้รับความสนใจมากขึ้น เพราะมีความปลอดภัยกว่าสารที่ได้จากการสังเคราะห์ เนื่องจากสามารถสลายตัวได้ง่ายเมื่อปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

2.1 สารกำจัดวัชพืช (Herbicides)

สารกำจัดวัชพืชหมายถึง สารเคมีใด ๆ ก็ตาม ที่นำมาใช้เพื่อฆ่าทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ไม่ว่าจะเป็นขณะพืชงอกขึ้นมาแล้วหรือยังเป็นเมล็ดอยู่ ตลอดจนชิ้นส่วนต่างๆ ของวัชพืชที่ขยายพันธุ์ได้ในดินหรืออยู่บนดิน [7] การใช้สารกำจัดวัชพืชได้เริ่มมีการพัฒนานำมาใช้เป็นครั้งแรกราวปี ค.ศ. 1840 ซึ่งมีการนำเอาปูนขาว (lime) มาใช้ในการกำจัดวัชพืชบางชนิด ต่อมาในปี ค.ศ. 1854 ได้มีการนำเกลือแกง (sodium chloride) หลังจากนั้นในปี ค.ศ. 1985 ได้มีการนำเอาจุนสี (copper sulfate) มาทดลองใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชในการปลูกข้าวสาลี ในปี ค.ศ. 1902 ได้มีการนำเอาสารโซเดียมอาซีไนท์ (sodium arsenite) มาใช้ในการควบคุมผักตบชวา และได้มีการพัฒนางานด้านกำจัดวัชพืชเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน [6]

2.1.1 เคมีของสารกำจัดวัชพืช

ลักษณะทางเคมีของสารกำจัดวัชพืชจะเป็นสารประกอบอินทรีย์ (Organic compound) กล่าวคือมีอะตอมของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 1 อะตอม ซึ่งในโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์นั้นธาตุที่มักพบบ่อย ๆ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจนออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส คลอรีน กำมะถัน และ ฟลูออรีน เป็นต้น โดยทั่วไปโครงสร้างหลักของสารกำจัดวัชพืชที่เป็นพวกสารอินทรีย์จะมีการจัดเรียงตัวของอะตอมของคาร์บอนกับสารอื่น ๆ มีด้วยกัน 2 ลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ แบบอะลิฟาติก (aliphatic groups) ซึ่งจะมีลักษณะการจัดเรียงตัวเป็นสายโซ่ยาว เป็นเส้นตรงหรือมีการแตกกิ่งก้านสาขา (branched chain) และแบบอะโรมาติก (aromatic groups) ซึ่งมีลักษณะการจัดเรียงตัวเป็นวงแหวน (ring) ซึ่งทั้งแบบอะลิฟาติกและอะโรมาติกจะเป็นส่วนประกอบที่พบเสมอในโมเลกุลของสารกำจัดวัชพืช [7]

2.1.2 สารกำจัดวัชพืชที่มีต้นแบบจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ

แนวความคิดในการวิจัยสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ ในการวิจัยสำหรับสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่สามารถแบ่งได้ออกเป็น 3 ชนิด [8]

1. สังเคราะห์สารที่มีโครงสร้างชนิดใหม่ (New structure types) การสังเคราะห์สารที่มีโครงสร้างชนิดใหม่ เพื่อจุดประสงค์ในการหาสารชนิดใหม่ที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ไม่มีรูปแบบที่แน่นอน ในการทำนายความสัมพันธ์ระหว่างความซับซ้อนของโครงสร้างกับประสิทธิ์ภาพในการออกฤทธิ์ เพราะโครงสร้างของสารหลาย ๆ ชนิดที่มีโครงสร้างเป็นแบบง่าย ๆ แต่มีฤทธิ์ทางชีวภาพสูง

2. สังเคราะห์โดยวิธีชีวเคมี (Biochemical directed synthesis) บางครั้งในการสังเคราะห์สารเลียนแบบสารธรรมชาติในสภาพห้องปฏิบัติการ มีผลทำให้ฤทธิ์ทางธรรมชาติต่ำกว่าสารที่สร้างขึ้นตามกระบวนการธรรมชาติ โดยเฉพาะการยับยั้งเอนไซน์ในพืชหรือจุลินทรีย์บางชนิด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสภาวะที่แตกต่างกันในห้องปฏิบัติการกับสภาพธรรมชาติ ทำให้ต้องใช้ความรู้ด้านไบโอเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการผลิตสารเหล่านี้โดยจุลินทรีย์และเซลล์ของพืช

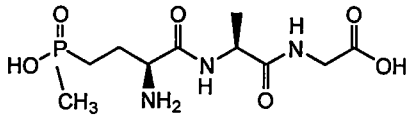
3. ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ (Natural products) นักวิทยาศาสตร์หันมาให้ความสนใจในการใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่เกิดจากภูมิปัญญาชาวบ้านที่สืบทอดกันมา ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติเหล่านี้เป็นสารต้นแบบในการค้นพบสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ได้ เนื่องจากสารที่มีความเป็นพิษที่เกิดขึ้นในธรรมชาติหลายชนิดมีโครงสร้างทางเคมีแตกต่างจากสารกำจัดวัชพืชที่สังเคราะห์ขึ้น การศึกษาสารเหล่านี้อาจนำไปสู่การค้นพบสารกำจัดวัชพืชกลุ่มใหม่ ซึ่งมีตำแหน่งเข้าทำลายที่ยังไม่มีสารกำจัดวัชพืชที่สังเคราะห์ขึ้นเข้าไปเกี่ยวข้อง และนอกจากนี้ ยังมองในเรื่องของความเป็นพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าสารที่ได้จากการสังเคราะห์ ตัวอย่างของสารกำจัดวัชพืชที่มีการผลิตเชิงการค้าโดยมีต้นแบบจากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติ [9] ได้แก่

1. ออร์กาโนฟอสฟอรัส

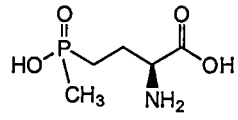
สารกำจัดวัชพืช 2 ชนิด ที่มีต้นแบบจากผลิตภัณฑ์ทางธรรมชาติที่แยกได้จากแบคทีเรียได้ถูกนำมาผลิตในการค้าในปัจจุบันคือ Bialaphos **2** และ Phosphonthricin **3** ซึ่ง Bialaphos **2** หรือ Phosphironthiricylalanyl alamine แยกได้จากเส้นใยของเชื้อรา *Streptomyces* และรู้จักในชื่อทางการค้าว่า Herbiace Bialaphos เป็นสารกำจัดพืชชั้นต้น (pro-herbicide) ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นสารออกฤทธิ์คือ Phosphonthricin **3** ในพืช ซึ่งสารตัวนี้มีฤทธิ์ในการยับยั้งการสังเคราะห์กลูตามิน (Glutamin)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

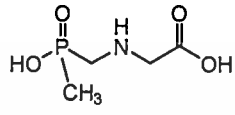
สำหรับ Glyphosate **4** เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้กันแพร่หลายที่มีการสังเคราะห์ขึ้น โดยมีโครงสร้างที่คล้ายคลึงกับสาร Bialaphos **2** และ Phosphonthricin **3**



2 Bialaphos



3 Phosphonthricin

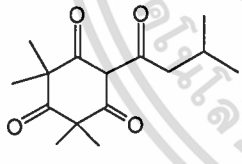


4 Glyphossate

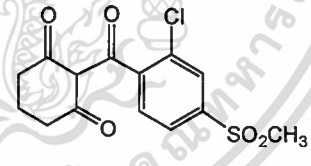
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของสารออร์กาโนฟอสเฟตที่ใช้เป็นสารกำจัดพืช

2. ไตรคีโตน

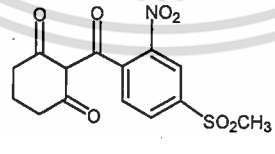
Succotrione **6** และ Mesotrione **7** เป็นสารกำจัดวัชพืชใบกว้างชนิด postemergent ซึ่งมีกลไกการออกฤทธิ์โดยยับยั้งการสร้าง *p*-Hydroxyphenylpyruvatedioxygenase (HPPD) ซึ่งมีต้นแบบมาจาก Leptospermone **5** ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยจากพืช Leptospermun scopparium ที่พบในออสเตรเลียและนิวซีแลนด์



5 Leptospermone



6 Succotrione



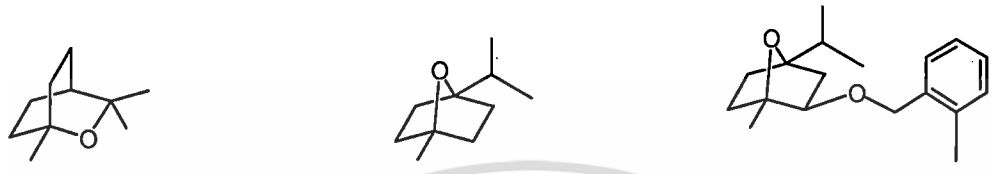
7 Mesotrione

รูป 2.2 แสดงโครงสร้างไตรคีโตนบางชนิดที่ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืช

3. ซินเมทิลลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมโนเทอร์พีน อีเธอร์ (Monoterpene ether) 1,8-Cineole **8** เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยของพืชหลายชนิดและเป็นอัลลีโลเคมิคอลตัวหนึ่ง 1,8 Cineole **8** และไอโซเมอร์ของสารตัวนี้คือ 1,4 Cineole **9** เป็นสารที่มีความเป็นพิษต่อพืช (Phytotoxin) แต่สารตัวนี้เป็นสารที่ระเหยง่าย จึงมีปัญหาในการประยุกต์ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืช ดังนั้นจึงมีเตรียมอนุพันธ์ของ 1,4 Cineole ขึ้น คือ Cinmethylin **10** ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ออกฤทธิ์โดยการขัดขวางการแบ่งตัวแบบไมโตซิส (mitosis) ในพืชทดสอบ



8 1, 8 Cineole **9** 1,4 Cineole **10** Cinmethylin

รูป 2.3 แสดงโครงสร้างของซินเมทิลลินบางชนิดที่เป็นสารกำจัดวัชพืช

2.2 อัลลีโลพาที [5]

อัลลีโลพาที (Allelopathy) มีคำจำกัดความโดยทั่วไปหมายถึง ผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งทางตรงและทางอ้อม ทั้งชนิดที่ส่งเสริมและยับยั้ง โดยพืชชนิดหนึ่งรวมทั้งจุลินทรีย์ต่อพืชอีกชนิดหนึ่งโดยผ่านการผลิตสารเคมีแล้วปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม และเรียกสารเคมีที่เกิดขึ้นที่ก่อให้เกิดความสัมพันธ์นี้ว่า อัลลีโลเคมีคอล (allelochemical) สารอัลลีโลพาทีในพืช เป็นสารประกอบที่ได้จากเมตาบอริซึม (metabolism) ซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งการการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่าง ๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ สารเคมีที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชส่วนใหญ่เป็นสารเมทาบอลิซึมขั้นที่สอง (secondary metabolites) ของพืชที่มีมากมายหลายพันชนิด แต่มีเพียงจำนวนน้อยเท่านั้นที่มีผลในด้านอัลลีโลพาที สารอัลลีโลพาทีสามารถจำแนกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ตามลักษณะโครงสร้างดังต่อไปนี้

1. กรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ที่มีสายโซ่ตรง และอะลิฟาติกอัลดีไฮด์ และคีโตน

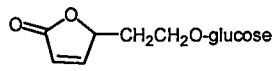
ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น malic acid critic acid acetic acid และ tartaric acid ในผลไม้สูงเพียงพอในการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืช และพบว่า acetaldehyde สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวโพดและพืชตระกูลถั่วได้ [10] แอลกอออล์เช่น เมทานอลและเอทานอล เป็นสารที่ปลดปล่อยออกมาในรูปของสารระเหยจากบีทรูท มะเขือเทศ มันฝรั่ง ใบเรดดิช และรากแครอทในระบบปิด สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดได้ [11]

2. แลคโทนชนิดไม่อิ่มตัว

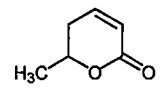
Parasobic acid **11** ที่แยกได้จากผลของ *Sorbus aucparia* และอะไกลโคนของ Ranunculin **12** ที่สร้างขึ้นจากพืชในตระกูล Runnunculaceae สามารถยับยั้งการงอกและการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจริญเติบโตของเมล็ดพืชได้ [10]



11 Parasobic acid



12 Ranunculin

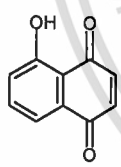
รูป 2.4 แลคโทนชนิดไม่อิ่มตัวที่มีโมเลกุลอย่างง่าย

3. กรดไขมันสายโซ่ยาว

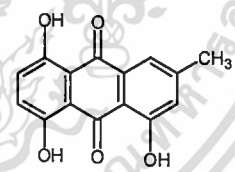
กรดไขมันสายโซ่ยาวเช่น Myristic acid Palmitic acid Oleic acid Stearic acid Araachidic acid 11, 14-Eiosadienooc acid Heneicosanic acid และ Behenic acid ที่เกิดจากการสลายตัวของ *Polygonum aviculare* สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้า Bermuda [12]

4. แนพโทรควิโนนและแอนทราควิโนน

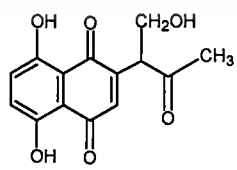
Juglone **13** หรือ 5-Hydroxynaphthoquinone เป็นสารพิษที่พบในต้นวอลนัท มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชบางชนิดได้ [13] Novalin **15** เป็นสารที่แยกได้จากเชื้อรา *Fusarium solani* และ จากพืชตระกูลถั่วที่เป็นโรค พบว่าสารชนิดนี้เป็นสาเหตุทำให้พืชเกิดการเหี่ยวเฉา Skyrin **16** เป็น Dianthraquinone ที่สร้างขึ้นโดยเชื้อรา *Endothia parasitica* ซึ่งทำให้ความสามารถในการซึมผ่านน้ำของเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงไป



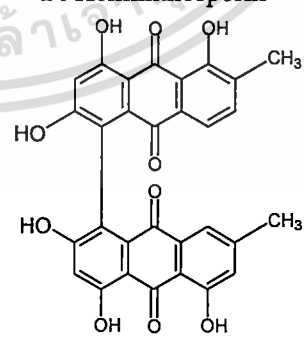
13 Juglone



14 Helminthosporin



15 Novalin



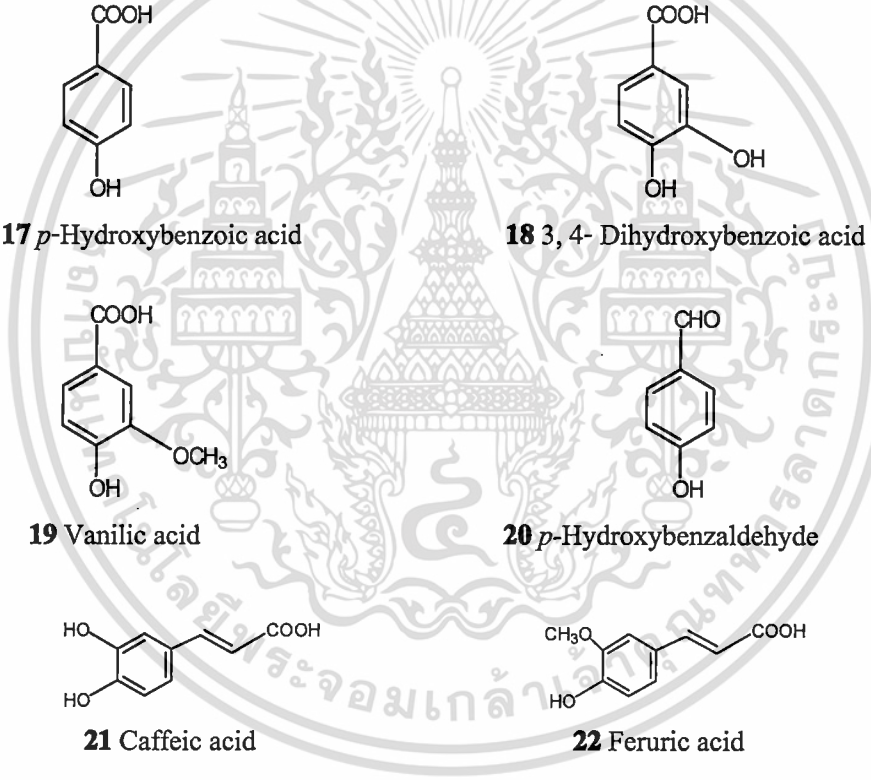
16 Skyrin

รูปที่ 2.5 แนพโทรควิโนนและแอนทราควิโนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ฟีนอล และอนุพันธ์ของกรดเบนโซอิก

อนุพันธ์ของกรดซินนามิก เป็นสารอัลลีโลพาทีที่ส่วนใหญ่สร้างขึ้นโดยพืชชั้นสูง สารประกอบฟีนอลิกโดยทั่วไปที่สร้างโดยพืช เช่น Cinnamic acid *o*-Cumaric acid *o*-Hydroxycumaric acid สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชได้ [14] พบว่า 3-Acetal-6-methoxybenzaldehyde ซึ่งเป็นสารพิษที่สร้างขึ้นในใบของ *Encelia farinose* และพบว่า *p*-Hydroxybenzoic acid **17** Vanilic acid **19** เป็นอนุพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับอัลลีโลพาทีมากที่สุด [15] พบว่า Caffeic acid **21** และ Feruric acid **22** ที่แยกได้จากข้าวสาลี *(Fagopyrum esculentum* Moench) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้ที่ความเข้มข้น 10 ppm [16] พบว่า *p*-Hydroxybenzoic acid **17** และ *p*-Hydroxybenzaldehyde **20** เป็นสารอัลลีโลพาทีหลักที่ปลดปล่อยจากรากของหญ้า bamyard ซึ่งเป็น 1ใน 10 วัชพืชร้ายแรงของโลก



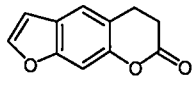
รูป 2.6 อนุพันธ์ของกรดเบนโซอิกที่จัดเป็นสารอัลลีโลพาที

6. คูมาลินและฟลาวอนอยด์

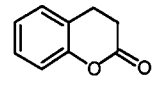
คูมาลิน **23** และฟลาวอนอยด์สามารถพบได้ในทุกส่วนของพืช และหลายชนิดเป็นสารอัลลีโลพาที สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่ากรดฟีนอลิก พบว่า Esculetin **24** เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวสาลี [10] และ Furanocoumarin มีผลในการยับยั้งการงอกเช่นเดียวกัน เช่น Psuralen **25** ซึ่งสกัดจาก *Psoralealki* มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอก

เอกสารนี้ได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

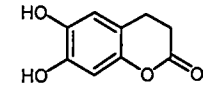
ของเมล็ดผักกาดหอมที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm [17] และสารกลุ่มฟลาวอนอยด์เช่น Tambulin **26** และ Heliannones B **27** และ C **28** จากต้นทานตะวันมีผลต่อความยาวรากของเมล็ดมะเขือเทศ และเมล็ดข้าวบาร์เลย์ [9]



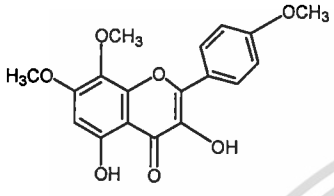
23 Coumarin



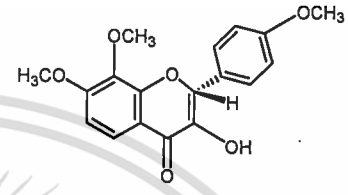
24 Esculetin



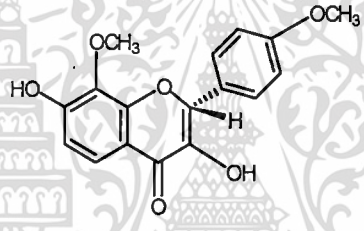
25 Psoralen



26 Tambulin



27 Heliannones B

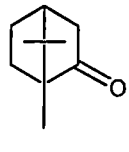


28 Heliannones C

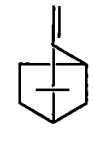
รูป 2.7 แสดงโครงสร้างของคูมาลินและฟลาวอนอยด์บางชนิดที่เป็นสารอัลลีโลพาที

7. เทอร์พีนอยด์

เทอร์พีนอยด์ที่มีคาร์บอน 10 ตัว เป็นส่วนประกอบหลักของน้ำมันหอมระเหยของพืชหลายชนิด มีความเป็นพิษต่อการงอกของเมล็ดพืช พบว่า Camphor **29** และCamphene **30** ซึ่งเป็นสารระเหยที่พบใน *Salvia leucophylla S. apiana* และ *S. mellifera* สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดเรดดิช (radish) [18]



29 Camphor



30 Camphene

รูป 2.8 แสดงโครงสร้างของเทอร์พีนอยด์บางชนิดที่มีผลทางอัลลีโลพาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กำจัดต้น *(Zanthoxylum limonella* Alston) [19]

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zanthoxylum limonella* (Dennst.) Alston

วงศ์ : Rutaceae

ชื่อพ้อง : *Zanthoxylum budrunga* Wall.

ชื่ออื่น : พริกหอม หมากมาศ มะข่วง มะแข่น มะแขว่น ลูกระมาศ หมักข่วง

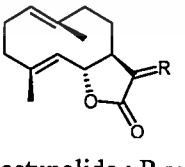
ลักษณะโดยทั่วไป : ไม้ยืนต้น ขนาดกลางถึงใหญ่ ผลัดใบ สูง 12-20 เมตร เปลือกสีขาว มีหนามแหลมรูปกรวยปลายตรงหรือโค้งเล็กน้อยขึ้นตามลำต้น กิ่ง และก้านใบ ใบเป็นใบประกอบเรียงสลับแบบขนนก ใบยาว 15-20 เซนติเมตร ใบย่อย 10-28 เซนติเมตร รูปรี รูปไข่ หรือรูปขอบขนานใบเบี้ยว ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่น ปลายใบเรียวแหลม ดอกเป็นช่อแบบ panicle ออกที่ปลายยอดหรือซอกก้านใบ ช่อดอกยาว 10-21 เซนติเมตร ก้านช่อยาว ดอกเล็กสีขาวอมเขียวเป็นกระจุกอยู่ปลายช่อ ดอกตัวเมียและดอกตัวผู้อยู่คนละต้น กลีบรองดอก 4 กลีบ กลีบดอก 4 กลีบเรียงสลับกับเกสรตัวผู้ 4 อัน เกสรตัวเมีย 1 อัน อยู่เหนือเกสรตัวผู้ ผลรูปร่างกลมอ่อน สีเขียว เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 -0.7 เซนติเมตร รสเผ็ดซ่ามาก เมื่อแก่เปลือกเป็นสีน้ำตาลและแตกเห็นเมล็ดสีดำเป็นมัน ออกดอกและผลช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน

นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย : พบขึ้นตามป่าดิบ ในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้

ประโยชน์ : ด้านสมุนไพร ใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ ด้านเป็นอาหาร ผลแก่และเมล็ดใช้เป็นเครื่องเทศผสมเครื่องแกงของอาหารพื้นเมืองทางเหนือ

2.4 การปรับเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันเพื่อศึกษาผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

Macias และคณะ [20] ได้ทำการปรับเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันของสารกำจัดวัชพืชธรรมชาติในกลุ่ม sesquiterpene lactone ที่มีชื่อว่า Costunolide **31** จากการทำปฏิกิริยารีดักชันของสาร **31** เป็นสารอนุพันธ์ **32** พบว่าสารอนุพันธ์ **32** สามารถยับยั้งการงอกของข้าวสาลีเพิ่มขึ้นถึง 20 เปอร์เซ็นต์

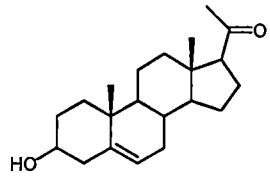


31 Costunolide ; R = CH_2

32 11, 13-Dihydrocostunolide ; R = αCH_3, βH

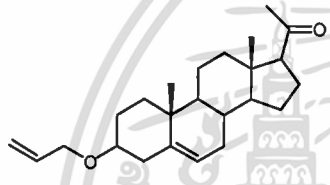
วนาวรรณ [21] ศึกษาผลของสเตียรอยด์เพรกนินโนโลน **33** และอนุพันธ์ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของข้าว (*Oryza sativa*) และผักกวางตุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

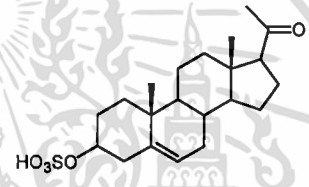


33 Pregnenolone

จากการทดลองพบว่าเมื่อเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันของสเตียรอยด์เพรกนินโนโลน **33** ที่ตำแหน่ง C-3 จากหมู่ไฮดรอกซิลเป็นอัลลิลอีเทอร์ 3β-alloxy-5-pregnene-20-one **34** ให้ผลยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งได้ดีที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm และ สเตียรอยด์ซัลเฟต 3β-sulfate-5-pregnene-20-one **35** เตรียมโดยการเปลี่ยนหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่ง C-3 เป็นหมู่ซัลเฟต มีผลเพิ่มการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm นอกจากนั้น อนุพันธ์ทั้งสองชนิดยังสามารถยับยั้งการงอกและเจริญเติบโตของต้นข้าวที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm



34 3β-alloxy-5-pregnene-20-one



35 3β-sulfate-5-pregnene-20-one

2.5 พืชทดสอบที่ใช้ในการทดลอง

การเลือกพืชทดสอบเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานวิจัยเพื่อบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งขึ้น ซึ่งมักจะพิจารณาลักษณะของการเลือกทำลายหรือ selectivity ของสารแต่ละชนิดเป็นสำคัญแต่โดยทั่วแล้วการเลือกพืชทดสอบที่นำมาใช้ในการทดลองเพื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพนั้นนิยมเลือกพืชที่มี sensitivity สูงต่อฤทธิ์ของสารเคมี และให้ผลการทดลองที่ชัดเจนในช่วงเวลาอันสั้นภายในระยะเวลา 5-7 วัน ตัวอย่างเช่น การทดสอบผลของสารสกัดจากใบประยงค์ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งฮ่องเต้ [22] การทดสอบผลของ Gibbersib ต่อการส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักคะน้า ผักกวางตุ้ง และผักกาดขาว [23] และผักกาดหอม *(Lactuca satica)* เป็นพืชทดสอบที่มีประสิทธิภาพในการทดสอบเพื่อวัดอัตราการงอกและการเจริญเติบโต [24] เป็นต้น พืชทางการเกษตรหลายชนิด เช่น ข้าวบาเลย์ *(Hordeum vulgare L.)* มัสตาร์ด (*Brassica campertris L.*) ข้าว [25, 26] นิยมนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการ

2.6 การใช้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดผสมกัน [27]

สารกำจัดวัชพืชที่ถูกใช้ลงไปมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งอาจจะเป็นสารผสมที่ทำการผสมมาเรียบร้อยแล้วในสารเคมีผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ขายในท้องตลาด หรืออาจเป็นการนำมาผสมในถังพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอง (tank mix) วัตถุประสงค์ของการใช้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดผสมกัน ก็เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชให้ดีขึ้นและมากชนิดขึ้น เช่นการกำจัดวัชพืชทั้งใบแคบและใบกว้างในเวลาการใช้เดียวกัน หรือการใช้แบบหลังวัชพืชงอกร่วมกับการใช้แบบก่อนวัชพืชงอก

ปฏิกิริยาของสารกำจัดวัชพืชที่ผสมลงไป ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป อาจทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชแตกต่างกันไปใน 3 ลักษณะดังนี้

1. สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพเหมือนเดิม
2. สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพลดลง
3. สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1. การใช้สารกำจัดวัชพืชตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันแล้วไม่มีผลต่อกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นอิสระต่อกันนั้น ก็คือประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของสารเคมียังคงเดิมเหมือนสภาพการใช้เดี่ยว ๆ การผสมสารเคมีในลักษณะนี้ไม่มีผลซึ่งกันและกัน ซึ่งอาจเรียกว่า independent action

2. การใช้สารกำจัดวัชพืชตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันแล้วทำให้เกิดผลกระทบต่อประสิทธิภาพเดิมของสารเคมีชนิดหนึ่ง เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชลดลง เรียกว่า antagonistic action

3. การใช้สารกำจัดวัชพืชตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันแล้วทำให้เกิดการเสริมประสิทธิภาพการควบคุมซึ่งกันและกัน ซึ่งประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชในสภาพการผสมสารเคมี จะดีกว่าในสภาพการใช้แบบเดี่ยวเรียกว่า synergistic action

ในการใช้สารกำจัดวัชพืชในพืชปลูกต่างๆ และนอกพื้นที่การเพาะปลูกในประเทศไทยเท่านั้น อาจมีการผสมสารกำจัดวัชพืชในแบบต่าง ๆ ดังนี้

- สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก ผสมกับสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก

เช่น Alachor + Paraquat

Diuron + Asluam

Alachor + Glyphosate

- สารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายใบแคบ ผสมกับสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลายใบกว้าง เช่น Fluazifop – butyl + Formesafen

Haloxyfop – R- methyl ester + Acifluorfen

Quizalofop-p-tefuryl + Acifluorfen

- สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก ผสมผสานกับสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก เช่น

Ametryn + Atrazine

Oxyfluorfen + Alachor

Ametyrn + Simazine

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Atrazine + Alachor

Oxidiazon + Oxyfluorfen

- สารกำจัดวัชพืชประเภทไม่เลือกทำลายแบบดูดซึม ผสมกับสารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายใบกว้าง เช่น Glyphosate + Fluroxypyr

Glyphosate + Triclopyr

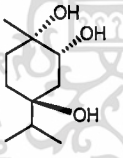
Glyphosate + 2,4 – D

Glyphosate + Dicambia

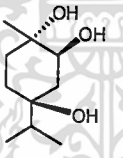
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกำจัดต้นนั้นมักจะกล่าวถึงการสกัดแยกสาร การทดสอบฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ และการปรับปรุงโครงสร้างของแซนทอกซิลิน **1** เพื่อศึกษาฤทธิ์การต้านการอักเสบ

ในปี ค.ศ. 1976 Thappa และคณะ [28] ได้ทำการศึกษาและสกัดน้ำมันหอมระเหยจากผลของ *Zanthoxylum budrungu* พบว่าได้สารชนิดใหม่กลุ่ม monoterpene triol ได้แก่ 1*S*, 2*S*, 4*S*-trihydroxy-*p*-menthane **36** และ 1*S*, 2*R*, 4*S*-trihydroxy-*p*-menthane **37**

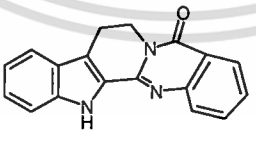


36 1*S*, 2*R*, 4*S*-trihydroxy-p-menthane



37 1*S*, 2*S*, 4*S*-trihydroxy-p-menthane

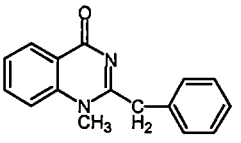
Banerjee และคณะ [29] ได้ทำการศึกษาผลและเมล็ดของ *Zanthoxylum budrungur* พบสารประกอบอัลคาลอยด์คือ Rutaecarpine **38**



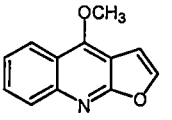
38 Rutaecarpine

นิจศิริ และคณะ [30] ได้แยกสารประกอบจากผลกำจัดต้น 3 ชนิด และสามารถสกัดแยกอัลคาลอยด์ 2 ชนิดได้แก่ Arborine **39** และ Dictamnine **40** นอกจากนั้น สามารถแยกแซนทอกซิลิน **1** ซึ่งเป็นสารประกอบชนิดใหม่สำหรับพืชในวงศ์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



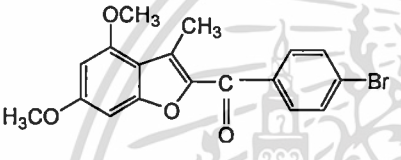
39 Arborine



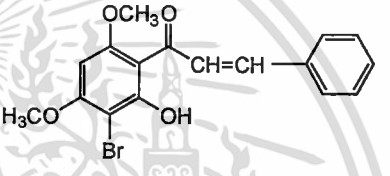
40 Dictamnine

Yunes และคณะ [31] ได้ศึกษาฤทธิ์การต้านเชื้อจุลินทรีย์ของแซนทอกซิลีน **1** ที่แยกได้จากส่วนเปลือกและใบของ *Sebastiania schottiana* พบว่าแซนทอกซิลีน **1** มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา และยีสต์ โดยมีค่า MIC อยู่ระหว่าง 62.5 ถึง 125 µg/mL

Yunes และคณะ [32] สังเคราะห์อนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน **1** สารอนุพันธ์ 2-(4-benzyloxybenzyloxy)-4, 6-dimethoxyacetophenone **41** และ 1-(3-bromo-4, 6-dimethoxy-2-hydroxyphenyl)-3-phenyl)-2-peopene-1-one **42** ออกฤทธิ์ต้านอักเสบและบรรเทาความเจ็บปวด



41



42

พัชนี และคณะ [33] ได้ทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดของผลกำจัดต้นด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด พบว่า สารสกัดชั้นคลอโรฟอร์มมีฤทธิ์ในการเชื้อมาลาเรีย (*Plasmodium falciparum*) และต้านเชื้อวัณโรค (*Mycobacterium tuberculosis*)

สำหรับงานทางด้านอัลลีโลพาทีของผลกำจัดต้นเริ่มจาก จรัล [34] ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากผลกำจัดต้นด้วยน้ำพบว่า สารสกัดของผลกำจัดต้นด้วยน้ำอัตราส่วน 1:10 (น้ำหนักแห้ง : ปริมาตร) สามารถยับยั้งการงอกของผักกาดหัวและผักกวางตุ้งได้อย่างสมบูรณ์ และเมื่อสกัดสารจากผลกำจัดต้นด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด พบว่า สารสกัดของผลกำจัดต้นด้วยคลอโรฟอร์มสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัว และผักกวางตุ้งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะเมื่อใช้ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น

พัชนี และคณะ [35] แยกสารสำคัญจากผลกำจัดต้นคือแซนทอกซิลีน **1** และเมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที พบว่าแซนทอกซิลีน **1** สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ 2 ชนิดได้แก่ ผักโขมสวน และผักกาดหัว ได้อย่างสมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้น 3,000 ppm สืบศักดิ์ และคณะ [36] ได้ทดสอบแซนทอกซิลินต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวและหญ้าข้าวนกโดยวิธี Water Culture Test พบว่าแซนทอกซิลีน **1** ไม่มีผลต่อการงอกของข้าว สำหรับหญ้าข้าวนกพบว่า การใช้แซนทอกซิลีน **1** ที่ระดับความเข้มข้น 800 ppm มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้ 78.59 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์

3.1.1 สารเคมี

1. เฮกเซน	เกรดการค้า ZEN POINT
2. เอทิล อะซิเตต	เกรดการค้า ZEN POINT
3. เมทานอล	เกรดการค้า ZEN POINT
4. ไดคลอโรมีเทน	เกรดการค้า ZEN POINT
5. อะซิโตน	เกรดวิเคราะห์ LAB SCAN
6. ไพริดีน	เกรดวิเคราะห์ LAB SCAN
7. โซเดียมซัลเฟต แอนไฮดรัส	เกรดวิเคราะห์ LAB SCAN
8. แมกนีเซียมซัลเฟต แอนไฮดรัส	เกรดวิเคราะห์ UNILAB
9. เบนโซอิล คลอไรด์	เกรดวิเคราะห์ Fluka
10. 2-คลอโรเบนโซอิล คลอไรด์	เกรดวิเคราะห์ Fluka
11. 2, 4-ไดคลอโรเบนโซอิล คลอไรด์	เกรดวิเคราะห์ Fluka
12. ไฮดรอกซิลามีนไฮโดร คลอไรด์	เกรดวิเคราะห์ Fluka
13. อัลลิล โบรไมด์	เกรดวิเคราะห์ Fluka
14. ไดเมทิล ฟอร์มาไมด์	เกรดวิเคราะห์ Fluka
15. ไซรินจิก แอซิด	เกรดวิเคราะห์ Fluka
16. ซินนามิก แอซิด	เกรดวิเคราะห์ Fluka
17. พารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด	เกรดวิเคราะห์ Fluka
18. สารละลายโซเดียมคลอไรด์ อิ่มตัว	
19. สารละลาย 2M โซเดียมไฮดรอกไซด์	
20. สารละลาย 10% กรดไฮโดรคลอลิก	
21. ซิลิกาเจล ขนาด 0.02-0.06 มิลลิเมตร	Scharlau GE0048
22. ซิลิกาเจล ขนาด 0.06-0.2 มิลลิเมตร	CARLO ERBA

3.1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. ขวดก้นกลม ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร
2. บีกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

86405

3. กระบอกตวง ขนาด 10 และ 100 มิลลิลิตร
4. ขวดรูปชมพู่
5. ปิเปต ขนาด 5 มิลลิลิตร
6. หลอดทดลองขนาด 13 X 100 มิลลิลิตร
7. ขวดเพาะเมล็ด (vial, เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 และ 2.8 เซนติเมตร)
8. ช้อนตักสาร
9. หลอดหยด
10. คอลัมน์
11. กรวยแยก
12. แท่งแก้วคน
13. โกร่งบดสาร
14. ตู้อบ
15. ขวดรูปชมพู่
16. อ่างน้ำมัน
17. กรวยกรอง
18. หลอดฉีดยาพลาสติก
19. เครื่องระเหยสุญญากาศรุ่น Rotavapor R-114 BÜCHI
20. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง รุ่น TC -254 Denver Instrument Company
21. แผ่นทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี (TLC aluminium sheets, silica gel F_{254} MERCK)
22. เครื่องหาจุดหลอมเหลว (GALLENKAMP SANYO)
23. เครื่องปั่นกวนแม่เหล็ก
24. เครื่องฟูเรียทรานสฟอร์มแมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทสโกปี BRUKER รุ่น Avance DPX 300 ความถี่ 300 เมกะเฮิร์ท
25. เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ รุ่น GCMS Maker; model HP 6890/5972 (Hewlette Packard)

3.2 พืชที่ใช้ในการทดลอง

1. ผลกำจัดต้น จากไร่ทิพย์
2. หญ้าข้าวนก เก็บในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม อัตราการงอก >80%
3. ผักโขมจีน บริษัท Thai Seed & Agriculture Co., Ltd. อัตราการงอก >80%
4. ข้าว พันธ์สุพรรณบุรี กข 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สภาวะที่ใช้ในการทดลอง

ตัวทำละลาย : ไพริดีนที่ใช้ในการทดลองถูกนำมาผ่านกระบวนการกลั่นที่อุณหภูมิ 115-116 องศาเซลเซียส และเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ เพื่อดูดน้ำที่อยู่ในตัวทำละลายไพริดีน ระยะเวลาในการใช้ 30 วัน ตัวทำละลายที่ใช้ในการทำโครมาโทกราฟี ได้แก่ เฮกเซน เอทิลอะซิเตต และเมทานอล กลั่นที่อุณหภูมิจุดเดือดของตัวทำละลายแต่ละชนิดก่อนนำมาใช้ทำการทดลอง

จุดหลอมเหลว (melting point; mp) เครื่อง GALLENKAMP SANYO

สเปกตรัม ^{1}H และ ^{13}C NMR ถูกบันทึกโดยเครื่องด้วยเครื่องฟูเรียทรานสฟอร์มแมกเนติกเรโซแนนซ์ BRUKER รุ่น Avance DPX 300 ความถี่ 300 เมกะเฮิร์ท สารตัวอย่างถูกละลายโดยใช้ตัวทำละลาย $CDCl_3$ โดยมี Tetramethylsilane (TMS) เป็นสารมาตรฐาน สำหรับสเปกตรัม ^{1}H NMR ปรากฏตำแหน่งของสัญญาณโปรตอนของ $CHCl_3$ ที่ δ 7.26 ppm และ ^{13}C NMR ที่ δ 77.0 ppm

อินฟาเรดสเปกตรัมบันทึกด้วยเครื่องฟูเรียทรานส์ฟอร์มอินฟาเรด Perkin Elmer รุ่น Spectrum GX 60237 เป็นวัสดุในการทำหน้าต่างเซลล์ และทำการบันทึกในช่วงความถี่ 4,000-400 cm^{-1}

วิเคราะห์มวลโมเลกุลของสารสังเคราะห์ด้วยเครื่องแมสสเปกโทรมิเตอร์ Bruker Daltonics DataAnalysis 3.3 ด้วยเทคนิค TOF จากสถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ และ เครื่องแมสสเปกโทรมิเตอร์ Mode Polaris Q-Mass Spectrometer Serial No. MS 210179 จากมหาวิทยาลัยมหิดล

3.4 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.4.1 การทดลองที่ 1 การแยกแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้นแห้ง

การเตรียมสารสกัดหยาบจากเมล็ดกำจัดต้นแห้ง นำผลกำจัดต้นแห้งมาบดด้วยเครื่องบดละเอียด ชั่งน้ำหนัก 1 กิโลกรัม จากนั้นแช่ในตัวทำละลายเฮกเซน โดยใช้ปริมาตรตัวทำละลาย 2.5 ลิตร แช่ในภาชนะปิด ทำการคนทุกวันเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นนำสารสกัดที่ได้มากรองผ่านผ้าขาวบาง และกระดาษกรองเบอร์ 1 ตามลำดับ แยกกากและสารสกัดชั้นเฮกเซน จากนั้นนำกากผลกำจัดต้นไปแช่ในตัวทำละลายเอทิลอะซิเตต ปริมาตร 2.5 ลิตรเป็นเวลา 7 วันเช่นกัน นำสารสกัดชั้นเฮกเซนและเอทิลอะซิเตตมาระเหยตัวทำละลายออกจนแห้งสนิทด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จะได้สารสกัดหยาบชั้นเฮกเซน และเอทิลอะซิเตต

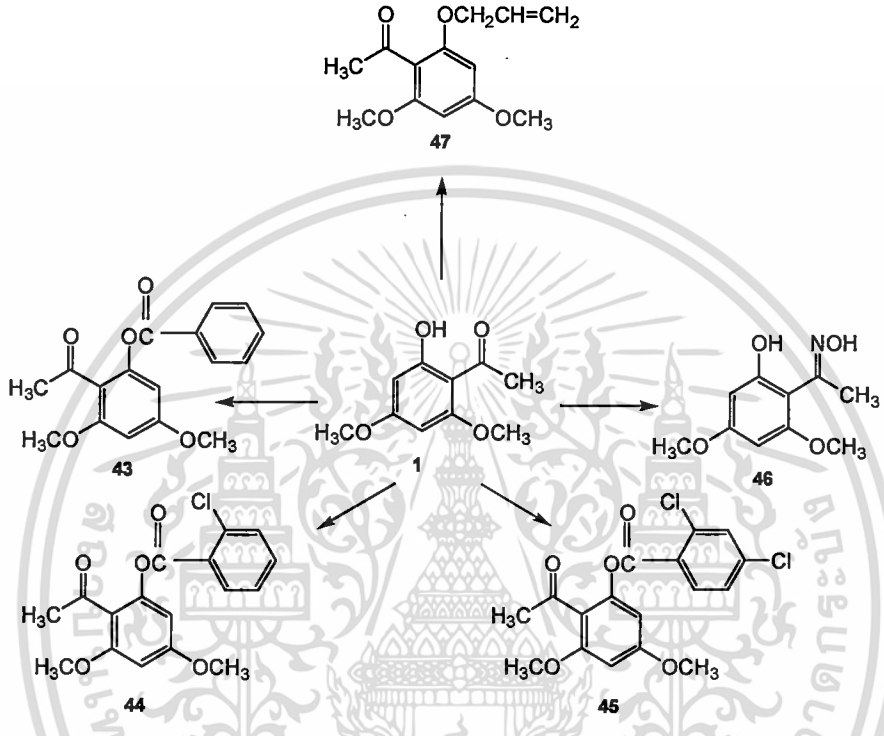
การแยกแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้น นำสารสกัดหยาบชั้นเอทิลอะซิเตตมาทำการแยกแซนทอกซิลีนให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี แซนทอกซิลีนถูกชะออกจากคอลัมน์ในอัตราส่วนระหว่างเฮกเซนและเอทิลอะซิเตต เท่ากับ 98 : 2 โดยทดสอบด้วยเทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทรการฟี พบแซนทอกซิลีนดูดกลืนแสง UV ที่ความยาวคลื่น (λ) 254 นาโนเมตร และเมื่อทดสอบด้วย anisaldehyde reagent พบแซนทอกซิลีนเป็นจุดสีส้ม ตรวจสอบและยืนยัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของแซนทอกซิลีนด้วยเทคนิค ^{1}H NMR สเปกโตรสโกปี และเปรียบเทียบข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง [37]

3.4.2 การทดลองที่ 2 การเตรียมสารอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน

การสังเคราะห์อนุพันธ์ของแซนทอกซิลีนสามารถสรุปได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

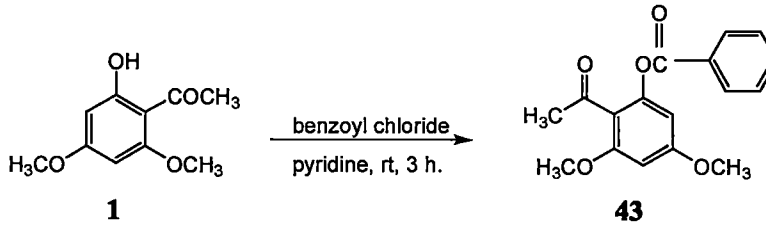


รูปที่ 3.1 แสดงการเตรียมอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน

3.4.2.1 การสังเคราะห์อนุพันธ์ของแซนทอกซิลีนโดยทำการเปลี่ยนหมู่ไฮดรอกซิลเป็นหมู่เอสเทอร์

1. การสังเคราะห์สาร 2-Benzoyloxy-4, 6-dimethoxyacetophenone **43**

แผนภาพที่ 1



1. ชั่งแซนทอกซิลีน **1** 227.40 มิลลิกรัม (1.16 มิลลิโมล) ลงในขวดก้นกลมขนาด 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิลิตร ละลายด้วยไพริดีน 5 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที

2. เติมเบนโซอิล คลอไรด์ 0.1049 มิลลิลิตร (1.16 มิลลิโมล) ลงในขวดก้นกลมจากข้อ 1 ที่อุณหภูมิห้อง และทำการปั่นกวนเป็นเวลา 3 ชั่วโมง

3. ทดสอบการดำเนินของปฏิกิริยาโดยใช้เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี โดยเปรียบเทียบกับสารตั้งต้น ในระบบตัวทำละลายของเฮกเซนผสมกับเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2

4. หลังจากปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว เทสารละลายลงในน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร สกัดแยกสารผลิตภัณฑ์ด้วยเอทิลอะซิเตต (2X10 มิลลิลิตร)

5. สกัดล้างชั้นเอทิลอะซิเตต ด้วยสารละลาย 2M โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 มิลลิลิตร

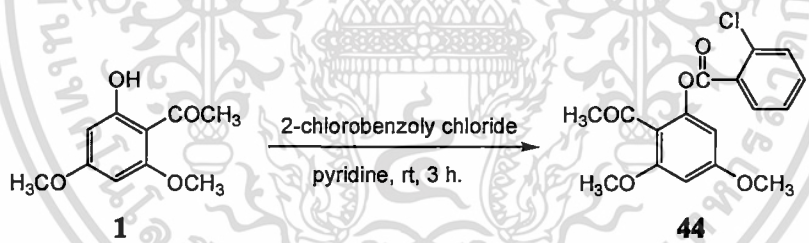
6. กำจัดน้ำออกจากชั้นเอทิลอะซิเตตด้วยโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ จากนั้นกรองแยกโซเดียมซัลเฟต และระเหยเอทิลอะซิเตตด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ

7. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี ระบบของตัวชะสารคือ เฮกเซนต่อเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 92 : 8 ได้สารผลิตภัณฑ์ **43** 237.3 มิลลิกรัม (68.17 เปอร์เซ็นต์) มีค่า R_f เท่ากับ 0.20

8. ทำการตรวจสอบโครงสร้างสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี

2. การสังเคราะห์สาร 2-(2-chloro)Benzoyloxy-4, 6-dimethoxyacetophenone **44**

แผนภาพที่ 2



1 **44**

1. สภาวะที่ใช้ในการสังเคราะห์สาร **44** ใช้ภายใต้สภาวะเดียวกับการสังเคราะห์สาร **43**

2. ชั่งแซนทอกซิลิน 155.6 มิลลิกรัม (0.7983 มิลลิโมล) ลงในขวดก้นกลมขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยไพริดีน 3 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที

3. เติม 2-คลอโรเบนโซอิล คลอไรด์ 0.1512 มิลลิลิตร (1.19 มิลลิโมล)

4. ทดสอบการดำเนินของปฏิกิริยาโดยใช้เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี โดยเปรียบเทียบกับสารตั้งต้น ในระบบตัวทำละลายของเฮกเซนผสมกับเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2

5. หลังจากปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว เทสารละลายลงในน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร สกัดแยกสารผลิตภัณฑ์ด้วยเอทิลอะซิเตต (2X10 มิลลิลิตร)

6. สกัดล้างชั้นสารเอทิลอะซิเตตด้วยสารละลาย 2M โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 มิลลิลิตร

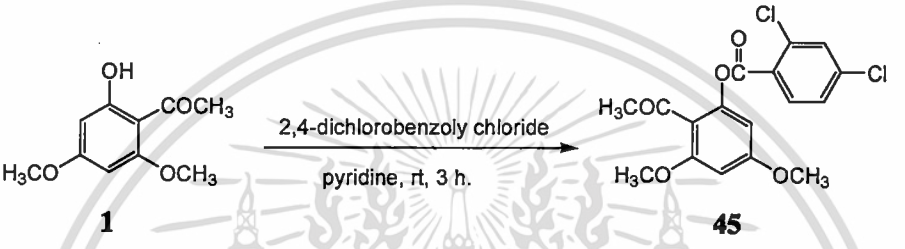
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กำจัดน้ำออกจากชั้นเอทิลอะซิเตต ด้วยโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ จากนั้นกรองแยกเอทิลอะซิเตต แล้วระเหยเอทิลอะซิเตตด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ

8. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี ระบบของตัวชะสาร คือ เฮกเซนต่อเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 90 : 10 ได้สารผลิตภัณฑ์ **44** 135.5 มิลลิกรัม (51.18 เปอร์เซ็นต์) มีค่า R_f เท่ากับ 0.15

9. ทำการตรวจสอบโครงสร้างสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี

3. การสังเคราะห์สาร 2-(2, 4-dichloro)Benzoyloxy-4, 6-dimethoxyacetophenone **45** แผนภาพที่ 3



1 **45**

1. สภาวะที่ใช้ในการสังเคราะห์สาร **45** ใช้ภายใต้สภาวะเดียวกับการสังเคราะห์สาร **43**

2. ชั่งแซนทอกซิลีน 104.5 มิลลิกรัม (0.53 มิลลิโมล) ลงในขวดก้นกลมขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยไพริดีน 3 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที

3. เติม 2, 4-ไดคลอโรเบนโซอิล คลอไรด์ 1.5 มิลลิลิตร (1.1 มิลลิโมล)

4. ทดสอบการดำเนินของปฏิกิริยาโดยใช้เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี โดยเปรียบเทียบกับสารตั้งต้น ในระบบตัวทำละลายของเฮกเซนผสมกับเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2

5. หลังจากปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว เทสารละลายลงในน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร สกัดแยกสารผลิตภัณฑ์ด้วยเอทิลอะซิเตต (2X10 มิลลิลิตร)

6. สกัดล้างชั้นเอทิลอะซิเตต ด้วยสารละลาย 2M โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 มิลลิลิตร

7. กำจัดน้ำออกจากชั้นเอทิล อะซิเตตด้วยโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ จากนั้นกรองแยกโซเดียมซัลเฟต แล้วระเหยเอทิลอะซิเตต ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ

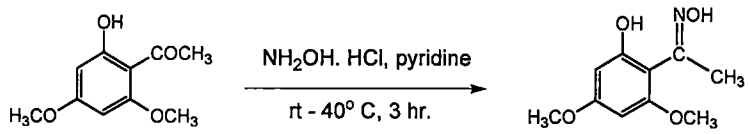
8. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี ระบบของตัวชะสาร คือ เฮกเซนต่อเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 97 : 3 ได้สารผลิตภัณฑ์ **(45)** 139.2 มิลลิกรัม (71.16 เปอร์เซ็นต์) มี ค่า R_f เท่ากับ 0.35

9. ทำการตรวจสอบโครงสร้างสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.2 การสังเคราะห์อนุพันธ์ของแซนทอกซิลีนโดยทำการเปลี่ยนหมู่คีโทนเป็นหมู่ออกซีม

1. การสังเคราะห์สาร 1-(2-hydroxy-4, 6-dimethoxyphenyl)Ethanone oxime **46** แผนภาพที่ 4



1 **46**

1. ชั่งแซนทอกซิลีน **1** 201.3 มิลลิกรัม (1.02 มิลลิโมล) ลงในขวดก้นกลมขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยไพริดีน 3 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที

2. ชั่งไฮดรอกซิลามีน ไฮโดรคลอไรด์ 149.8 มิลลิกรัม (1.53 มิลลิโมล) ใส่ลงในสารละลายข้อ 1 ทำการปั่นกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิปั่นกวนที่ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชม.

3. ทดสอบการดำเนินของปฏิกิริยาโดยใช้เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี โดยเปรียบเทียบกับสารตั้งต้น ในระบบตัวทำละลายของเฮกเซนผสมกับเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2

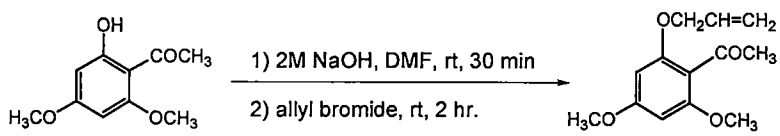
4. หลังจากปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว นำสารละลายที่ได้ไประเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศเพื่อระเหยไพริดีนออก

5. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี ระบบของตัวชะสารคือ เฮกเซนต่อเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 95: 5 ได้สารผลิตภัณฑ์ **46** 86 มิลลิกรัม (39.63 เปอร์เซ็นต์) มีค่า R_f เท่ากับ 0.35

6. ทำการตรวจสอบโครงสร้างสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี

3.4.2.3 การสังเคราะห์อนุพันธ์ของแซนทอกซิลีนโดยทำการเปลี่ยนหมู่ไฮดรอกซิลเป็นหมู่อีเทอร์

1. การสังเคราะห์สาร 1-(2-allyloxy)-4, 6-dimethoxyphenyl Ethanone **47** แผนภาพที่ 5



1 **47**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชั่งแซนทอกซิลีน **1** 242.3 มิลลิกรัม (1.24 มิลลิโมล) ลงในขวดก้นกลมขนาด 50 มิลลิลิตร ละลายด้วยไดเมทิลฟอร์มาไมด์ 10 มิลลิลิตร ทำการปั่นกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที

2. เติม 2 Mโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3 มิลลิลิตร ลงในสารละลายข้อ 1 ทำการปั่นกวนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที

3. เติมอัลลิล โบรไมด์ 0.3 มิลลิลิตร (3.54 มิลลิโมล) ทำการปั่นกวนที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

3. ทดสอบการดำเนินของปฏิกิริยาโดยใช้เทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟี โดยเปรียบเทียบกับสารตั้งต้นในระบบ ตัวทำละลายของเฮกเซนผสมกับเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2

5. หลังจากปฏิกิริยาเกิดสมบูรณ์แล้ว เทสารละลายลงในน้ำปริมาตร 10 มิลลิลิตร สกัดแยกสารผลิตภัณฑ์ด้วยเอทิลอะซิเตต (2X10 มิลลิลิตร)

6. สกัดล้างชั้นเอทิลอะซิเตต ด้วยสารละลาย 10% กรดไฮโดรคลอริก

7. กำจัดน้ำออกจากชั้นเอทิลอะซิเตตด้วยโซเดียมซัลเฟตปราศจากน้ำ จากนั้นกรองแยกโซเดียมซัลเฟต แล้วระเหยเอทิลอะซิเตต ด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ

8. นำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำให้บริสุทธิ์ด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี ระบบของตัวชะสารคือ เฮกเซนต่อเอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 97 : 3 ได้สารผลิตภัณฑ์ **47** 141.6 มิลลิกรัม (48.53 เปอร์เซ็นต์) มี ค่า R_f เท่ากับ 0.20

9. ทำการตรวจสอบโครงสร้างสารผลิตภัณฑ์ที่ได้ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรสโกปี

3.4.3 การทดลองที่ 3 การทดสอบฤทธิ์ของแซนทอกซิลีนและอนุพันธ์ ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธี Vial Test [38]

การเตรียมสารละลายแซนทอกซิลีนในเอทิลอะซิเตต โดยการเตรียมจากสารละลายแซนทอกซิลินตั้งต้น (Stock solution) ที่มีแซนทอกซิลีนเข้มข้น 1,000 ppm จากนั้นเจือจางให้มีความเข้มข้นของแซนทอกซิลีนเป็น 500 250 และ 125 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบ ปิเปตสารละลายในแต่ละความเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตร ลงในขวดเพาะเมล็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร ที่รองด้วยกระดาษเพาะเมล็ดปล่อยให้เอทิลอะซิเตตระเหยออกจนสมบูรณ์ประมาณ 3 ชั่วโมง จากนั้นเติมน้ำกลั่น 0.5 มิลลิลิตร วางเมล็ดพืชทดสอบ ได้แก่ หญ้าข้าวนก และผักโขมจีน จำนวน 10 เมล็ดต่อขวด ปิดปากขวดด้วยพาราฟิล์ม วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การวางแผนการทดลอง การบันทึกผล และการวิเคราะห์ลการทดลอง ในแต่ละพืชทดสอบใช้แผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ โดยนับจำนวนการงอกของเมล็ด วัดความยาวต้นและความยาวรากที่ 7 วันหลังทำการเพาะเมล็ด โดยกำหนดให้เมล็ดที่มีแรดิเคิล (radical) งอกพ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมายาว 2 มิลลิเมตร เป็นเมล็ดที่งอก นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.4.4 การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในนาข้าวแบบจำลอง

การทดสอบสารในกระถางจำลอง เตรียมแซนทอกซิลีนให้มีปริมาณดังนี้ คือ 10 20 40 และ 80 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์โดยใช้แซนทอกซิลีน 10,000 ppm ปริมาณ 0.13 0.26 0.52 1.12 มิลลิลิตร ตามลำดับ และใช้น้ำกลั่นเป็นกรมวิธีเปรียบเทียบ และใช้พืชทดสอบคือ ข้าว และหญ้าข้าวนกโดยวางเมล็ดพืชทดสอบ 8 เมล็ดลงบนผิวหน้าของดินในบีกเกอร์ขนาด 25 มิลลิลิตรหลังจากนั้นเติมน้ำให้มีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตรจากผิวหน้าของดิน

การวางแผนการทดลอง การวัดผลและการเก็บข้อมูล ในการทดลองนี้แต่ละพืชทดสอบใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ ทำการวัดความสูงของต้นพืชทดสอบวันที่ 3 5 และ7 หลังวันที่เริ่มเพาะ โดยวัดความยาวจากโคนต้นไปยังปลายใบที่ยาวที่สุด ชั่งน้ำหนักแห้งและนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

3.4.5 การทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซิลีนและอัลลีโลเคมิคัลที่พบในธรรมชาติ ต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

การผสมสารทดสอบ ใช้สารทดสอบทั้ง 4 ชนิดได้แก่

1. ไซรินจิก แอซิด (Syringic acid)
2. ซินนามิก แอซิด (Cinnamic acid)
3. แซนทอกซิลีน (Xanthoxyline)
4. พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด (*p*-Hydroxy benzoic acid)

โดยนำมาเตรียมเป็นสารละลายผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วนได้แก่

ก. อัตราส่วน 1 : 1 โดยกำหนดให้สารผสมทั้งหมดมีระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm เท่ากัน (ดังรูปที่ 3.2)

ข. อัตราส่วน 1 : 1 : 1 โดยกำหนดให้สารผสมทั้งหมดมีระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm เท่ากัน (ดังรูปที่ 3.3)

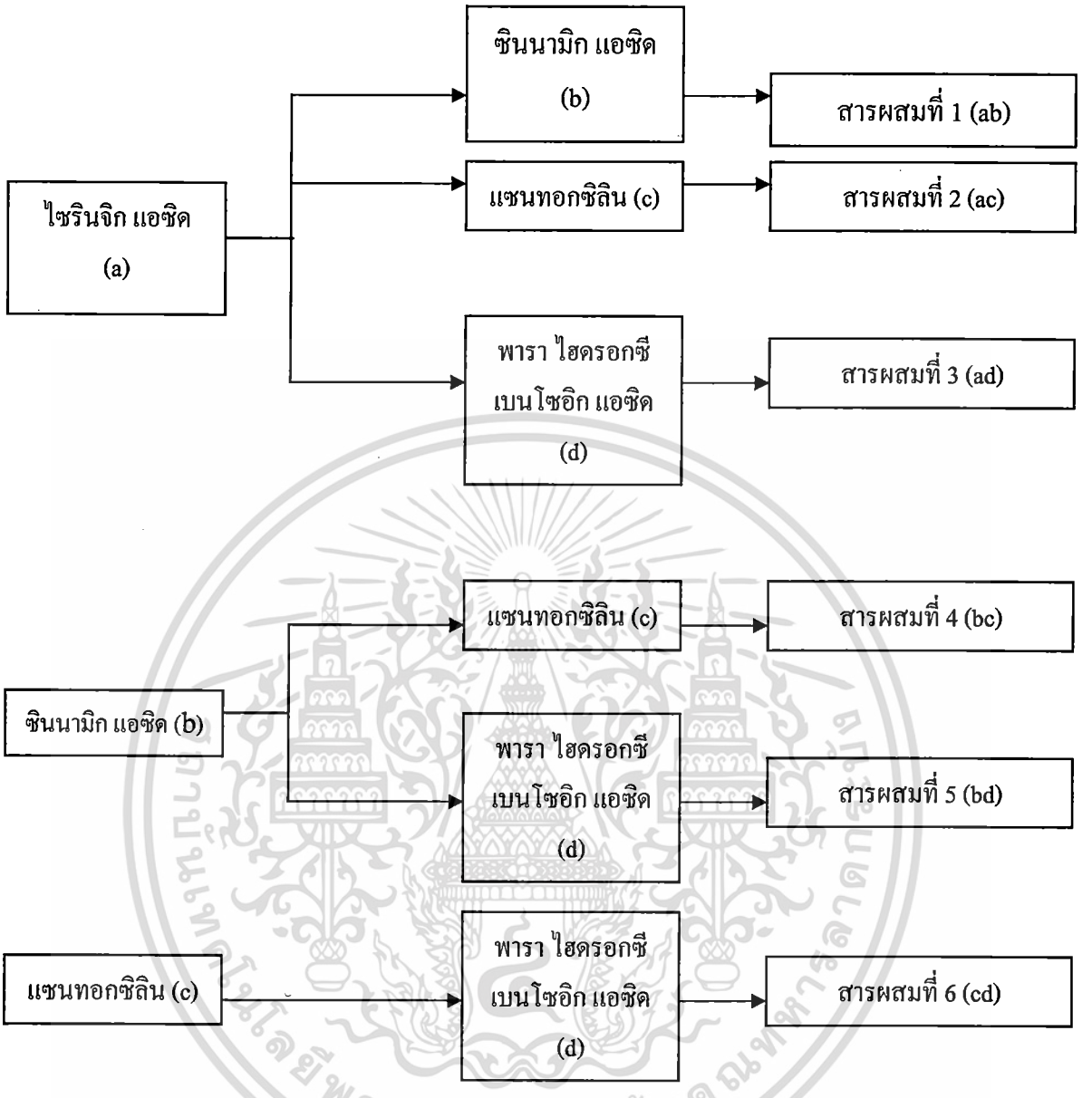
ค. อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 โดยกำหนดให้สารผสมทั้งหมดมีระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm เท่ากัน (ดังรูปที่ 3.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบฤทธิ์ของสารผสมในจานทดลอง โดยใส่สารทดสอบปริมาตร 5 มิลลิลิตร ต่อจานทดลอง และใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ในจานทดลองวางกระดาษเพาะเมล็ดเพื่อเป็นวัสดุเก็บรักษาความชื้น โดยให้สารดูดซึมกระจายในจานทดลองอย่างสม่ำเสมอ แล้วนำเมล็ดวัชพืชทดสอบได้แก่ ข้าวและผักโขมจีนที่เตรียมไว้มาวางเรียงจำนวน 20 เมล็ดต่อจานเพาะ ปิดฝาครอบเพื่อป้องกันการระเหยของสาร และวางไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง

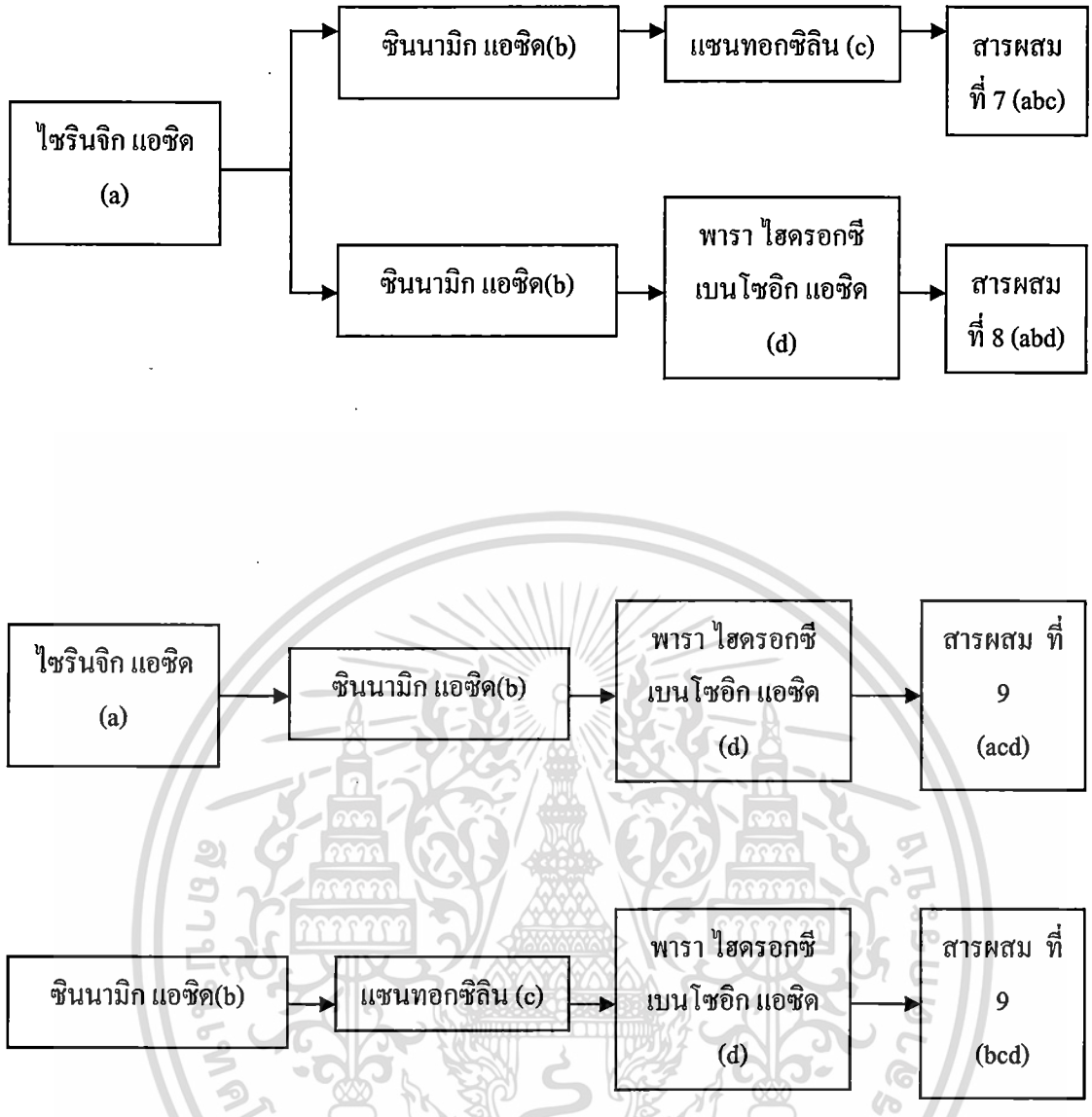
การวางแผนการทดลอง การวัดผลและการเก็บข้อมูล ในการทดลองนี้แต่ละพืชทดสอบใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ ทำการนับจำนวนเมล็ดที่งอกของเมล็ดพืชทดสอบในวันที่ 3 5 และ 7 หลังจากวันที่เริ่มทำการเพาะ โดยกำหนดให้เมล็ดที่มีความยาวรากมากกว่าขนาดของเมล็ดที่ใช้ทดสอบให้นับเป็นเมล็ดที่งอกหรือเมล็ดที่มีความยาวรากมากกว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไป เมื่อครบกำหนด ให้วัดความยาวต้นและความยาวรากของพืชทดสอบ นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกและนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



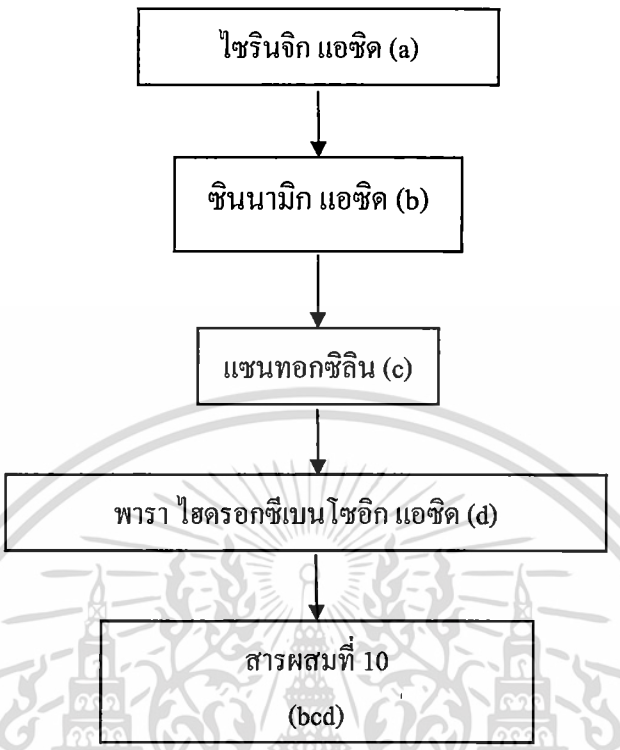
รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1

3.4.6 การทดลองที่ 6 การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างของแซนทอกซิลินในระยะเวลา 1 เดือนในแปลงทดสอบ

การทดสอบสารใช้วิธีเดียวกันกับการทดลองที่ 4 โดยใช้สารในระดับปริมาณสารต่อพื้นที่เป็น 20 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์

การวางแผนการทดลอง การวัดผลและการเก็บข้อมูล ในการทดลองนี้แต่ละพืชทดสอบใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ นำดินทั้งหมดที่ทดสอบสารในแต่ละบีกเกอร์มาสกัดในวันที่ 7 14 21 และ 28 หลังจากวันที่เริ่มการทดลอง

การสกัดแซนทอกซิลินด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ บดดินที่ทดสอบให้ละเอียดก่อนนำมาแช่ด้วยเอทิลอะซิเตตเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง เพื่อกำจัดเศษดินทิ้งไป สารสกัดที่ได้นำไปตรวจวัดหาปริมาณแซนทอกซิลินที่ตกค้างด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณสารที่ตกค้างอยู่ในดินในช่วงเวลาประมาณ 1 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

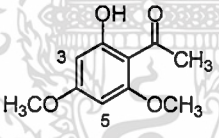
4.1 การทดลองที่ 1 การแยกแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้นแห้ง

จากการนำสารสกัดหยาบชั้นเอทิลอะซิเตตมาระเหยตัวทำละลาย แล้วแยกแซนทอกซิลีนด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโทกราฟี ได้สารสกัดหยาบชั้นเอทิลอะซิเตต และน้ำหนักของแซนทอกซิลีนดังนี้

น้ำหนักสารสกัดหยาบชั้นเอทิลอะซิเตต 80 กรัม

น้ำหนักแซนทอกซิลิน 15.66 กรัม

คิดเป็น 12.52 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักจากสารสกัดหยาบชั้นเอทิลอะซิเตต แซนทอกซิลีนมีลักษณะเป็นผลึกสีขาว เมื่อตรวจสอบด้วยวิธีทินเลเยอร์โครมาโทกราฟีโดยใช้ระบบตัวทำละลายเฮกเซนต่อเอทิลอะซิเตต เท่ากับ 98 : 2 พบแซนทอกซิลีนดูดกลืนแสง UV ที่ความยาวคลื่น (λ) 254 นาโนเมตร และเมื่อทดสอบด้วย anisaldehyde reagent พบแซนทอกซิลีนเป็นจุดสีส้ม จุดหลอมเหลวเท่ากับ 196 องศาเซลเซียส ตรวจสอบและยืนยันโครงสร้างของแซนทอกซิลินด้วยเทคนิค ^{1}H NMR สเปกโทรสโกปีและเปรียบเทียบข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง [37]



1

พบว่า ^{1}H NMR ($CDCl_3$; 300 MHz) δ 2.59 (s, 3H, $COCH_3$), 3.80 (s, 3H, OCH_3), 3.84 (s, 3H, OCH_3), 5.91(d, 1H, H-3, J = 2 Hz), 6.04 (d, 1H, J = 2 Hz, H-5) และ 14.02 (s, 1H, OH)

4.2 การทดลองที่ 2 การเตรียมสารอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน

การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของแซนทอกซิลีนโดยการเพิ่มหมู่ฟังก์ชันฮาโลเจนบนวงเบนซีนของหมู่เอสเทอร์ เปลี่ยนหมู่ไฮดรอกซิลเป็นหมู่อีเทอร์ โดยการเปลี่ยนเป็นหมู่อัลลิลและเปลี่ยนหมู่คาร์บอนิลเป็นหมู่ออกซีม สารอนุพันธ์ทั้ง 5 ชนิด ได้แก่

1. 2-benzoyl-4,6-dimethoxyacetophenone **43**

2. 2-(2-chloro)benzoyloxy-4,6-dimethoxyacetophenone **44**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. 2-(2,4-dichloro)benzoyloxy-4,6-dimethoxyacetophenone **45**

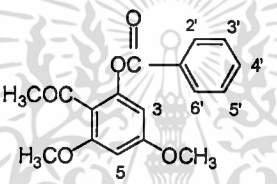
4. 1-(2-hydroxy-4,6-dimethoxyphenyl)ethanone oxime **46**

5. 1-(2-allyloxy-4, 6-dimethoxyphenyl)ethanone **47**

4.2.2 การวิเคราะห์สูตรโครงสร้างอนุพันธ์ของแซนทอกซิลีน

4.2.2.1 อนุพันธ์ 2-Benzoyl-4, 6-dimethoxyacetophenone **43**

สังเคราะห์สาร **43** จากการทำปฏิกิริยากันระหว่างแซนทอกซิลีนกับเบนโซอิล คลอไรด์ โดยใช้ไพริดีนเป็นตัวทำละลาย ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นของแข็งสีขาว เปอร์เซ็นต์ผลผลิตเท่ากับ 68.17 มีค่า R_f เท่ากับ 0.20 (เฮกเซน : เอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2) จุดหลอมเหลวเท่ากับ 87-88 องศาเซลเซียส

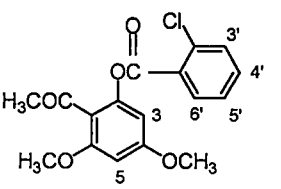


43

พบว่า ^{1}H NMR ($CDCl_3$; 300 MHz) δ 2.47 (s, 3H, $COCH_3$), 3.82 (s, 3H, OCH_3), 3.86 (s, 3H, OCH_3), 6.36 (d, 1H, H-3, J = 2 Hz), 6.40 (d, 1H, J = 2 Hz, H-5), 7.48 (dd, 2H, H-3' และ H-5', J = 2 Hz), 7.61 (dd, 1H, H-4') และ 8.12 (dd, 2H, H-2' และ H-6'); IR (neat) ν cm^{-1} : 1738 (C=O) 1580 1452 (C=C) และ 1106 (C-O); TOF-MS: *m/z* = M^+ 301.1070 (100%) และ 197.0798 (50%)

4.2.2.2 อนุพันธ์ 2-(2-chloro)Benzoyloxy-4, 6-dimethoxyacetophenone **44**

สังเคราะห์สาร **44** จากการทำปฏิกิริยากันระหว่างแซนทอกซิลีนกับ 2-คลอโรเบนโซอิล คลอไรด์ โดยใช้ไพริดีนเป็นตัวทำละลาย ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นของแข็งสีขาว เปอร์เซ็นต์ผลผลิตเท่ากับ 51.18 มีค่า R_f เท่ากับ 0.15 (เฮกเซน : เอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2) จุดหลอมเหลวเท่ากับ 81-83 องศาเซลเซียส



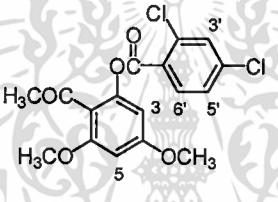
44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ^{1}H NMR ($CDCl_3$; 300 MHz) δ 2.49 (s, 3H, $COCH_3$), 3.82 (s, 3H, OCH_3), 3.86 (s, 3H, OCH_3), 6.37 (d, 1H, H-3, J = 2 Hz), 6.41 (d, 1H, J = 2 Hz, H-5), 7.34-7.47 (m, 3H, H-4', H-5'และ H-6'), 8.04 (d, 1H, J = 7 Hz, H-3'); IR (neat) ν cm^{-1} : 1751 (C=O) 1680 1572 (C=C) และ 1108 (C-O); TOF-MS: *m/z* = M^+ 369.0293 (100%) และ 197.0796 (58.3%)

4.2.2.3 อนุพันธ์ 2-(2, 4-dichloro)Benzoyloxy-4, 6-dimethoxyacetophenone **45**

สังเคราะห์สาร **45** จากการทำปฏิกิริยากันระหว่างแซนทอกซิลีนกับ 2, 4-ไดคลอโรเบนโซอิล คลอไรด์ โดยใช้ไพริดีนเป็นตัวทำละลาย ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นของแข็งสีขาว เปอร์เซ็นต์ผลผลิตเท่ากับ 71.16 มีค่า R_f เท่ากับ 0.35 (เฮกเซน : เอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2) จุดหลอมเหลวเท่ากับ 109-112 องศาเซลเซียส

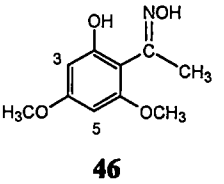


45

พบว่า ^{1}H NMR ($CDCl_3$; 300 MHz) δ 2.49 (s, 3H, $COCH_3$), 3.83 (s, 3H, OCH_3), 3.87 (s, 3H, OCH_3), 6.35 (d, 1H , J = 2 Hz, H-3), 6.40 (d, 1H , H-5, J = 2 Hz), 7.35 (dd, 1H , H-3', $J_{H3',6'}$ = 1 Hz, $J_{H3',5'}$ = 2 Hz), 7.05 (dd, 1H, H-5', J = 7 Hz) และ 8.01 (d, 1H, H-6', J = 7 Hz); IR (neat) ν cm^{-1} : 1752 (C=O) 1683 1583 (C=C) และ 1099 (C-O); TOF-MS: *m/z* = M^+ 335.0683 (100%) และ 197.0794 (58.3%)

4.2.2.4 อนุพันธ์ 1-(2-hydroxy-4, 6-dimethoxyphenyl)Ethanone oxime **46**

สังเคราะห์สาร **46** จากการทำปฏิกิริยากันระหว่างแซนทอกซิลีนกับไฮดรอกซิลามีน ไฮโดรคลอไรด์ โดยใช้ไพริดีนเป็นตัวทำละลาย ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นของแข็ง เปอร์เซ็นต์ผลผลิตเท่ากับ 39.63 มีค่า R_f เท่ากับ 0.35 (เฮกเซน : เอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2) จุดหลอมเหลวเท่ากับ 105-107 องศาเซลเซียส



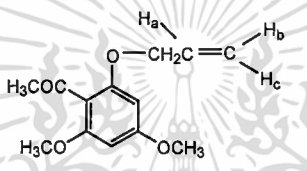
46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ^{1}H NMR ($CDCl_3$; 300 MHz) δ 2.32 (s, 3H, CH_3), 3.78 (2s, 3H, OCH_3), 6.02 (d, 1H, H-3, *J* = 2 Hz), 6.15 (d, 1H, *J* = 2 Hz, H-5) และ 7.26 (1H, br., -NOH); IR (neat) **V** cm^{-1} : 3306 (-OH stretch) 1621 (C=N stretch) 1578 1429 (C=C) และ 1103 (C-O); TOF-MS: *m/z* = M^+ 212.0908 (100%) และ 194.0806 (25%)

4.2.2.5 อนุพันธ์ 1-(2-allyloxy-4,6-dimethoxyphenyl)Ethanone **47**

สังเคราะห์สาร **47** จากการทำปฏิกิริยากันระหว่างแซนทอกซิลีนกับอัลลิล โบรไมด์ โดยใช้ไดเมทิลฟอร์มาไมด์เป็นตัวทำละลาย ได้สารผลิตภัณฑ์เป็นของเหลวคล้ายน้ำมันเปอร์เซ็นต์ผลผลิตเท่ากับ 48.53 มีค่า R_f เท่ากับ 0.20 (เฮกเซน : เอทิลอะซิเตต อัตราส่วนเท่ากับ 8 : 2)



47

พบว่า ^{1}H NMR ($CDCl_3$; 300 MHz) δ 2.47 (s, 3H, $COCH_3$), 3.78 (s, 3H, OCH_3), 3.80 (s, 3H, OCH_3), 6.11 (dd, 2H, H-3,H-5 *J* = 2 Hz), 6.09 (m, 1H, H_a), 4.52 (d, 2H, CH_2), 5.25 (d, 1H, H_b J_{HaHb}=10 Hz) และ 5.37(d, 1H, H_c J_{HaHc}=18 Hz); IR (neat) **V** cm^{-1} : 1695 (C=C) 1492 (C=C aromatic) และ 1248 (C-O); EI-MS: *m/z* = M^+ 236.1(100%) และ 194.2 (14.1%)

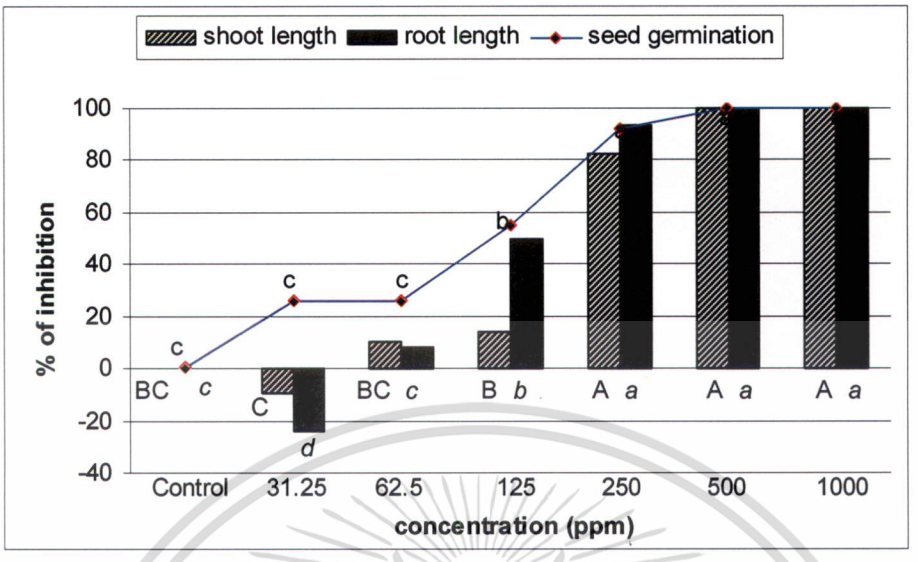
4.3 การทดลองที่ 3 การทดสอบฤทธิ์ของแซนทอกซิลีนและอนุพันธ์ ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธี Vial Test [38]

4.3.1 ผลของแซนทอกซิลีนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีน

จากการทดลองพบว่า อิทธิพลของแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 125-1,000 ppm มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ด ความยาวต้นและรากของผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากรูปที่ 4.1 พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมสวนได้อย่างสมบูรณ์ และที่ระดับความเข้มข้น 125 และ 250 ppm สามารถยับยั้งการงอกได้ 54.49 และ 92.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 ผลของแซนทอกซิลีนต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้นและรากของเมล็ดผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์โดยวิธี DMRT (p = 0.05)

ผลการยับยั้งความยาวต้น (รูปที่ 4.1) พบว่าแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นของผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ และที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm ยับยั้งความยาวต้นได้ 82.47 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

ผลการยับยั้งความยาวราก (รูปที่ 4.1) พบว่าแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวรากของผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ และที่ระดับความเข้มข้น 125 และ 250 ppm ยับยั้งความยาวรากได้ 49.34 และ 93.44 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

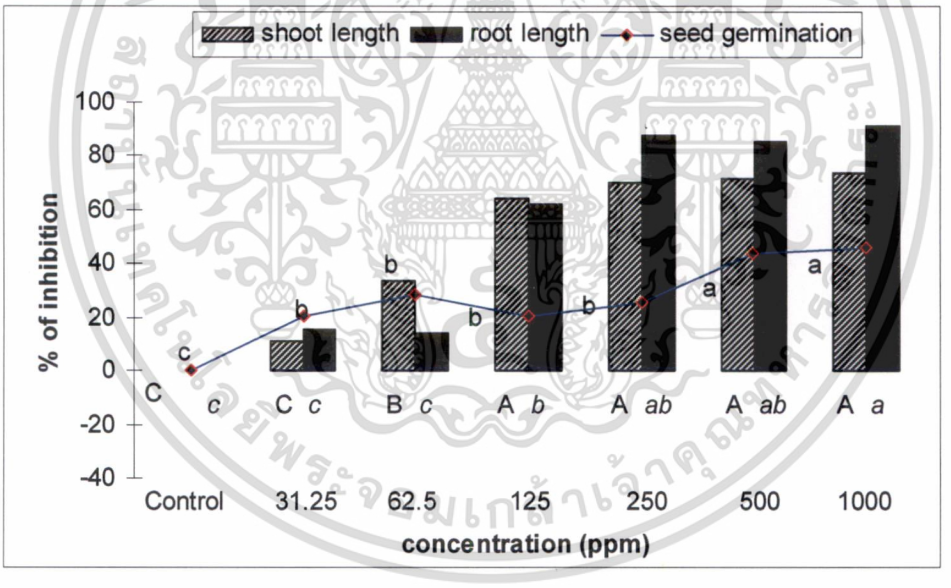
4.3.2 ผลของแซนทอกซิลีนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก

จากการทดลองพบว่า อิทธิพลของแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ด ความยาวต้นและรากของหญ้าข้าวนกที่ 7 วันหลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 ผลของแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบ

จากรูปที่ 4.3 พบว่าแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้ 43.59 และ 46.15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น



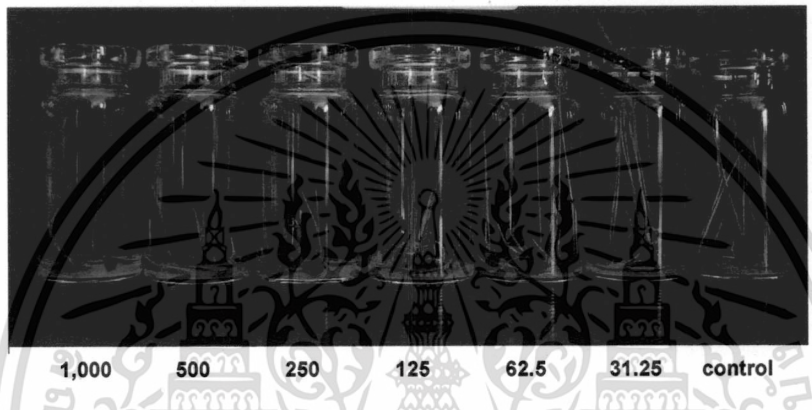
รูปที่ 4.3 ผลของแซนทอกซิลีนต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้นและรากของเมล็ดหญ้าข้าวนกที่ 7 วันหลังทำการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ($p = 0.05$)

ผลการยับยั้งความยาวต้น (รูปที่ 4.3) พบว่าแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นของหญ้าข้าวนกได้ 73.56 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 250 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยับยั้งความยาวต้นได้ 71.56 และ 70.36 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระดับความเข้มข้น 125 ppm ยับยั้งความยาวต้นได้ 64.48 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

ผลการยับยั้งความยาวราก (รูปที่ 4.3) พบว่าแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวรากของหญ้าข้าวนกได้ 90.90 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 250 ppm ยับยั้งความยาวรากได้ 87.68 และ 85.48 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระดับความเข้มข้น 125 ppm ยับยั้งความยาวรากได้ 62.17 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น



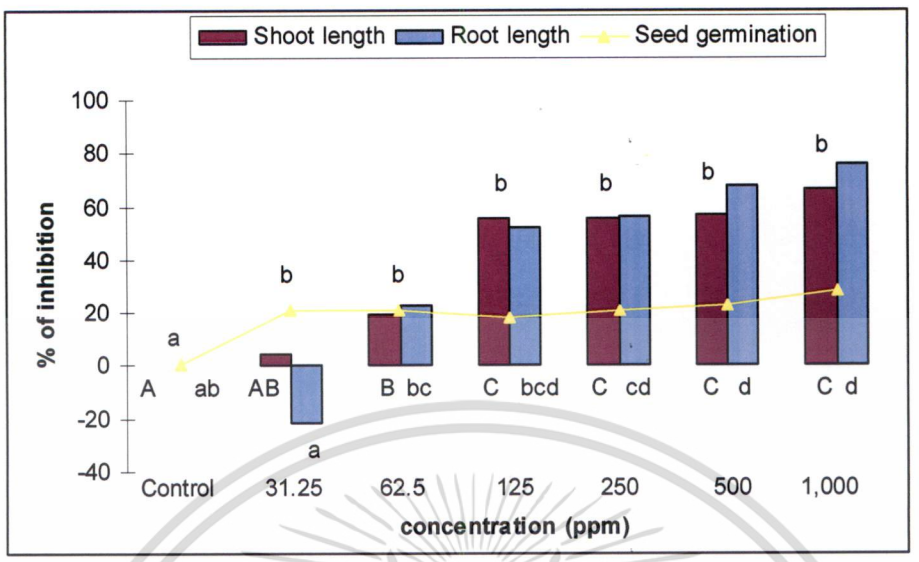
รูปที่ 4.4 ผลของแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกที่ 7 วันหลังทำการทดสอบ

4.3.3 ผลของ 2-Benzoyl-4, 6-dimethoxyacetophenone 43 ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีน

จากการทดลองพบว่า อิทธิพลของสาร **43** ที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ด ความยาวต้นและรากของผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากรูปที่ 4.5 ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm สาร **43** สามารถยับยั้งการงอกของผักโขมจีนได้ 28.10 เปอร์เซ็นต์

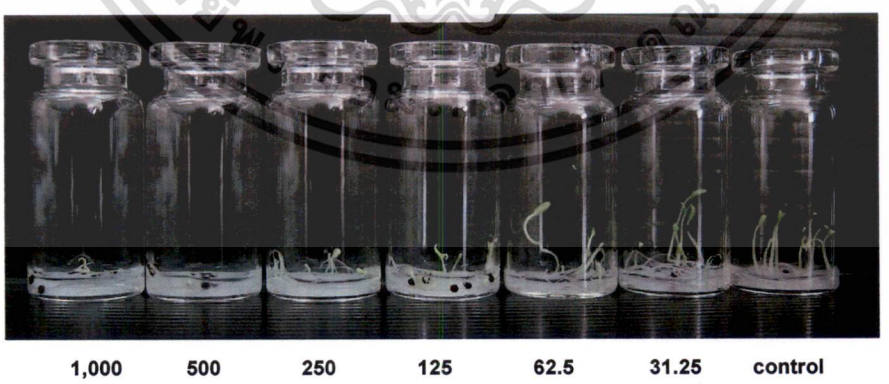
ผลการยับยั้งความยาวต้น (รูปที่ 4.5) พบว่าสาร **43** ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นของผักโขมจีนได้ 66.60 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 250 ppm ยับยั้งความยาวต้นได้ 56.71 และ 55.90 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระดับความเข้มข้น 125 ppm ยับยั้งความยาวต้นได้ 55.71 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผลของสาร **43** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้นและรากของเมล็ดผักโขมจีน ที่ 7 วันหลังทำการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ($p = 0.05$)

ผลการยับยั้งความยาวราก (รูปที่ 4.5) พบว่าสาร **43** ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวรากของผักโขมจีนได้ 75.88 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 250 ppm ยับยั้งความยาวต้นได้ 68.11 และ 56.60 เปอร์เซ็นต์ และ ที่ระดับความเข้มข้น 125 ppm ยับยั้งความยาวต้นได้ 52.37 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

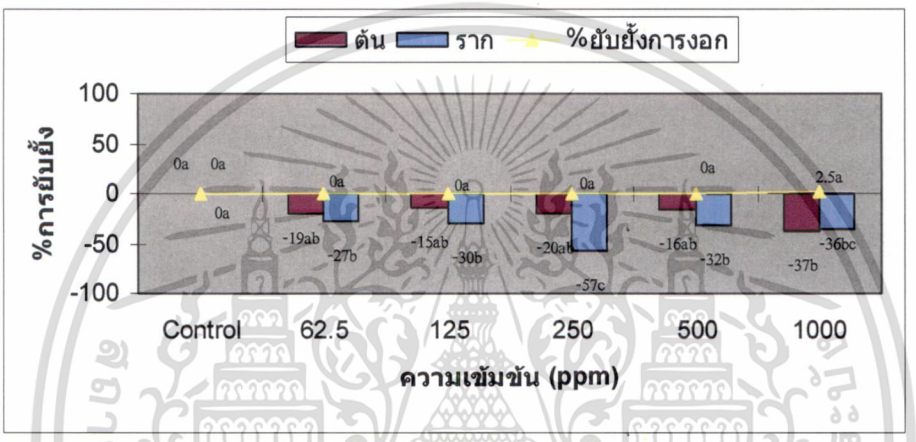


รูปที่ 4.6 ผลของสาร **43** ที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ผลของ 2-(2-chloro)Benzoloxy-4, 6-dimethoxyacetophenone 44 ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีน

จากการทดลองพบว่า อิทธิพลของสาร **44** ที่ระดับความเข้มข้น 62.5-1,000 ppm ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ด ความยาวต้นและรากของหญ้าข้าวนกที่ 7 วันหลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลต่อการส่งเสริมด้านความยาวต้นและรากของผักโขมจีน (รูปที่ 4.7)

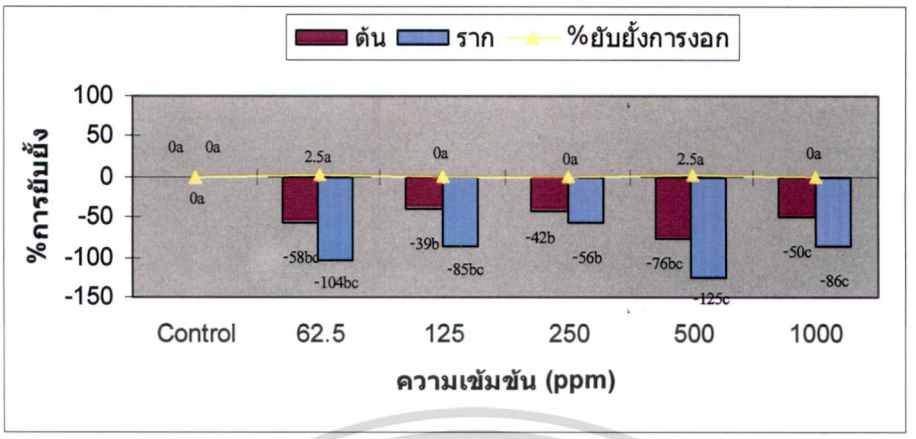


รูปที่ 4.7 ผลของสาร **44** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้นและรากของเมล็ดผักโขมจีนที่ 7 วัน หลังทำการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ($p = 0.05$)

4.3.5 ผลของ 2-(2, 4-dichloro)Benzoyloxy-4, 6-dimethoxyacetophenone 45 ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีน

จากการทดลองพบว่า อิทธิพลของสาร **45** ที่ระดับความเข้มข้น 62.5-1,000 ppm ไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ด ความยาวต้นและรากของหญ้าข้าวนกที่ 7 วันหลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีผลต่อการส่งเสริมด้านความยาวต้นและรากของผักโขมจีน (รูปที่4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



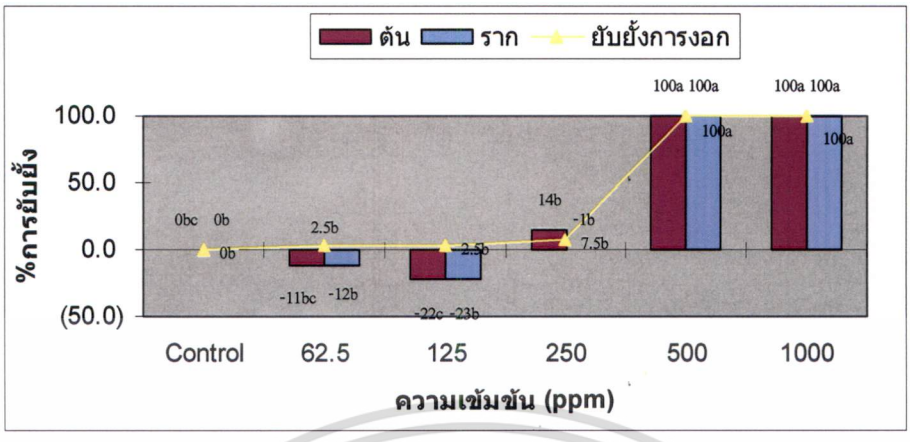
รูปที่ 4.8 ผลของสาร **45** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้นและรากของเมล็ดผักโขมจีน ที่ 7 วัน หลังทำการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ($p = 0.05$)

4.3.6 ผลของ 1-(2-hydroxy-4,6-dimethoxyphenyl) Ethanone 46 ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีน

จากการทดลองพบว่า อิทธิพลของสาร **46** ที่ระดับความเข้มข้น 500-1,000 ppm มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ด ความยาวต้นและรากของผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากรูปที่ 4.9 พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์

ผลการยับยั้งความยาวต้น (รูปที่ 4.9) พบว่าสาร **46** ที่ระดับความเข้มข้น 500-1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นและรากของผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ผลของสาร **46** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้นและรากของเมล็ดผักโขมจีน ที่ 7 วัน หลังทำการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ($p = 0.05$)

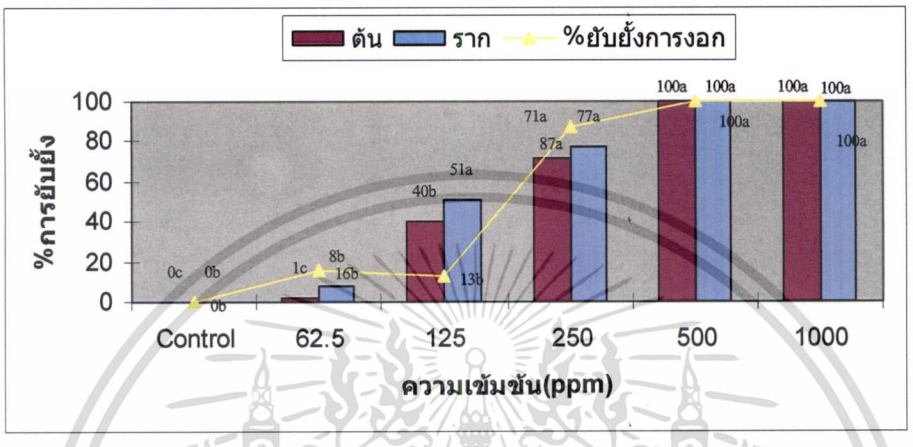
รูปที่ 4.10 ผลของสาร **46** ที่ระดับความเข้มข้น 31.25-1,000 ppm ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบ

4.3.7 ผลของ 1-(2-allyloxy-4, 6-dimethoxyphenyl) Ethanone 47 ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีน

จากการทดลองพบว่า อิทธิพลของสาร **47** ที่ระดับความเข้มข้น 500-1,000 ppm มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของเมล็ด ความยาวต้นและรากของผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.11 พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm สาร **47** สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ และที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมจีนได้ 87.10 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.11 ผลของสาร **47** ต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้นและรากของเมล็ดผักโขมจีน ที่ 7 วัน หลังทำการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์โดยวิธี DMRT ($p = 0.05$)

ผลการยับยั้งความยาวต้น (รูปที่ 4.11) พบว่าสาร **47** ที่ระดับความเข้มข้น 500-1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นของผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ ที่ระดับความเข้มข้น 250 และ 125 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 71.5 และ 40.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

ผลการยับยั้งความยาวราก (รูปที่ 4.11) พบว่าสาร **47** ที่ระดับความเข้มข้น 500-1,000 ppm สามารถยับยั้งความยาวรากของผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ และที่ระดับความเข้มข้น 250 และ 125 ppm ยับยั้งความยาวรากได้ 77.4 และ 50.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

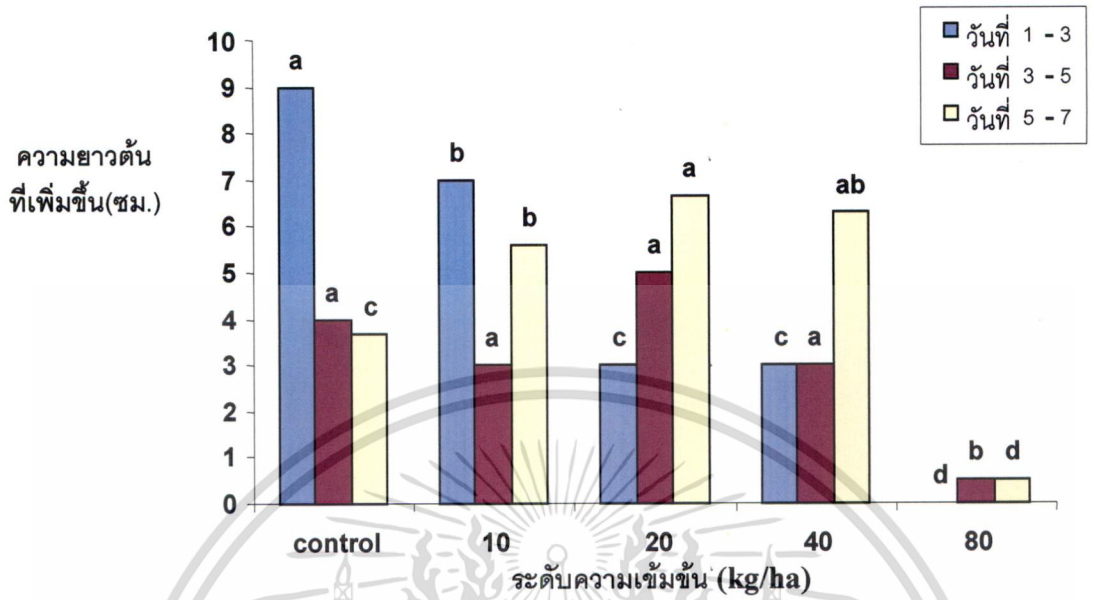
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 ผลของสาร **47** ที่ระดับความเข้มข้น 62.5-1,000 ppm ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีนที่ 7 วันหลังทำการทดสอบ

4.4 การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในนาข้าวแบบจำลอง

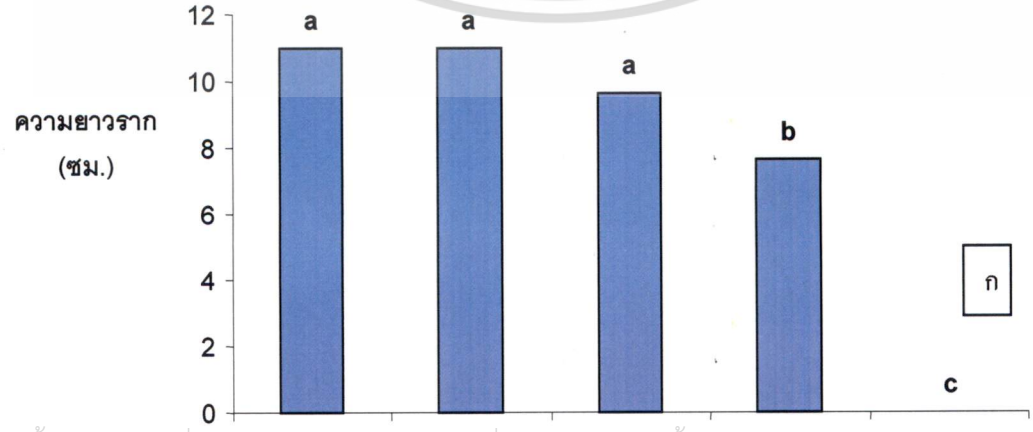
ผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว การใช้แซนทอกซิลีนในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าว พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นในวันที่ 1 - 3 ให้ผลการยับยั้งการเพิ่มของความยาวต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ปริมาณ 10 kg/ha เป็นต้นไป โดยสามารถยับยั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าข้าวได้ 22.22 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น และแซนทอกซิลีนที่ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวต้นได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 100 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าข้าวในน้ำกลั่น ในช่วงวันที่ 3 – 5 การเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 80 kg/ha เท่านั้น โดยสามารถยับยั้งการเพิ่มของความยาวต้นกล้าข้าวได้ 87.5 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าข้าวในน้ำกลั่น และในช่วงวันที่ 5-7 ของการทดสอบพบว่า ที่ปริมาณ 10 kg/ha ให้ผลการยับยั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ปริมาณสาร 80 kg/ha สามารถยับยั้งการเพิ่มของความยาวต้นกล้าข้าวได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งได้เป็น 92.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น (รูปที่ 4.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

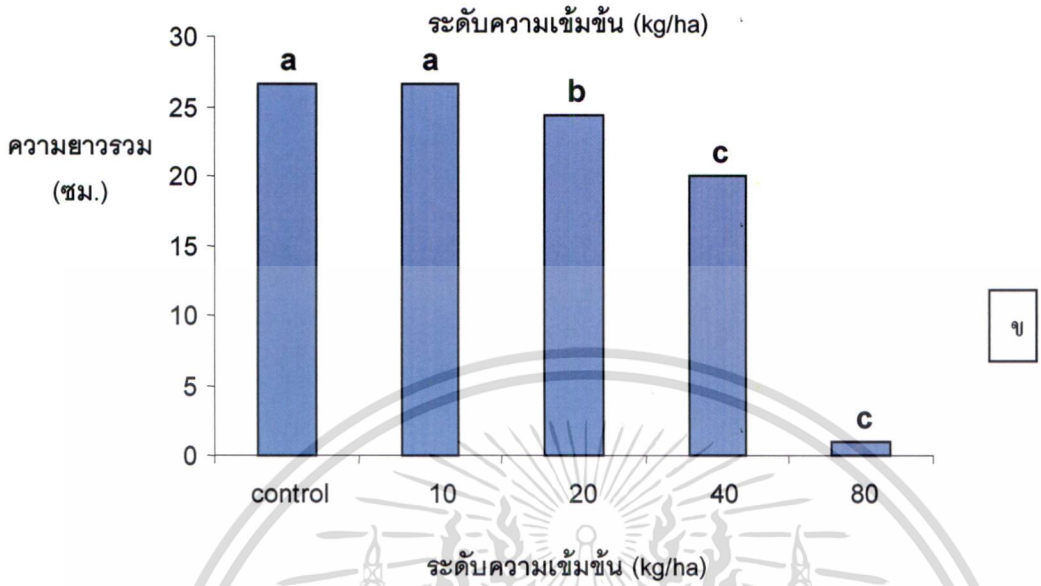


รูปที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ในด้านความยาวรากพบว่า (รูปที่ 4.14 ก) การใช้แซนทอกซิลีนในการเพาะต้นกล้าข้าวในช่วงระยะเวลา 7 วันนั้นการเพิ่มระดับปริมาณสารตั้งแต่ 40 kg/ha ขึ้นไปสามารถให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารนี้สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้ 30.30 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวด้วยน้ำกลั่น โดยแซนทอกซิลีนที่ระดับปริมาณ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าข้าวได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 100 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น



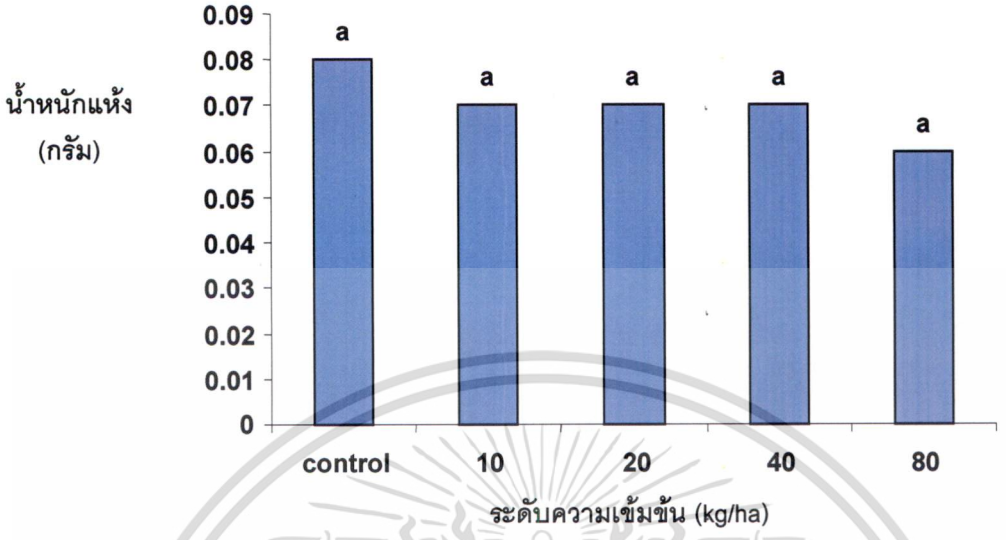
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน (ก.ความยาวราก ข.ความยาวรวม) ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ในด้านความยาวรวมพบว่า (รูปที่ 4.14 ข) การใช้แซนทอกซิลีนในการเพาะต้นกล้าข้าวในช่วงระยะเวลา 7 วันนั้นการเพิ่มระดับปริมาณสารตั้งแต่ 20 kg/ha ขึ้นไปสามารถให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารนี้สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้ 8.74 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวด้วยน้ำกลั่น โดยแซนทอกซีลีนที่ระดับปริมาณ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าข้าวได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 96.25 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

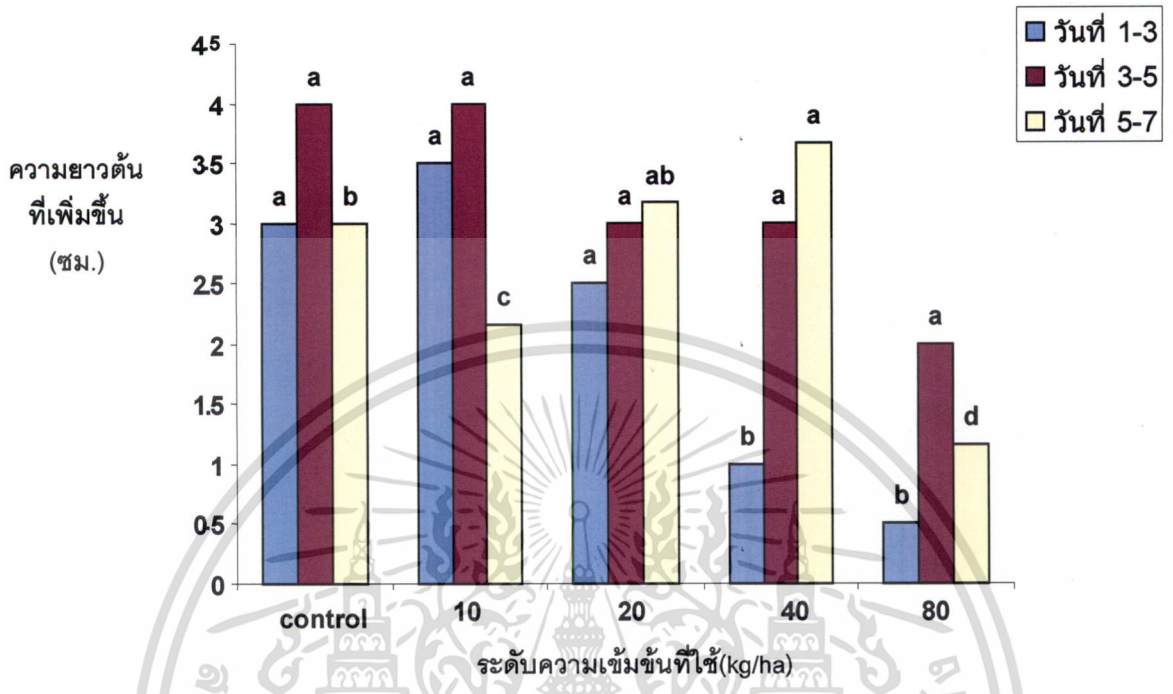


รูปที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ในด้านน้ำหนักแห้งค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้ง (รูปที่ 4.15) พบว่าการเพิ่มระดับปริมาณแซนทอกซิลีนที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ใช้ทดสอบ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวด้วยน้ำกลั่น

ผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก การใช้แซนทอกซิลีนในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนก พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นในวันที่ 1 - 3 ให้ผลการยับยั้งการเพิ่มของความยาวต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ปริมาณ 40 kg/ha เป็นต้นไปโดยสามารถยับยั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้ 66.67 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น และแซนทอกซิลีนที่ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวต้นได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 83.33 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าหญ้าข้าวนกในน้ำกลั่น ในช่วงวันที่ 3 – 5 การเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกที่ระดับความเข้มข้นต่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้น้ำกลั่น ส่วนในช่วงวันที่ 5-7 ของการทดสอบพบว่า ที่ปริมาณ 10 kg/ha ให้ผลการยับยั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ปริมาณสาร 80 kg/ha สามารถยับยั้งการเพิ่มของความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งได้เป็น 61.08 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น (รูปที่ 4.16)

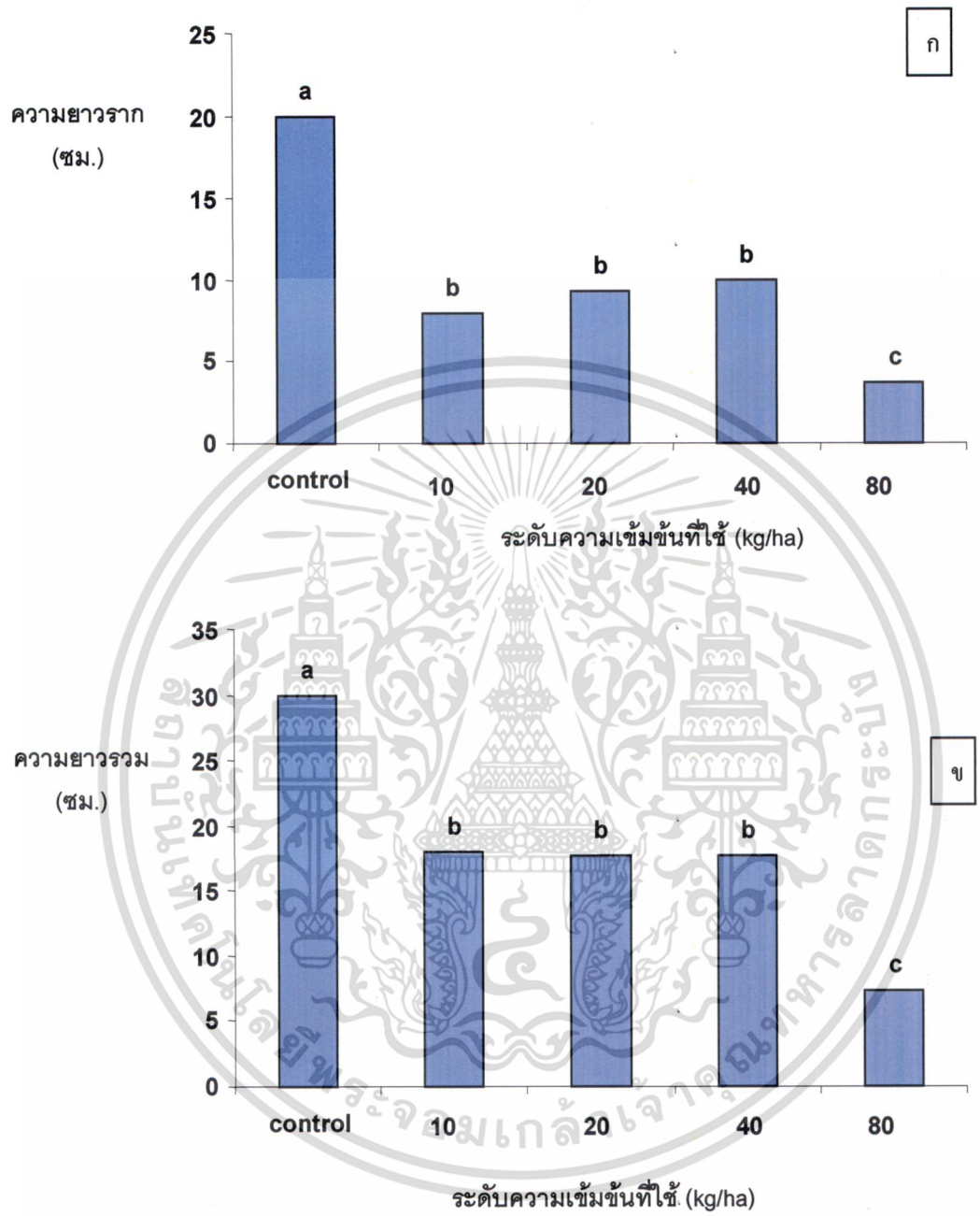
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ในด้านความยาวรากพบว่า (รูปที่ 4.17 ก) การใช้แซนทอกซิลีนในการเพาะต้นกล้าหญ้าข้าวนกในช่วงระยะเวลา 7 วันนั้นการเพิ่มระดับปริมาณสารตั้งแต่ 10 kg/ha ขึ้นไปสามารถให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารนี้สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้ 60.00 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนกด้วยน้ำกลั่น โดยแซนทอกซิลีนที่ระดับปริมาณ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 81.65 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

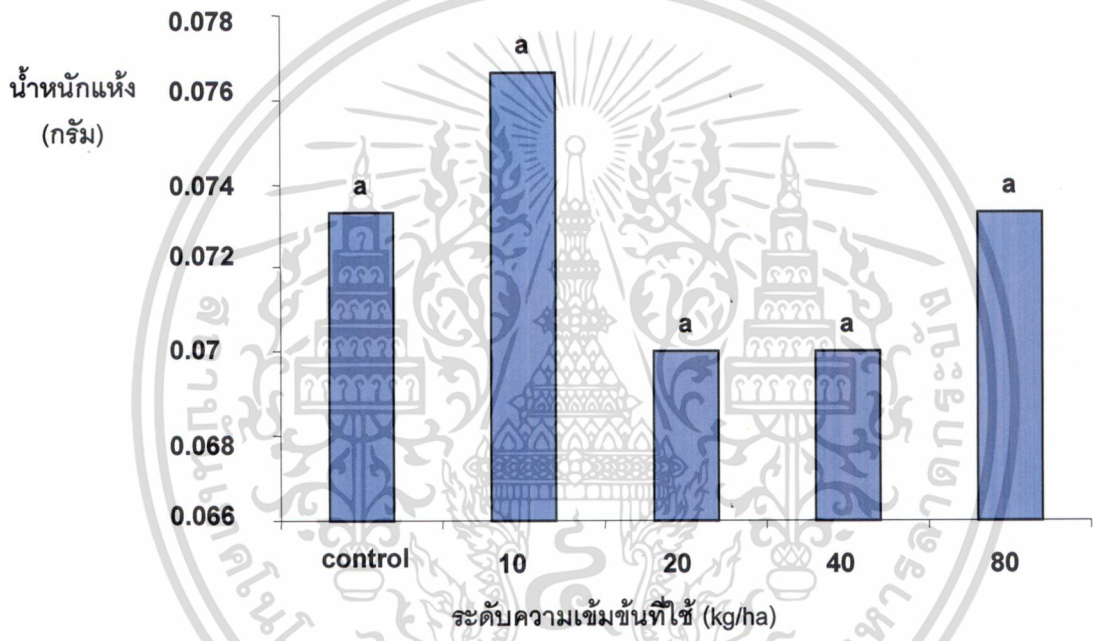
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ผลของแซนทอกซิลีนต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ดในวันที่ 7 ของ การทดสอบ (ก.ความยาวราก ข.ความยาวรวม) ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านความยาวรวมพบว่า (รูปที่ 4.17 ข) การใช้แซนทอกซิลีนในการเพาะต้นกล้าหญ้าข้าวนกในช่วงระยะเวลา 7 วันนั้นการเพิ่มระดับปริมาณสารตั้งแต่ 10 kg/ha ขึ้นไปสามารถให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารนี้สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้ 8.74 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนกด้วยน้ำกลั่น โดยแซนทอกซิลีนที่ระดับปริมาณ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 75.54 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น



รูปที่ 4.18 ผลของแซนทอกซิลีนต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p = 0.05)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้ง (รูปที่ 4.18) พบว่าการเพิ่มระดับปริมาณแซนทอกซิลีนที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนก ไม่มีแตกต่างทางสถิติต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ใช้ทดสอบ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนกด้วยน้ำกลั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

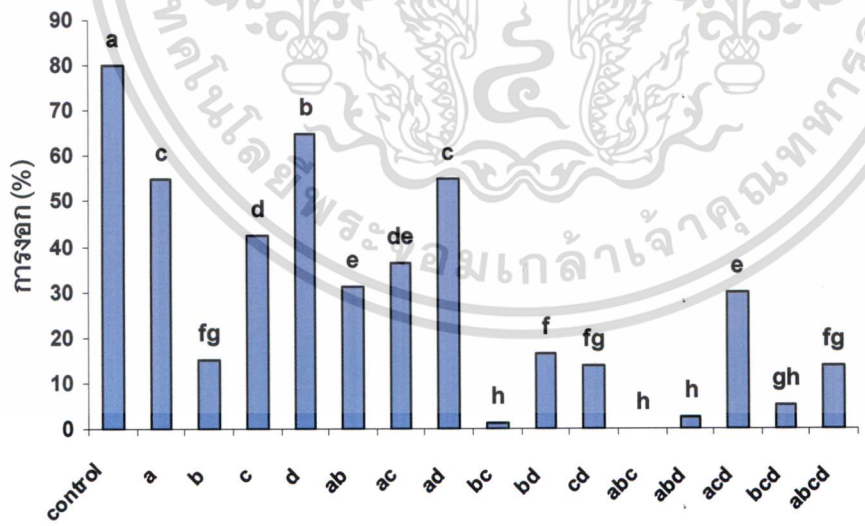
4.5 การทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซิลีนและอัลลีโลเคมิคัลที่พบในธรรมชาติต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

ผลต่อการงอกของเมล็ดข้าว

การใช้แซนทอกซิลีนผสมกับสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีอื่น ๆ ได้แก่

1. ไซรินจิก แอซิด (Syringic acid ,a)
2. ซินนามิก แอซิด (Cinnamic acid , b)
3. แซนทอกซิลีน (Xanthoxyline , c)
4. พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด (*p*-Hydroxy benzoic acid , d)

ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการงอกของข้าวในจานเพาะทดลองในช่วงระยะเวลา 7 วันพบว่าสารผสมทุกชนิดให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น และสารผสมที่ให้ผลยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าวได้มากที่สุดคือ สารผสม abc (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซีลีน) โดยสามารถให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบได้โดยสมบูรณ์ซึ่งสารผสม bc abc abd และ bcd ต่างให้ผลการยับยั้งที่ไม่แตกต่างกัน

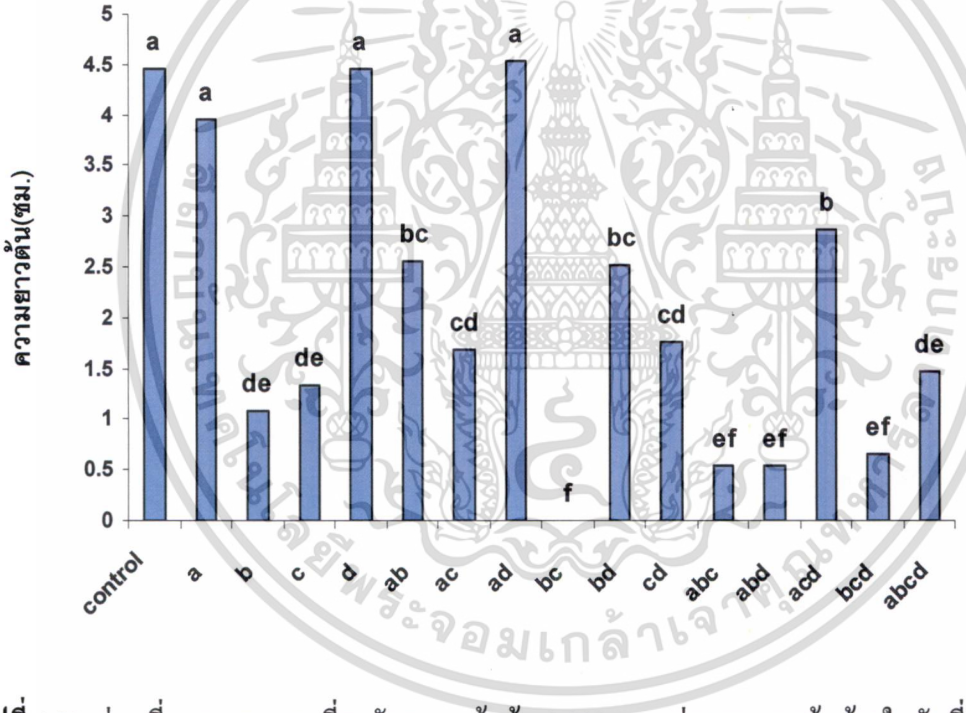


รูปที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว

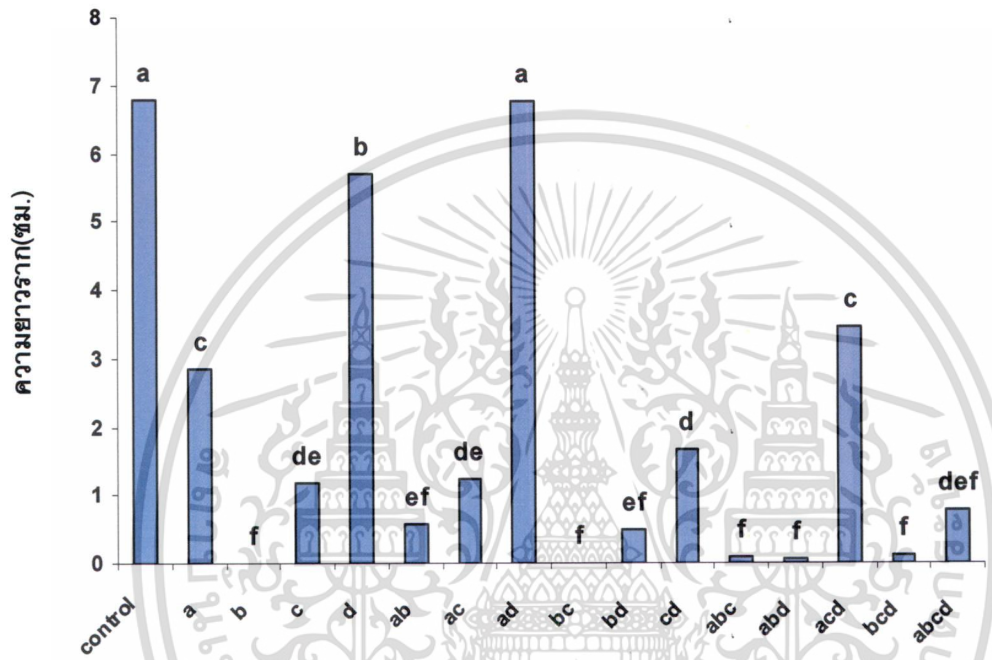
การใช้สารผสมที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีกับแซนทอกซิลีนที่สกัดได้ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารผสม a d และ ad นั้นให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น ส่วนสารผสมอื่น ๆ ต่างให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมในกลุ่มแรก โดยสารผสมที่ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมทั้งหมด พบว่าสารผสม bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซิลีน) ให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวต้นข้าวได้โดยสมบูรณ์ (รูปที่ 4.20)



รูปที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวต้นข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

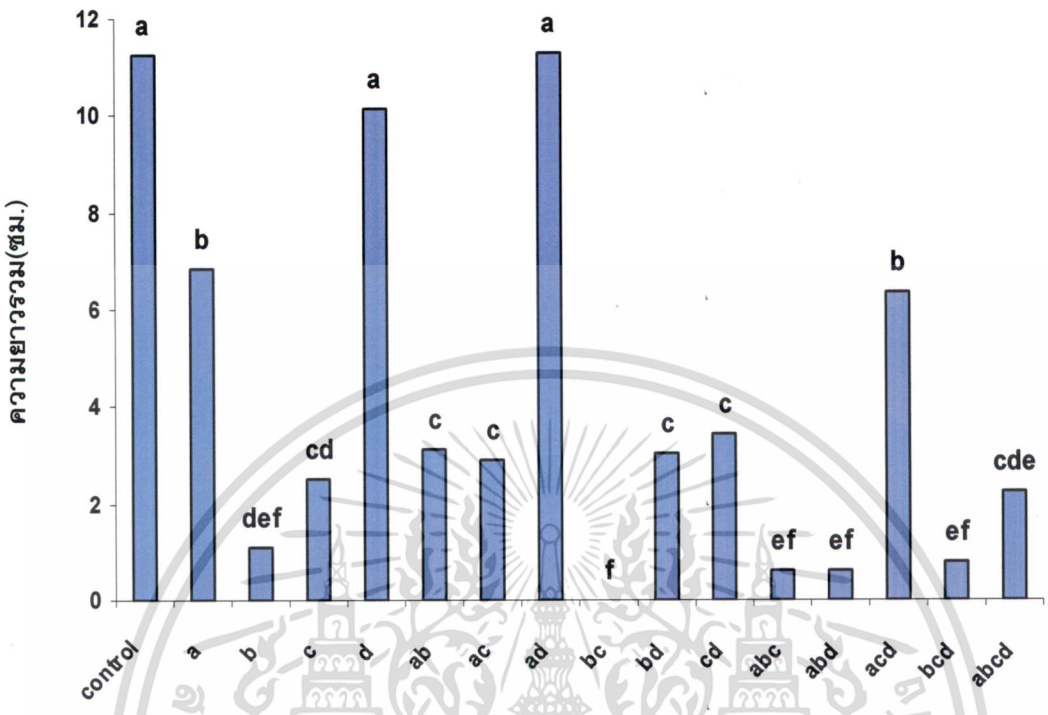
ในด้านความยาวรากพบว่า สารผสม ad ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้น้ำกลั่นในการเพาะ ในขณะที่สารผสมในกลุ่มอื่น ๆ ให้ผลการยับยั้งที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัด b (ซินนามิก แอซิด)และ bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซิลิน) ให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมทั้งหมด โดยสามารถยับยั้งความยาวรากของต้นข้าวได้โดยสมบูรณ์ (รูปที่ 4.21)



รูปที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวรากของต้นข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p = 0.05)

เมื่อพิจารณาด้านความยาวรวมจากการใช้สารผสมในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวในจานเพาะทดลอง (รูปที่ 4.22) พบว่าสารผสม b bc abc abd และ acd นั้นให้ผลการยับยั้งความยาวรวมที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงในน้ำกลั่น โดยสารผสม bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซิลิน) ให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นโดยสามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าข้าวได้โดยสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวรวมของต้นข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p = 0.05)

ผลต่อการงอกของผักโขมจีน

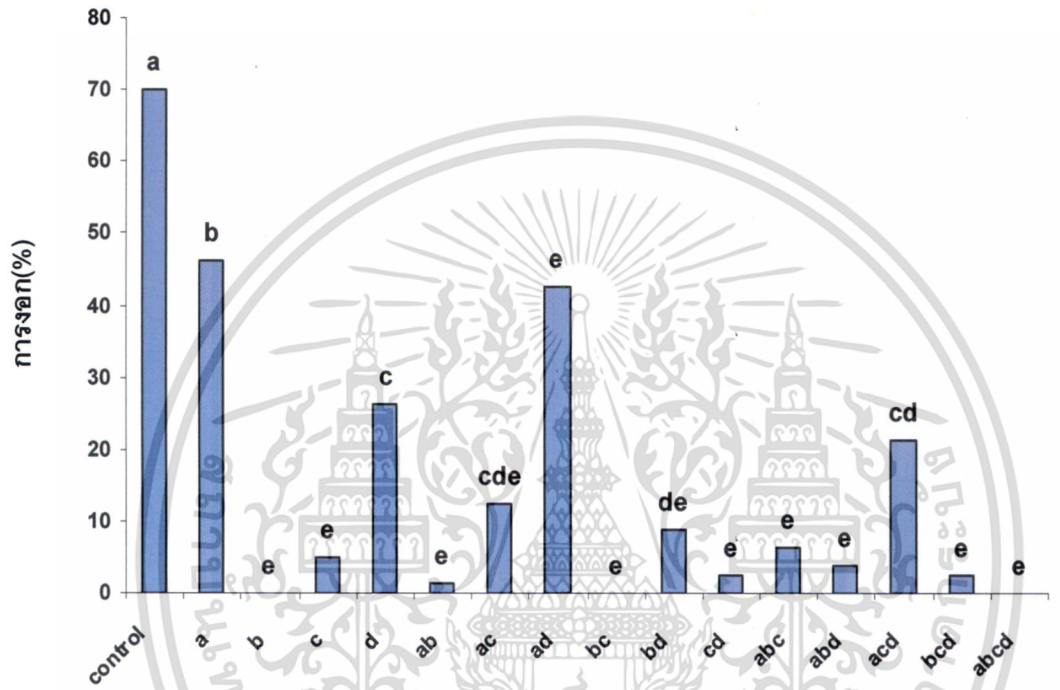
การใช้สารผสมของแซนทอกซิลีนกับสารอินทรีย์อื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีได้แก่

1. ไซรินจิก แอซิด (Syringic acid ,a)
2. ซินนามิก แอซิด (Cinnamic acid , b)
3. แซนทอกซิลีน (Xanthoxyline , c)
4. พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด (p-Hydroxy benzoic acid , d)

ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการงอกของผักโขมจีนในจานเพาะทดลองในช่วงระยะเวลา 7 วันพบว่า สารผสมทุกชนิดต่างให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น โดยสารสกัดในกลุ่ม b c ab bc cd abc abd acd bcd และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

abcd ให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยสารผสม b (ซินนามิก แอซิด) bc (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด) และ abcd (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซิลีน+พาราไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด) ให้ผลการยับยั้งการงอกได้ดีที่สุดโดยสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมจีนได้โดยสมบูรณ์ (รูปที่ 4.23)



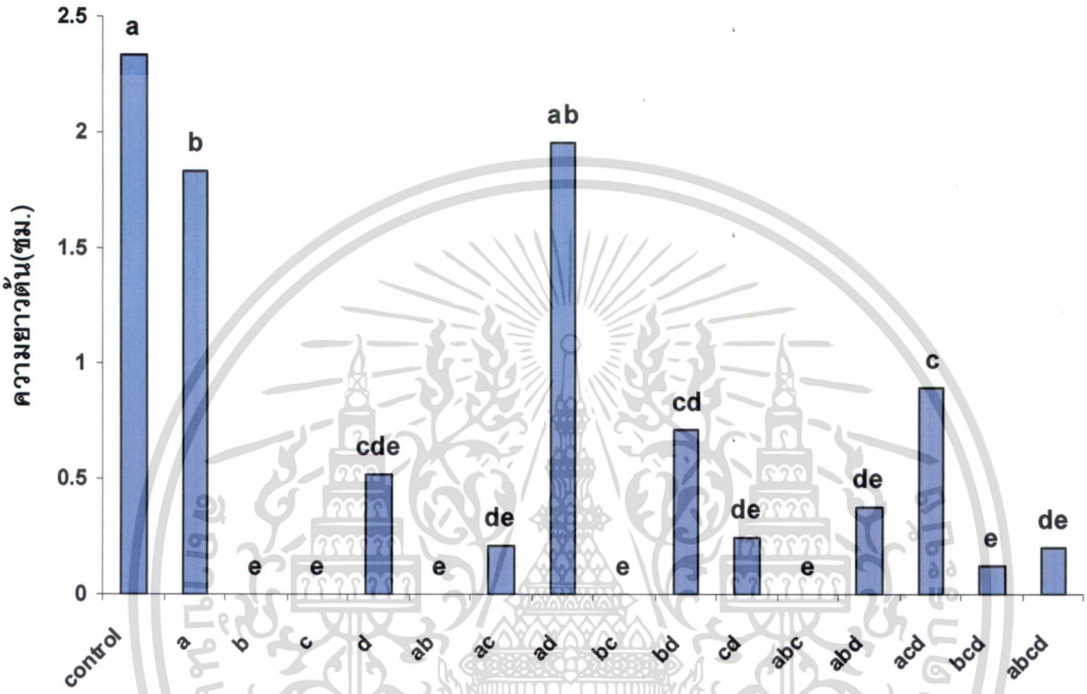
รูปที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดผักโขมจีนในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ผลต่อการเจริญเติบโตของผักโขมจีน

การใช้สารผสมที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีกับแซนทอกซิลินที่สกัดได้ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการเจริญเติบโตของผักโขมจีนในระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารผสมทุกชนิดต่างให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น โดยสารผสมกลุ่มที่ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมทั้งหมด คือสารผสม b (ซินนามิก แอซิด)c (แซนทอกซิลีน) ab (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด) bc (ซินนามิก แอซิด + แซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

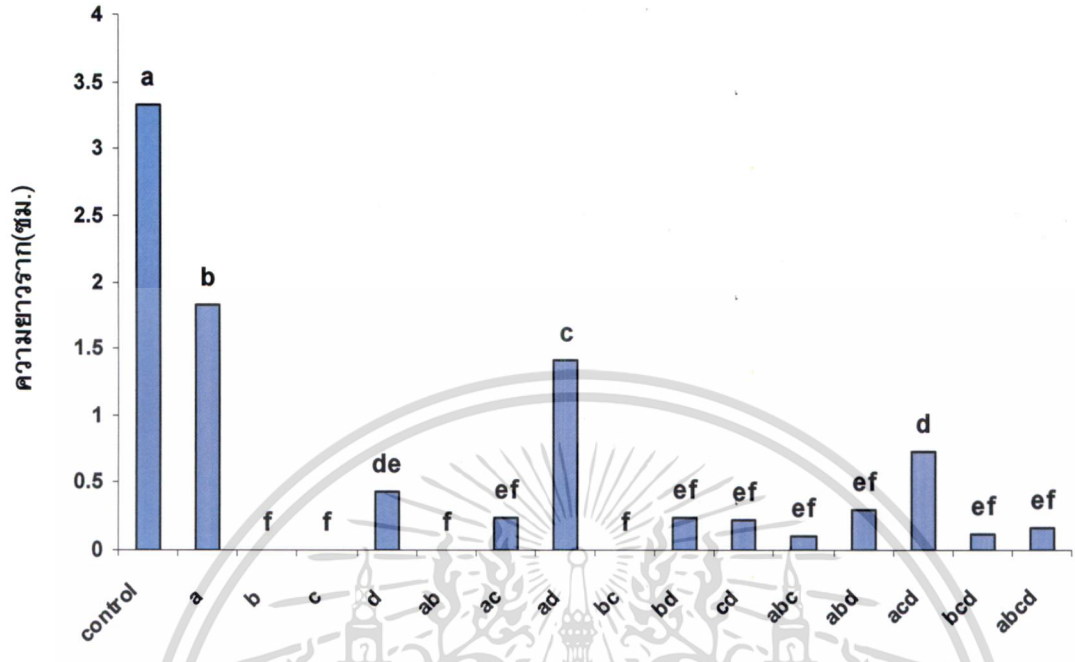
ทอกซิลีน) และ abc (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซิลีน) โดยสามารถยับยั้งความยาวต้นของผักโขมจีนได้โดยสมบูรณ์ และสารผสม d ac cd abd bcd และ abcd เป็นสารผสมอีกกลุ่มที่ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมในกลุ่มแรก (รูปที่ 4.24)



รูปที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวต้นผักโขมจีน ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p = 0.05)

ในขณะที่การใช้สารผสมที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีกับแซนทอกซิลีนที่สกัดได้ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อความยาวรากของผักโขมจีนในระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารผสมทุกชนิดต่างให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความยาวรากของผักโขมจีน และสารผสม b (ซินนามิก แอซิด) c (แซนทอกซิลีน) ab (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด) bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซิลีน) ให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้โดยสมบูรณ์ และสารผสม ac bd cd abc abd bcd และ abcd เป็นสารผสมกลุ่มที่ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมในกลุ่มแรก (รูปที่ 4.25)

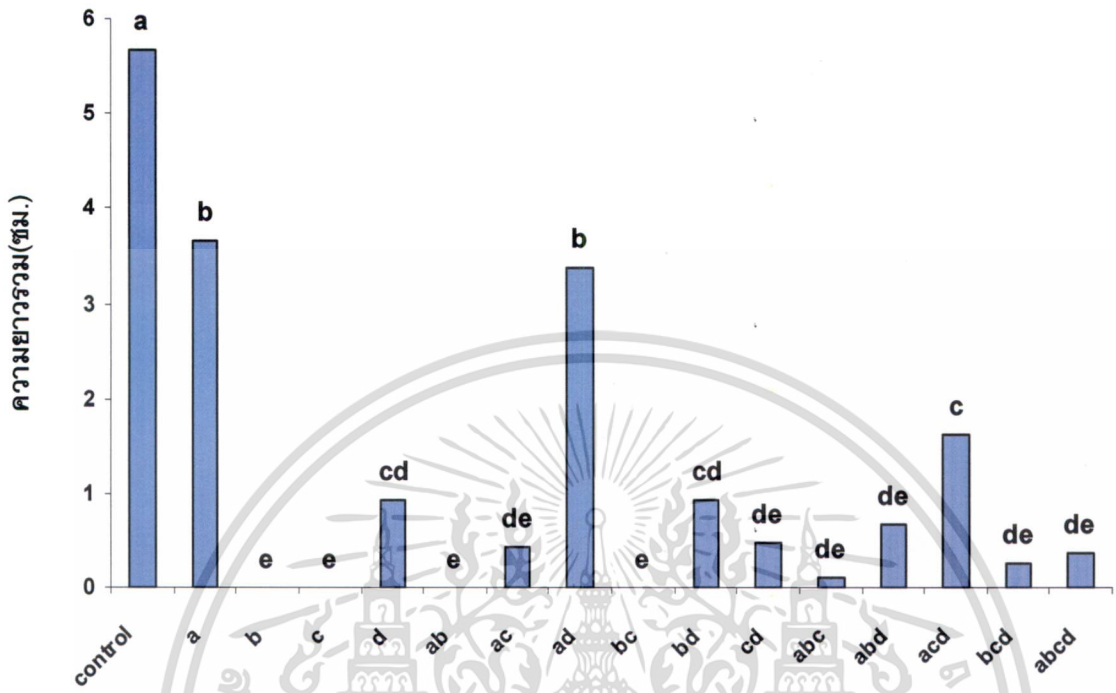
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวรากของผักโขมจีนในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p = 0.05)

เมื่อพิจารณาความยาวรวม พบว่า สารผสมทุกชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm นั้นให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นผักโขมในน้ำกลั่น โดยสารผสม b (ซินนามิก แอซิด) c (แซนทอกซิลีน) และ bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซิลีน) ให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้โดยสมบูรณ์ และสารผสม ac cd abc abd bcd และ abcd ให้ผลการยับยั้งที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมในกลุ่มแรก (รูปที่ 4.26)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อความยาวรวมของผักโขมจีนในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

4.6 การทดลองที่ 6 การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างของแซนทอกซิลีนในระยะเวลา 1 เดือนในแปลงทดสอบ

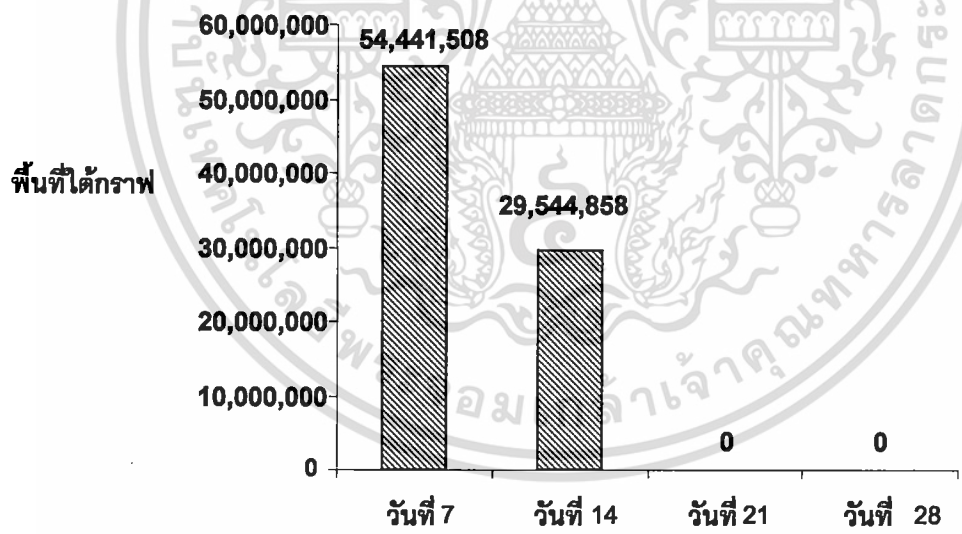
การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของแซนทอกซิลีนออกแบบวิธีการทดลองจากผลการทดลองของการทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในนาข้าวแบบจำลอง โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารในปริมาณต่อพื้นที่เป็น 20 kg/ha นั้นเป็นปริมาณสารที่น้อยที่สุดที่สามารถให้ผลการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวและหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเลือกนำระดับปริมาณสารที่ 20 kg/ha มาใช้ในการทดสอบหาปริมาณสารตกค้างในช่วงระยะเวลาประมาณ 1 เดือน (28 วัน) ซึ่งเมื่อครบกำหนด 7 14 21 และ 28 วันจะนำดินที่ปลูกในบีกเกอร์ในกระถางจำลองไปทำการสกัดแยกสารที่เหลืออยู่ภายในดิน โดยใช้ตัวทำละลายเป็น เอทิลอะซิเตต หลังจากสกัดได้เป็นสารละลาย นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ – แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์และได้ผลการทดลองเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์จากเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ – แมสเปกโทรโฟโตมิเตอร์(พื้นที่ใต้กราฟ)

Sample	พื้นที่ใต้กราฟ
Blank (ethyl acetate)	0
วันที่ 7	54,441,508
วันที่ 14	29,544,858
วันที่ 21	ไม่พบสารเหลืออยู่
วันที่ 28	ไม่พบสารเหลืออยู่

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 28 วัน แซนทอกซิลีนที่ใช้ในการทดสอบในนาข้าวจำลองปริมาณลดลงตามลำดับ โดยในช่วงวันที่ 21-28 ไม่สามารถตรวจพบแซนทอกซิลีนในสารละลายที่สกัดจากดินในกระถางจำลองได้



รูปที่ 4.27 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์จากเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ – แมสเปกโทรโฟโตมิเตอร์โดยเปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟต่อวันที่ทดสอบสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ 1 สามารถสกัดแยกแซนทอกซิลีนจากชั้นสารสกัดเอทิลอะซิเตต 80 กรัม แยกแซนทอกซิลีนได้ 15.66 กรัม คิดเป็น 12.52 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำแซนทอกซิลีนเป็นสารตั้งต้นในการทดลองที่ 2 สามารถเตรียมสารอนุพันธ์และสรุปเปอร์เซ็นต์ผลผลิตได้ดังแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงเปอร์เซ็นต์ผลผลิตจากการเตรียมสารอนุพันธ์แซนทอกซิลิน **1**

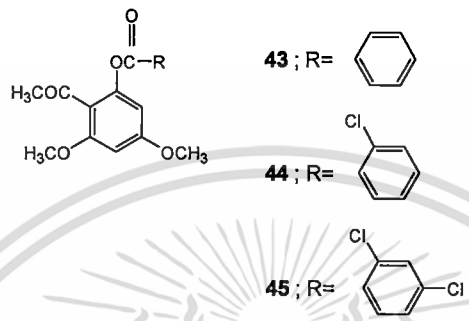
สารอนุพันธ์	เปอร์เซ็นต์ผลผลิต
2-benzoyl-4, 6-dimethoxyacetophenone **43**	68.17
2-(2-chloro)benzoyloxy-4, 6-dimethoxyacetophenone **44**	51.18
2-(2,4-dichloro)benzoyloxy-4,6-dimethoxyacetophenone **45**	71.16
1-(2-hydroxy-4,6-dimethoxyphenyl)ethanone oxime **46**	39.63
1-(2-allyloxy-4,6-dimethoxyphenyl)ethanone **47**	45.83

จากการทดลองที่ 3 การทดสอบฤทธิ์ของแซนทอกซิลีนที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้แก่ ผักโขมจีน และหญ้าข้าวนก พบว่าแซนทอกซิลีนที่ระดับความเข้มข้น 125-1,000 ppm มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอก ความยาวต้นและรากของผักโขมจีน โดยที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 500 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการงอกของผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนในผลต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกได้46.15 เปอร์เซ็นต์ และมีผลยับยั้งความยาวต้นและรากเท่ากับ 73.56 และ 90.90 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองนี้แสดงว่าแซนทอกซิลีนจะมีผลต่อพืชใบเลี้ยงคู่มากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

เมื่อศึกษาผลของอนุพันธ์กลุ่มเอสเทอร์ของแซนทอกซิลีนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบโดยเลือกใช้ผักโขมจีนเป็นพืชทดสอบพบว่า สาร **43** ให้ผลการยับยั้งการงอกของผักโขมจีนที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของผักโขมจีนได้ 28.10 เปอร์เซ็นต์ และสามารถยับยั้งความ

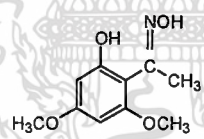
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยาวต้นและรากได้เท่ากับ 66.60 และ 75.88 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสาร **44** และ **45** ไม่มีผลต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักโขมจีน จะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันของแซนทอกซิลีนจากหมู่ไฮดรอกซิลเป็นหมู่เอสเทอร์มีผลทำให้ฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของแซนทอกซิลีนลดลง รวมทั้งการเพิ่มจำนวนคลอรีนอะตอมในโครงสร้างไม่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของเอสเทอร์



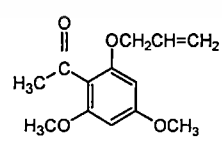
รูปที่ 5.1 สารอนุพันธ์ของแซนทอกซิลินในกลุ่มเอสเทอร์

การเปลี่ยนหมู่ฟังก์ชันของแซนทอกซิลีนจากหมู่คาร์บอนิลเป็นหมู่ออกซีมพบว่า สาร **46** ที่ระดับความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์



46

สารอนุพันธ์อีเทอร์ **47** มีผลในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชผักโขมจีนพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 500-1,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของผักโขมจีนได้อย่างสมบูรณ์ และที่ระดับความเข้มข้น 250 ppm สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมจีนได้ 87.10 เปอร์เซ็นต์



47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในนาข้าวแบบจำลอง โดยการเปรียบเทียบผลของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นที่ใช้ปริมาณสารต่อพื้นที่เป็น 0 10 20 40 80 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทดสอบได้แก่ ข้าว โดยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ปรากฏว่าในช่วงวันที่ 1-3 ปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ 10 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์เป็นต้นไป สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในวันที่ 3-5 ระดับปริมาณสารต่อพื้นที่ที่เริ่มยับยั้งความยาวต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็น 20 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์เป็นต้นไป และในวันที่ 5-7 ระดับปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของในด้านความยาวต้นของพืชทดสอบได้อยู่ที่ 80 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์โดยสามารถยับยั้งได้ 92.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น ในขณะที่หญ้าข้าวนก ในวันที่ 1-3 ได้รับผลจากสารทดสอบตั้งแต่ปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ 40 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ในวันที่ 3-5 พืชทดสอบไม่ได้รับผลใด ๆ จากแซนทอกซีลินที่ใช้ในทุกระดับความเข้มข้น ส่วนในวันที่ 5-7 นั้นปรากฏว่าความยาวต้นหญ้าข้าวนกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ 10 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์เมื่อพิจารณาผลการเจริญเติบโตในด้านความยาวรากของต้นกล้าข้าวพบว่า ปริมาณสารต่อพื้นที่ตั้งแต่ 40 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์ให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ 80 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ดีที่สุด ส่วนในกรณีของหญ้าข้าวนกนั้นพืชทดสอบได้รับผลทางอัลลีโลพาทีตั้งแต่ 10 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์เป็นต้นไป ในทางตรงกันข้าม น้ำหนักแห้งของต้นกล้าพืชทดสอบทั้งสองชนิดที่ตรวจวัดหลังการทดลองสิ้นสุดนั้นไม่ได้รับผลใด ๆ จากการใช้สารแซนทอกซีลินกับพืชทดสอบด้วยวิธีทดสอบในกระถางจำลองนี้ จากการทดลองการเปรียบเทียบผลของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง แสดงให้เห็นว่าแซนทอกซีลินสามารถให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้แก่ ข้าวและหญ้าข้าวนกได้ดีในระดับหนึ่ง

จากการทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีอื่น ๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ โดยการเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีอื่น ๆ ได้แก่

1. ไซรินจิก แอซิด (Syringic acid)
2. ซินนามิก แอซิด (Cinnamic acid)
3. แซนทอกซีลิน (Xanthoxylin)
4. พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด (*p* - Hydroxy benzoic acid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบได้แก่ ข้าวและผักโขม โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ปรากฏว่าสารผสมของไซรินจิก แอซิด ซินนามิก แอซิด และแซนทอกซิลีนให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าวได้อย่างสมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดด้วยน้ำกลั่น และซินนามิก แอซิด สารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดกับแซนทอกซิลีน และสารทั้ง 4 ชนิดผสมกัน ที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm นั้นสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น

ในด้านการเจริญเติบโต จากการเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซิลีนจและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีที่ระดับความเข้มข้น 1,000 ppm โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ในกรณีของต้นกล้าข้าว ปรากฏว่าสารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดและแซนทอกซิลีนสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวได้แก่ ความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวมได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดด้วยน้ำกลั่น ส่วนในกรณีของต้นกล้าผักโขม สารซินนามิก แอซิด แซนทอกซิลีนและสารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดกับแซนทอกซิลีน ให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซีลินและอัลลีโลเคมิคัลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ

พืชทดสอบที่ใช้	ผลการทดลอง
ข้าว	การงอก : abc การเจริญเติบโต : ต้น – bc ราก – b bc รวม - bc
ผักโขม	การงอก : b bc abc abcd การเจริญเติบโต : ต้น – b cab bc abcd ราก – b c ab bc รวม – b c bc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ 1. ไซรินจิก แอซิด (Syringic acid) เป็นสาร a

2. ซินนามิก แอซิด (Cinnamic acid) เป็นสาร b

3. แซนทอกซีลิน (Xanthoxylin) เป็นสาร c

4. พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด (*p*-Hydroxy benzoic acid) เป็นสาร d

จากการทดสอบสารอัลลีโลพาทีที่พบในธรรมชาติ 4 ชนิดได้แก่ พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด ซินนามิก แอซิด แซนทอกซีลินและ ไซรินจิก แอซิด จากการนำมาในรูปของสารบริสุทธิ์และสารผสม 2 และ 3 ตัวด้วยกัน ทำให้เราทราบว่า สารในกลุ่มฟีนอลลิกนี้สามารถเพิ่มฤทธิ์ในด้านการสนับสนุนผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ งานวิจัยที่สนับสนุนผลการทดลองในลักษณะเดียวกันนี้คืองานของ Manievel และคณะ [39] ได้ทำการศึกษาถึงการยับยั้งพืชชนิดเดียวกันของข้าวฟ่าง โดยทางทีมคณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสารสกัดจากดินที่ปลูกข้าวฟ่างและพบว่ามีองค์ประกอบเป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอลลิกเป็นจำนวนมากเช่น พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด พารา – คูมาริก แอซิด จากนั้นจึงนำมาทดสอบกับเมล็ดถั่วในน้ำ สารสกัดน้ำจากดิน สารบริสุทธิ์ในกลุ่มฟีนอลลิกแต่ละชนิด สารผสมของสารในกลุ่มฟีนอลลิก ผลการทดลองปรากฏว่าสารสกัดน้ำจากดิน และสารผสมของสารในกลุ่มฟีนอลลิกที่ให้ผลการยับยั้งคล้ายคลึงกันและมากกว่าสารในวิธีการทดสอบอื่น ๆ แต่ยังไม่พบความแตกต่างมากนักระหว่างสารทั้งสองชนิดนี้

จากการทดลองที่ 6 การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างของแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้นในระยะเวลา 1 เดือน การศึกษาการตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของแซนทอกซิลีน โดยพิจารณาว่าการใช้สารในปริมาณต่อพื้นที่เป็น 20 กิโลกรัมต่อเฮคตาร์นั้นเป็นปริมาณสารที่น้อยที่สุดที่สามารถให้ผลการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวและหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อครบกำหนด 7 14 21 และ 28 วันและนำดินที่ปลูกในบีกเกอร์ในกระถางจำลองไปทำการสกัดแยกสารที่เหลืออยู่ภายในดิน โดยใช้ตัวทำละลายเป็น เอทิลอะซิเตต หลังจากสกัดได้เป็นสารละลายนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ – แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแซนทอกซิลีนที่สกัดได้จากผลกำจัดต้นนั้นมีปริมาณสารที่ลดลงเมื่อระยะเวลาการทดสอบสารเพิ่มมากขึ้น โดยในวันที่ 7 มีปริมาณสารอยู่ที่ระดับความเข้มข้น 1.43 ppm และลดลงเหลือ 1.11 ppm หลังจากผ่านไป 7 วัน (วันที่ 14) ส่วนวันที่ 21 และ 28 นั้นไม่สามารถตรวจพบแซนทอกซิลีนจากสารละลายที่สกัดโดยเอทิลอะซิเตต จากดินที่ใช้ในการทดสอบ ดังนั้นจากผลการทดสอบและวิเคราะห์เบื้องต้นนี้ทำให้สรุปได้ว่าแซนทอกซิลีนที่อยู่ในสภาพแวดล้อมสามารถย่อยสลายได้ในช่วงระยะเวลา 14 – 21 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองเรื่องปริมาณสารตกค้างของแซนทอกซีลินที่สกัดได้จากผลกำจัดต้นซึ่งนำมาทดสอบในกระถางจำลองที่ระดับปริมาณสารต่อพื้นที่ 20 kg/ha ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Tsutomu [40] ซึ่งศึกษาถึงปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารฟีนอลลิกในดินและตรวจสอบปริมาณสารภายในดินตามลำดับ ดินที่ใช้จะถูกทดสอบด้วยสารละลายของสารในกลุ่มฟีนอลลิก เป็นเวลา 18 ชม.ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 มิลลิโมลต่อลิตร ผลการทดลองสรุปว่าลำดับของการออกซิไดส์สารในกลุ่มนี้เป็น 3,4 –ไดไฮดรอกซี > 4-ไฮดรอกซี-3-เมทอกซี > 4-ไฮดรอกซี เท่ากันกับ 2-ไฮดรอกซี-เบนโซอิกและซินนามิก แอซิด และแสดงให้เห็นว่า การย่อยสลายของสารฟีนอลลิกเกิดในกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากสารตั้งต้นคือฟีนอลลิกไปเป็น เมทอลลออกไซด์ทีมงานผู้วิจัยได้สรุปผลการทดลองว่าปฏิกิริยาการย่อยสลายสารฟีนอลลิกนี้เป็นสิ่งที่จำกัดระบบการทำงานของสารอัลลีโลเคมิคัลและเป็นตัวรบกวนการควบคุมในระบบการกำจัดวัชพืชด้วยสารอัลลีโลพาที แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารกลุ่มนี้ยังมีผลในระยะแรกของการงอกของเมล็ดวัชพืช จึงทำให้สารในกลุ่มฟีนอลลิกยังมีบทบาทสำคัญในการควบคุมวัชพืชเช่นเดิม

จากการทดลองทั้งหมดที่นำเสนอพบว่า แซนทอกซีลินสามารถนำไปให้ในการเป็นยากำจัดวัชพืชธรรมชาติได้ ถ้าพิจารณาในแง่ที่มีการตกค้างในธรรมชาติที่มีการสะสมในธรรมชาติในเวลาที่น้อยกว่า มีระยะเวลาในการสลายตัวที่ดีกว่าซึ่งปลอดภัยแก่ผู้บริโภค แต่ถ้าพิจารณาถึงในแง่ของความแรงในการยับยั้งการงอกของพืชทดสอบเช่น หญ้าข้าวนก ซึ่งจัดเป็นวัชพืชที่เป็นปัญหาในนาข้าวมาก แซนทอกซีลินยังมีความแรงในการออกฤทธิ์ที่น้อยกว่าอัลลีโลเคมิคัลที่เป็นที่ยอมรับชนิดอื่น ๆ จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงการปรับปรุงให้แซนทอกซีลินมีการออกฤทธิ์ที่ดีขึ้น และปรับปรุงการละลายในน้ำของแซนทอกซีลินให้ดีขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นโดยวิธีการทดสอบทางชีวภาพต่าง ๆ นั้นพบว่าแซนทอกซีลินและอนุพันธ์มีผลต่อการเจริญเติบโตมากกว่าการงอกของเมล็ดพืชทดสอบเสียเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากคุณสมบัติในการละลายน้ำของแซนทอกซีลินและอนุพันธ์ จึงควรหาวิธีในการทำให้แซนทอกซีลินและอนุพันธ์มีการละลายน้ำที่ดีขึ้น เพื่อนำเข้าสู่เซลล์ของพืชทดสอบได้มากขึ้น

2. ควรสังเคราะห์อนุพันธ์ของแซนทอกซีลินให้มากกว่านี้ ตลอดจนปรับเปลี่ยนให้มีหมู่แทนที่ที่สามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จากการศึกษาเรื่องการตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของแซนทอกซิลินจากผลกำจัดต้น ลักษณะของดินเป็นอนุภาคที่ค่อนข้างซับซ้อนและมีองค์ประกอบมากมาย การวิเคราะห์ในการทดลองครั้งนี้เป็นเพียงการทดลองเบื้องต้นเท่านั้น การศึกษาครั้งต่อไปจึงควรวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของดินและองค์ประกอบของดินให้มากกว่านี้ ประกอบกับมีวิธีการสกัดสารจากดินอีกหลากหลายชนิด อาจนำมาประยุกต์ใช้และวิเคราะห์ผลในลักษณะอื่น ๆ ที่ต่างออกไปได้อีก

4. จากการเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซิลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีอื่น ๆ ต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบนั้นพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดและแซนทอกซิลินสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับสารบริสุทธิ์และสารผสมชนิดอื่น ๆ การศึกษาในครั้งต่อไปจึงอาจปรับระดับความเข้มข้นของสารผสมของสารสองชนิดนี้ให้ต่ำลงเพื่อตรวจหาปริมาณที่น้อยที่สุดที่สามารถออกฤทธิ์ต่อพืชทดสอบได้ใกล้เคียงกับระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] จรัล ล้อมรัตน์สิริ. การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากผลกำจัดต้นในทางการเกษตรและเภสัชวิทยา. โครงงานพิเศษภาควิชาเคมี สาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544.

[2] สืบศักดิ์ อนันต์พัฒนา. ผลทางอัลลีโลพาทีของแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้น. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมี บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2547.

[3] Engelmeier, D., F. Hadacek, T. Pacher, S. Vajrodaya and H. Greger. 2000. Cyclopenta[b]benzofurans from Aglaia species with pronounced antifungal activity against rice blast fungus (Pyricularia grisea), **J. Agric. Food. Chem**., 48 (4), 1400-4.

[4] Nugrodo, B. W., R. A. Edrada, V. Wray, L. Witte, G. Bringmann, M. Gehling and P. Proksch.1999. A Insecticide Rocaglamide Derivatives and Related Compounds from *Aglaia odorata* (Meliaceae), **Phytochemistry**, 51, 367-376.

[5] (5a) Rice E. L., 1984., Allelopathy. 2[ed] Academic Press, Inc., Florida.

(5b) Rizvi S. J., and V. Rizvi., 1992. Allelopathy : Basic and Applied Aspects. Chapman and Hall, London, U.K.

[6] Copping, L. G., The Evolution of Herbicide Usage, 2[ed], London, PJB Publication Ltd., 1995.

[7] ทศพล พรพรหม **สารกำจัดวัชพืช : หลักการและกลไกการทำลาย** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2545.

[8] Macias, F. A., Allelopathy in the Search for Natural Herbicides Model, American Chemistry Society : 310-327.

[9] Vyvyan, J. R., Allelochemicals as Lead for New Herbicides and Agrochemicals. 2002. **Tetrahedron**, 58, 1631-1646.

[10] Evenari, M., Germination Inhibitors, **Bot. Rev.**, 153-194, 1949.

[11] Dadykin, V. P., L. N. Stepanov and B. E. Ryzhkova. 1970. **Physiological Biochemical Basic of Plant Interaction in Phytocenoses.** Vol 1, 118-124.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] Alsaadawi, I. S., E. L. Rice and T. K. B. Karns. 1983. Allelopathic Effect of *Polygonum aviculare* L. Isolation, Characteristic and Biological Activity of Phytotoxin other than Phenol, **J. Chem. Ecol.**, Vol. 9, 761-774.

[13] Owen, L. D., Toxins in Plant Disease : Structure and Mode of Action. 1969. **Science**, 165, 18-25.

[14] Schreiner, O. and M. X. Sullivan. 1990. Soil Fatigue Caused by Organic Compounds, **J. Biol Chem.**, 6, 39, 50.

[15] Gray, R. and J. Bonner, Structure Determination and Synthesis of Plant Growth Inhibitor 3-acetal-6-methoxybenzaldehyde in Leaves of *Encelia fainosa*. 1948. **J. Am. Chem. Soc**, 70, 1249-1253.

[16] Tsuzuki, E. and Y. Yamamoto. 1987. Studies on Allelopathy among higher Plants V. Isolation and Identification of Phenolic Subtances from Wild Perennial Buckwheat (*Fagopyrum cymosum* M.), **J. Chem. Ecol.** 21, 1365-1373.

[17] Robinson, T., The Organic Constituent of Higher Plants, 5th ed, North Amherst, Cordus Press, 1983.

[18] Muller, W. H. and C. H. Muller. 1964. Volatile Growth Inhibitor Produce by Salvai species, Bull. Torrey. Clup, 91, 327-330.

[19] นันทวัน บุญยะประภัศร และ อรนุช โชคชัยเจริญพร. **สมุนไพรไม้พื้นบ้าน**. เล่ม 1. กรุงเทพฯ : บริษัทประชาชน. 2539.

[20] Macias, F. A., J. C. G. Galindo, D. Castellano and R. F. Velasco. 1999. Sesquiterpene Lactones with Potential Use as Natural Herbicide Models (I): *trans, trans*-Germacranolides., **J. Agric. Food Chem.**, 47, 4407-4414.

[21] วนาวรรณ ปราบพยัคฆ์. การสังเคราะห์และฤทธิ์ทางชีวภาพของอนุพันธ์สเตียรอยด์เพรกนินโนโล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมี บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2549.

[22] พรทิพย์ ทรวดทรง และพรเทพ นามพันธ์. การพัฒนาสารธรรมชาติในใบประยงค์. โครงงานพิเศษ ภาควิชาเคมี สาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544.

[23] กีรติกุล ชีกว้าง. การใช้สาร Gibbersib ส่งเสริมการเจริญเติบโตของผักคะน้า ผักกวางตุ้ง และผักกาดขาว. ปริญญานิพนธ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[24] Bonasera, J., J. Lynch and M. A. Leck. 1997. Comparision of Allelopathic Potential of Four March species, **Bull Torre Bot. Club**., Vol. 106, 217.

[25] Paria K. and A. Mukherjee. 1981. Allelopathic Potential of Weed *Alternanthera Philoeroides* (Mert.) Griseb, Bangladesh, **J. Bot**., Vol. 10, 86-95.

[26] Komai K., Y. Sukawake and S. Sato. 1981. Plant-Frowth Retardant of Extracts Obtained from Water Nutgrass (*Cyperus serotinus* Rottb.), Kinke Daigakul Nogakubu Kiga., Vol. 14, 57-64, 1981.

[27] พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. **วัชพืชศาสตร์**. กรุงเทพ ; สน.พ. รั้วสีเขียว. 2540. หน้า 432-437.

[28] Thappa, R. K., K. L. Dhar and C. K. Atal. 1976. A New Monoterpene Triol from *Zantoxylum budruga*, **Phytochemistry**, Vol. 15, 1568-1569.

[29] Banerjee, H and N. Adityachaudhury. 1989. Occurrence of Rutaecarpine in *Zanthoxylum budrunga*, **Planta Medica**, 55, 403.

[30] Ruangrungsi, N., P. Tantivatana, R. P. Borris and G. A. Cordell. 1981. Traditional Medicinal Plants of Thailand. III. Constituents of *Zanthoxylum* Budruga (Rutaceae), **J. Sci. Soc. Thailand**, 7, 123-127.

[31] Cechinel Filho, V., E. O. Lima, V. M. F. Morais, S. T. A. Gomes, O. G. Miguel and R. A. Yunes. 1996. Fungicide and fungiostatic Effects of Xanthoxyline, **J. of Ethnopharmacology**, 53, 171-173.

[32] Cechinel Filho, V., Z. R. Vaz, L. Zunono, J. B. Calixto and R. A. Yunes. 1996. Synthesis of Xanthoxyline derivatives with antinociceptive and antioedematogenic activities, **Eur J Med Chem**, 31, 833-839.

[33] Charoenying, P., K. Sriwarom, J. Lomratsiri and W. Phuwiwat, Biological Activities of *Zanthoxylum limonella* Alstn Fruit Extracts, The 3rd World Congress on Medicinal and Aromatic Plants for Human Welfare, WOCMAP III, 3-7 February 2003, Chiang Mai, Thailand.

[34] พัชนี เจริญยิ่ง จรัล ล้อมรัตน์สิริ และ วิรัตน์ ภูวิวัฒน์. ผลของสารสกัดจากผลกำจัดต้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. วารสารวิทยาศาสตร์ ลาดกระบัง. 13:1, 25-30, 2547.

[35] พัชนี เจริญยิ่ง และ จรัล ล้อมรัตน์สิริ. ผลของแซนทอกซิลินจากผลกำจัดต้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่29 วันที่ 20-22 ตุลาคม 2546 ณ ศูนย์ประชุมอเนกประสงค์กาญจนาภิเษก มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[36] สืบศักดิ์ อนันต์พัฒนา พัชนี เจริญยิ่ง และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. วิธีการทดสอบสารอัลลีโลพาทีจากผลกำจัดต้น. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 35:5-6, 479-482, 2547.

[37] Valenciennes. E., J. Smadja and J. Y. Conan. 1999. Screening for Biological Activity and Chemical Composition of *Euodia borbonica* var. *borbonica* (Rutaceae), a Medicinal Plant in Reunion Island., **J. of Ethnopharmacology**, 64, 283-288.

[38] ณัฐสันต์ วัชรสินธ์. การศึกษาศักยภาพทางอัลลีโลพาทีของใบพุทธชาติก้านแดง. โครงงานพิเศษ ภาควิชาเคมี สาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2548.

[39] Manielvel, S., D. Thierry and P. Francois. 2000. Effect of Phenolics in soil under between rows of prior Sorghum (*Sorghum bicolor*) crop on germination., **J. Chem. Ecol**, 26 (3), 625-637.

[40] Tsutomu, O. 2000. Oxidation of phenolic acid derivative by soil and its relevance to allelopathic activity. **Soil and Environmental Science**, 1631-1635.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

การคำนวณในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การคำนวณ % การยับยั้ง

การคำนวณ % การยับยั้งของแต่ละการทดลองจะใช้สูตรในการคำนวณเป็นดังนี้

% การยับยั้ง = ((control – treatment) / control) x 100

2. การเตรียมสารในแต่ละปริมาณสารต่อพื้นที่ในการทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซิลีนจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในนาข้าวแบบจำลอง

ในการทดลองนี้ได้กำหนดให้ใช้บีกเกอร์ขนาด 25 ml แทนกระถางเนื่องจากปริมาณสารที่มีน้อยมาก โดยบีกเกอร์ที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 cm รัศมี 2 cm

จาก $\pi r^2 = 22/7 \times 2 \times 2 = 12.57\ cm^2$ หรือประมาณ $13\ cm^2$

ต้องการใช้อัตราส่วนเป็นปริมาณสารต่อพื้นที่ เป็น 20 kg/ha

1 ha = 100 m x 100 m = $10000\ m^2$ หรือ $10^8\ cm^2$

$10^8\ cm^2$ ใช้สาร 20 x 1000 g (20 kg)

13 cm2 ใช้สาร $(13 \times 20 \times 1000)/10^8 = 0.0026$ g/กระถาง

สารละลายแซนทอกซีลินที่มีอยู่เป็นสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm

ดังนั้น ถ้าต้องการสาร 1 g ต้องสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm 100 ml

ถ้าต้องการสาร 0.0026 g ต้องใช้สารละลายที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm 100×0.0026

= 0.26 ml

ดังนั้น ถ้าต้องการสารในอัตราส่วน 20 kg/ha ต้องใช้สาร 0.26 ml จากสารละลายตั้งต้น 10000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้