

ผลทางอัลลีโลพาทิกของแซนโทกซีลินจากผลย่ำจัดต้น

ALLELOPATHIC EFFECTS OF XANTHOXYLIN FROM
Zanthoxylum limonella ALSTON. FRUITS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1342-9

ผลทางอัลลีโลพาทิกของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดัน

ALLELOPATHIC EFFECTS OF XANTHOXYLIN FROM
Zanthoxylum limonella ALSTON. FRUITS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเคมี

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1342-9

การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้
คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุก

ALLELOPATHIC EFFECTS OF XANTHOXYLIN FROM
Zanthoxylum limonella ALSTON. FRUITS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN CHEMISTRY
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2004

ISBN 974-15-1342-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลทางอัลลีโลพาทิกของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้น
นักศึกษา นาย สืบศักดิ์ อนันต์พัฒนา
รหัสประจำตัว 44065502
ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา เคมี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.พัชณี เจริญยิ่ง
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา

บทคัดย่อ

การศึกษาค่าศักยภาพของสารสกัดย่อยในชั้นเอทิลอะซีเตตจากผลกำจัดต้นที่ระดับความเข้มข้น 0 1000 2000 และ 4000 ppm ที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ 5 ชนิด ได้แก่ มะเขือเทศ หนุ่ยข้าวนก ผักโขม ไม้ยวบและผักกวางตุ้ง โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ พบว่าสารสกัดย่อยในส่วนที่ 9 – 14 มีผลการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตมากกว่าสารสกัดย่อยในส่วนที่ 1 – 8 โดยเฉพาะสารสกัดในชั้นที่ 10 นอกจากนั้นการเพิ่มระดับความเข้มข้นที่ไ้ตั้งตั้งแต่ 1000 ppm ขึ้นไปเริ่มมีผลต่อ การงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับการแยกสารสกัดย่อยในส่วนย่อยที่ 10 พบว่า สารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกที่มีชื่อว่า แซนทอกซีลิน เป็นองค์ประกอบหลักของสารสกัดย่อยในส่วนนี้ ซึ่งเมื่อนำมาทดสอบฤทธิ์โดยวิธีทดสอบทางชีวภาพได้แก่ วิธี water culture test โดยทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 0 25 50 100 200 400 และ 800 ppm ที่มีต่อ การงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ 2 ชนิด ได้แก่ ข้าวและหนุ่ยข้าวนก พบว่าแซนทอกซีลินไม่มีผลใด ๆ ต่อการงอกของเมล็ดข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะเมล็ดด้วยน้ำกลั่น ในขณะที่หนุ่ยข้าวนกได้รับผลที่ระดับความเข้มข้น 800 ppm เมื่อพิจารณา ด้านการเจริญเติบโต พบว่าในด้านความยาวต้นแซนทอกซีลินไม่ได้ส่งผลใด ๆ ต่อพืชทดสอบทั้ง 2 ชนิด ส่วนในด้านความยาวรากข้าวและหนุ่ยข้าวนกเริ่มถูกยับยั้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ 25 ppm และ 400 ppm ขึ้นไป ตามลำดับ ในขณะที่ด้านความยาวรวมเริ่มยับยั้งที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 200 ppm ขึ้นไปตามลำดับ การทดสอบฤทธิ์ด้วยวิธี agar test ซึ่งทำการทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 0 50 200 และ 400 ppm นั้นให้ผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้แก่ ข้าว โดยแซนทอกซีลินตั้งแต่ 200 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวต้นและ น้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความยาวรากและความยาวรวมตั้งแต่ 50 ppm เริ่มยับยั้งการเจริญเติบโตของข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในด้านการศึกษาศาสตร์ทางการทำงานของแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทดสอบได้แก่ ข้าว โดยวิธีการนำรากหรือใบของพืชทดสอบจุ่มในแซนโทกซีลินที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันได้แก่ 50 100 200 และ 400 ppm ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ความยาวต้นข้าวที่นำส่วนรากไปจุ่มในแซนโทกซีลินนั้นสั้นกว่าความยาวต้นข้าวที่นำส่วนใบไปจุ่มในช่วงวันที่ 3-7 ของการทดสอบและการเพิ่มระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลินมีผลต่อความยาวต้นเช่นกัน ในขณะที่ความยาวรากและความยาวรวมให้ผลเช่นเดียวกันกับความยาวต้น ยกเว้นน้ำหนักแห้งที่ให้ผลตรงกันข้าม นอกจากนี้ การทดสอบการดูดซึมทางรากโดยวิธีทดสอบในกระถางจำลองที่ระดับปริมาณสารต่อพื้นที่ 0 10 20 40 และ 80 kg/ha ต่อข้าวและหญ้าข้าวนกพบว่า ความสัมพันธ์ของปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ใช้ได้แก่ที่ 80 kg/ha และจำนวนวันที่ทำการทดลองแสดงให้เห็นว่ามีเพียงแซนโทกซีลินที่มีปริมาณสารต่อพื้นที่ในปริมาณมากเท่านั้นที่ยังให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีเมื่อเวลาในการทดสอบเพิ่มมากขึ้น

จากการศึกษาการตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของสารแซนโทกซีลิน ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าในช่วงวันที่ 21 และ 28 นั้นไม่สามารถตรวจพบสารแซนโทกซีลินจากดินที่ใช้ในการทดสอบ แสดงให้เห็นว่าสารแซนโทกซีลินที่อยู่ในสภาพแวดล้อมอาจสามารถย่อยสลายได้ในช่วงระยะเวลาประมาณ 14 - 21 วัน

สำหรับการศึกษาสารผสมของแซนโทกซีลินกับสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่ชนิดอื่น ๆ ได้แก่ ไชรินจิก แอซิด ซินนามิก แอซิด และ พาราไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิดต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวและผักโขม ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ปรากฏว่าสารผสมของไชรินจิก แอซิด ซินนามิก แอซิด และแซนโทกซีลินให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าวได้อย่างสมบูรณ์และซินนามิก แอซิด สารผสมระหว่างซินนามิกแอซิดกับแซนโทกซีลิน และสารทั้ง 4 ชนิดผสมกัน ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm นั้นสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้อย่างสมบูรณ์

ในด้านการเจริญเติบโตต้นกล้าข้าวปรากฏว่าสารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดและแซนโทกซีลินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวได้แก่ ความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวมได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนในกรณีของต้นกล้าผักโขม สารซินนามิก แอซิด แซนโทกซีลินและสารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดกับแซนโทกซีลิน ให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักโขมได้อย่างสมบูรณ์

Thesis	The Allelopathic Effects of Xanthoxylin from <i>Zanthoxylum limonella</i> Alston. Fruits
Student	Mr. Suebsak Ananpatana
Student ID	44065502
Degree	Master of Science
Programme	Organic Chemistry
Thesis Advisor	Assit. Prof. Dr. Patchanee Charoenying
Thesis Co-Advisor	Assit. Prof. Dr. Chamroon Laosinwattana

ABSTRACT

The study of the potential of fraction from ethyl acetate extract of *Zanthoxylum limonella* Alston. fruits with seed germination and growth of 5 tested plants namely tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) , barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) , amaranth (*Amaranthus tricolor*) , mustard (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*) and shame bush (*Mimosa pigra* L.) compared with distilled water was shown that the fraction 9 - 14 had higher inhibitory effect by germination and growth to tested plant than the fraction 1 - 8 especially fraction 10 . Seed germination and growth were inhibited at concentrations ranging from concentration 1000 ppm . The allelopathic effect was increased when the higher concentration was applied.

The isolation of fraction 10 shown that the phenolic compound named xanthoxylin was the main component in this fraction that was assayed by Water Culture test at concentrations 0 25 50 100 200 400 and 800 ppm with rice (*Oryza sativa.*) and barnyardgrass . The result shown that there was no effect on rice's seed germination in contrast barnyardgrass was inhibited at concentration 800 ppm. For seed growth , it was revealed that the shoot length of rice and barnyardgrass were not decreased but they were inhibited root length at concentrations 25 and 400 , respectively. The combined length was inhibited at concentrations 50 and 200 ppm , respectively . Furthermore , xanthoxylin was assayed for allelopathic potential by Agar test at concentrations 0 50 200 and 400 ppm with rice and it was found that not only from

concentration 200 ppm , shoot length and dry weight were inhibited root length but root length and combined length were also decreased at ranging concentrations 50 to 400 ppm.

The study of application method about plant uptake was investigated by dipping leaf and root of rice at concentrations 50 100 200 and 400 ppm and the result shown that the shoot length of root dipping was longer than the leaf dipping's one in the period of the third to seventh day and the inhibitory effect with shoot , root and total length were increased when the higher concentrations were applied but that was opposite to dry weight . It was concluded that rice could absorb xanthoxylin from root higher that from leaf. Furthermore , xanthoxylin 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 os tested time was used.

According to investigate with decomposition of xanthoxylin , the analytical result by detemining the extracts derived from tested soil in pod test at 20 kg/ha of xanthoxylin in 28 days was found that in the seventh day ,the concentration was concentration 1.4305 ppm then the fourteenth day , the concentraion was concentration 1.1193 ppm. Finally , there was no detect of xanthoxylin in twenty-first day and twentieth-eighth day . It was found that increasing the tested time shown the less quantity of this substance .

Moreover , to increase the allelopathic potential of xanthoxylin by mixing with other allelochemical such as syringic acid , cinnamic acid and *p*-hydroxybenzoic acid was investigated . The bioassay was studied at the concentration 1000 ppm using rice and amaranth as tested plant . The results shown that the mixing substance of syringic acid cinnamic acid and xanthoxylin completely inhibited rice seed germination . For amaranth , the mixing compound of xanthoxylin with cinnamic acid and the mixing of 4 allelochemicals also completely inhibited seed germiantion.

In addition , the mixing compound of xanthoxylin 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 xanthoxylin with cinnamic acid while the shoot , root and total length of amaranth were completely inhibited by xanthoxylin and the mixing compound of xanthoxylin with cinnamic acid .

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความสามารถจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. พัทณี เจริญยิ่ง และ ผศ.ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วันฉัตร ชื่นชม ดร.สุวรรณี จรรยาพูน และดร.เสาวภาค สุขตระกูลเวศ กรรมการสอบหัวข้อและโครงร่างวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณบริษัท เซเรบอส (ประเทศไทย) และสำนักคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ งบประมาณปี 2547 ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ในห้องปฏิบัติการ เคมีอินทรีย์ทุกคน

สุดท้ายต้องขอขอบคุณ นส.นริศรา รอดเดชา เพื่อนที่เป็นเสมือนคู่คิดและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

สืบศักดิ์ อนันต์พัฒนา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	IX
สารบัญรูป	X
คำย่อและคำอธิบายสัญลักษณ์	XVI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 จุดประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เคมีของอัลลีโลพาที่	10
2.2 การผลิตสารอัลลีโลเคมีคัล	13
2.3 อัลลีโลพาที่และระบบนิเวศของวัชพืชและพืชปลูก	16
2.4 กำจัดต้น	20
2.5 พืชทดสอบที่เลือกนำมาใช้ในการทดลอง	23
2.6 สารอัลลีโลพาที่ที่พบในธรรมชาติ	26
2.7 แชนทอกซีลิน	28
2.8 การเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืช	30
2.9 การใช้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดผสมกัน	37
2.10 แผนการทดลองที่ใช้ในงานวิจัย	39

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	41
3.2 ขั้นตอนงานวิจัย	42
3.3 วิธีการทดลอง	
3.3.1 วิธีการเตรียมสารสกัดหยาบในแต่ละชั้นของตัวทำละลายอินทรีย์	44
3.3.2 การแยกสารสกัดที่ได้ให้บริสุทธิ์โดยใช้เทคนิคคอลัมน์โครมาโตกราฟี	46
3.3.3 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ	46
3.3.4 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นโดยวิธีการทดสอบทางชีวภาพ	47

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ	55
4.2 การทดลองที่ 4.2 การศึกษาผลของแซนโทกซีลินต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบโดยวิธี Water Culture test	84
4.3 การทดลองที่ 4.3 การศึกษาผลของแซนโทกซีลินต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบโดยวิธี Agar test	90
4.4 การทดลองที่ 4.4 การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ	93
4.5 การทดลองที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง	102
4.6 การทดลองที่ 4.6 การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้น	108

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.7 การทดลองที่ 4.7 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้น และสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่อื่นๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืช ทดสอบ.....	110
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	118
เอกสารอ้างอิง	137
ภาคผนวก ก การคำนวณในการทดลอง	150
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลองที่เกี่ยวข้อง	153
ประวัติผู้เขียน	158



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 วัชพืชทั่วไปที่ส่งผลกระทบต่อวัชพืชทางอัลลีโลพาที่ต่อระบบสิ่งแวดล้อมทางการเกษตร	9
2.2 พืชบางชนิดที่เศษซากของมันมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่	10
2.3 สารประกอบอัลลีโลพาที่ที่แยกได้แล้วจากพืชชนิดต่างๆ	11
4.1 ปริมาณสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิลอะซีเตตของผลกำจัดต้น	55
4.10 ผลการวิเคราะห์จากเครื่องแกสโครมาโตกราฟ – แมสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	109
5.1 ผลการทดลองที่ 5.1 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาที่ของสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นต่อการงอกของพืชทดสอบ	118
5.2 ผลการทดลองที่ 5.1 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาที่ของสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ	119
5.3 แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของแซนโทกซีลินจาก ^1H NMR spectra	122
5.4 แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของสารด้วย Mass Spectra	122
5.5 ผลการทดลองที่ 5.2 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Water Culture test	123
5.6 ผลการทดลองที่ 5.3 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Agar Test	125
5.7 ผลการทดลองที่ 5.4 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ (ในด้านความยาวต้น)	127
5.8 ผลการทดลองที่ 5.4 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ	128
5.9 ผลการทดลองที่ 5.5 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง	130
5.10 ผลการทดลองที่ 5.7 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่อื่น ๆ	133

สารบัญญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 2,4 – D	6
2.2 โครงสร้างของ juglone	7
2.3 แหล่งของสารอัลลีโลพาตี	15
2.4 โครงสร้างของ 1,8 –cineole	19
2.5 โครงสร้างของ cinmethylin	19
2.6 Herbicidin A และ B	24
2.20 AB5046A และ B	25
2.21 4 – Chlorothreonine (Streptomyces sp.)	25
2.22 5' – Deoxyguanosine	26
2.23 Dhurrin	28
2.24 แสดงเสถียรภาพหรือการคงรูปของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ทำให้เกิดการเลือกทำลาย	33
2.25 กระบวนการสร้างและสลายตัวของสารกำจัดวัชพืช ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการเลือกทำลายโดยที่ A-D เป็นช่วงที่การเลือกทำลายของสารอาจจะเกิดขึ้นได้	37
3.1 แผนผังขั้นตอนงานวิจัย	43
3.2 แผนผังวิธีการเตรียมสารสกัดหยาบในแต่ละชั้นของตัวทำละลายอินทรีย์	45
3.3 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1	52
3.4 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 : 1	53
3.5 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1	54
4.1 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของ เมล็ดมะเขือเทศ 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	57
4.2 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข.ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของ เมล็ดมะเขือเทศ 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	58

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	59
4.4 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข. ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	60
4.5 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดผักโขม 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	61
4.6 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข. ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดผักโขม 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	62
4.7 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	63
4.8 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข. ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	64
4.9 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	65
4.10 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข. ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะเมล็ด	66
4.11 ผลของสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดมะเขือเทศ 7 วันหลังการเพาะ	68
4.12 ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดมะเขือเทศ 7 วันหลังการเพาะ	69

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.13 ผลของสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดหญ้าข้าวนก 7 วันหลังการเพาะ	71
4.14 ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดหญ้าข้าวนก 7 วันหลังการเพาะ	72
4.15 ผลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักโขม 7 วันหลังการเพาะ.....	74
4.16 ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักโขม 7 วันหลังการเพาะ	75
4.17 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่าง ๆ จากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะ	78
4.18 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่าง ๆ จากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะ.....	78
4.19 ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะ	79
4.20 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่าง ๆ จากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะ	81
4.21 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่าง ๆ จากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะ ในด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้น.....	81
4.22 ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ จากผลกำจัดต้น และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะ	82
4.23 ค่าเฉลี่ยของสารแทนทอกซีลินต่อการงอกของเมล็ดข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ด	84
4.24 ค่าเฉลี่ยของสารแทนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วัน	85

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.25 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วัน ในด้านการยับยั้ง ก. ความยาวต้น ข. ความยาวราก และค. ความยาวรวม ของเมล็ดข้าวจากการเพาะเมล็ด 7 วันโดยวิธี Water Culture test	86
4.26 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวในในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ด โดยวิธี Water Culture test	87
4.27 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวในหลังเพาะเมล็ด 7 วัน โดยวิธี Water Culture test	88
4.28 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวในหลังเพาะเมล็ด 7 วัน โดยวิธี Water Culture test ในด้านการยับยั้ง ก. ความยาวต้น ข. ความยาวราก และ ค. ความยาวรวมของเมล็ดข้าวจากการเพาะเมล็ด 7 วัน	89
4.29 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วันโดยวิธี Agar test	90
4.30 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วันโดยวิธี Agar test ในด้านการเจริญเติบโต	91
4.31 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วัน ในด้านการยับยั้งความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวมของเมล็ดข้าวจากการเพาะเมล็ด 7 วัน โดยวิธี Agar test	92
4.32 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลิน 4 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นของข้าวในช่วงวันที่ 3-5 หลังการเพาะ ในด้าน ก.วิธีการทดสอบโดยการจุ่มรากและจุ่มใบของต้นกล้าลงในสารแซนโทกซีลิน ข.ผลของระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ	94
4.33 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลิน 4 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นของข้าวในช่วงวันที่ 3-5 หลังการเพาะ ในด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดสอบและระดับความเข้มข้น	95

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.34 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลิน 4 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นของข้าวในช่วงวันที่ 5-7 หลังการเพาะ ในด้าน ก.วิธีการทดสอบโดยการจุ่มรากและจุ่มใบของต้นกล้าลงในสารแซนโทกซีลินข.ผลของระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ	96
4.35 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลิน 4 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นของข้าวในช่วงวันที่ 5-7 หลังการเพาะในด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดสอบและระดับความเข้มข้น	97
4.36 ค่าเฉลี่ยของวิธีการจุ่มรากและใบของพืชทดสอบลงในสารแซนโทกซีลินที่มีต่อความยาวรากในวันที่ 7 หลังการเพาะ	98
4.37 ค่าเฉลี่ยของวิธีการจุ่มรากและใบของพืชทดสอบลงในสารแซนโทกซีลินที่มีต่อความยาวรวมในวันที่ 7 หลังการเพาะ	98
4.38 ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของสารแซนโทกซีลินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อความยาวรวมในวันที่ 7 หลังการเพาะ	99
4.39 ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดสอบและระดับความเข้มข้นของสารแซนโทกซีลินที่มีต่อความยาวรวมในวันที่ 7 หลังการเพาะ	100
4.40 ผลของระดับความเข้มข้นของสารแซนโทกซีลินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะ	101
4.41 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน	102
4.42 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน (ก.ความยาวราก ข.ความยาวรวม)	103
4.43 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ในด้านน้ำหนักแห้ง	104
4.44 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน	105
4.45 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน (ก.ความยาวราก ข.ความยาวรวม)	106

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.46 ค่าเฉลี่ยของสารแซนโทกซีลินต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ด ในช่วงเวลา 7 วัน	107
4.47 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์จากเครื่องแกสโครมาโตกราฟี – แมสเปกโตรโฟโตมิเตอร์โดย เปรียบเทียบกับพื้นที่ใต้กราฟต่อวันที่ทดสอบสาร	108
4.48 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดข้าวในวันที่ 7 หลัง การเพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง	110
4.49 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวต้นข้าวในวันที่ 7 หลังการ เพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง	111
4.50 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวรากของต้นข้าวในวันที่ 7 หลัง การเพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง	112
4.51 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวรวมของต้นข้าวในวันที่ 7 หลัง การเพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง	113
4.52 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดผักโขมในวันที่ 7 หลัง การเพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง	114
4.53 ค่าเฉลี่ยของสารผสมต่อความยาวต้นผักโขมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ในวันที่ 7 หลังการ เพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง	115
4.54 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวรากของผักโขมในวันที่ 7 หลัง การเพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง	116
4.55 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวรวมของผักโขมในวันที่ 7 หลัง การเพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง	117
5.1 Xanthoxilin	119
5.2 ทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี (TLC) ของสารสกัดในชั้นที่ 10	120
5.3 Mass spectrum ของแซนโทกซีลิน	120
5.4 แสดง ^1H – NMR ของแซนโทกซีลิน	121

คำย่อและคำอธิบายสัญลักษณ์

δ	Chemical shift
$^1\text{H NMR}$	^1H Nuclear magnetic resonance
$^{13}\text{C NMR}$	^{13}C Nuclear magnetic resonance
MS	Mass spectra
ppm	part per million
kg/ha	kilogram / hectare
g	gram



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การควบคุมวัชพืชทางการเกษตรในยุคปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่ใช้สารกำจัดวัชพืชที่ได้จากกระบวนการสังเคราะห์ อย่างไรก็ตาม ความปลอดภัยในการใช้สารเหล่านี้เป็นปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเนื่องจากสารเหล่านี้มีความเป็นพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมค่อนข้างสูง ดังนั้น การพัฒนาเพื่อให้ได้สารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่เพื่อทดแทนผลิตภัณฑ์เดิมเนื่องจากมีผลกระทบต่อวงจรของสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติจึงเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นการใช้สารกำจัดวัชพืชที่ผลิตจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติจึงได้รับความนิยมมากขึ้นเพราะว่ามีความปลอดภัยกว่าสารที่ได้จากการสังเคราะห์เนื่องจากสามารถสลายตัวได้ง่าย เมื่อถูกปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม

ข้อดีของการควบคุมวัชพืชในทางเกษตรคือได้ผลผลิตที่ดีและมีปริมาณมาก ดังนั้นการควบคุมและกำจัดวัชพืชจึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการเพิ่มผลผลิต ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นแหล่งสำคัญที่จะใช้พัฒนาในด้านเภสัชวิทยา กวีวิทยา และพยาธิวิทยา รวมทั้งสารกำจัดวัชพืช พบว่าสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติยังมีลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างไปจากสารสังเคราะห์แต่ให้ฤทธิ์ทางชีวภาพที่เหมือนกัน ซึ่งอุตสาหกรรมที่ผลิตสารกำจัดวัชพืชนอกจากจะคำนึงถึงความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังได้พยายามพัฒนาสารใหม่ให้สามารถออกฤทธิ์ได้หลายรูปแบบ

พืชส่วนใหญ่เริ่มสร้างภูมิคุ้มกันต้านทานสารกำจัดวัชพืชที่สังเคราะห์ส่วนใหญ่ได้ ทำให้สารเหล่านั้นไร้ประสิทธิภาพ จุดมุ่งหมายของงานวิจัยในปัจจุบันจะมุ่งเน้นไปที่บทบาทของอัลลีโลเคมีคัลซึ่งเป็นสารประกอบจากธรรมชาติ การศึกษาพืชปลูกที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตี กลไกและการทำงาน รวมไปถึงระยะเวลาในการคงอยู่เมื่อปลดปล่อยออกสู่ธรรมชาติ เทคโนโลยีทางชีวภาพอาจจะสร้างพืชปลูกที่มีสารกำจัดวัชพืชในตัวเองได้ด้วยการถ่ายทอดทางพันธุกรรมทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้สารสังเคราะห์อีกต่อไป

พริกหอมหรือกำจัดตัน (*Zanthoxylum limonella* L.) เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ ผลและเมล็ดใช้เป็นเครื่องเทศผสมกับเครื่องแกงของอาหารพื้นเมืองของภาคเหนือ โดยผลแห้งจะมีกลิ่นหอม ใช้ในการดับกลิ่นคาวของอาหาร และจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าสารสกัดในชั้นคลอโรฟอร์มและชั้นน้ำจากผลและเมล็ดของกำจัดตันมีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหัว (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus*) และผักกวางตุ้ง (*Brassica campestris* var. *chinensis*) ได้ดีที่สุด [1] งานวิจัยนี้ได้ศึกษาสารควบคุมวัชพืชจากพริกหอมโดยใช้เทคนิคคอลัมน์โครมาโตกราฟี ในการแยกสารให้บริสุทธิ์ จากการทดสอบพบว่าสาร

แซนโทกซีลิน (Xanthoxylin) มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตี ด้วยเหตุนี้จึงควรวิจัยและพัฒนาสารที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของสารที่มีอยู่ในผลกำจัดต้นเพื่อใช้ในการควบคุมวัชพืชต่อไป

1.2 จุดประสงค์ของงานวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาผลของสารสกัดหนอยจากผลกำจัดต้นโดยเอทิล อะซีเตต สารส่วนย่อยที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตในด้านการเลือกทำลาย (selectivity) ของสารต่อพืชทดสอบ ได้แก่ ได้แก่ มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ผักโขม (*Amaranthus tricolor*) ไมยราบ (*Mimosa pigra* L.) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli*) และ ผักกวางตุ้ง (*Brassica campestris* L. sp. chinensis)
- 1.2.2 เพื่อศึกษาผลของแซนโทกซีลินที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ ได้แก่ ข้าวและหญ้าข้าวนก โดยวิธี Water Culture test
- 1.2.3 เพื่อศึกษาผลของแซนโทกซีลินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ ได้แก่ ข้าว (*Oryza sativa*) โดยวิธี Agar test
- 1.2.4 เพื่อศึกษาถึงทิศทางการเข้าทำงานของแซนโทกซีลินโดยวิธีการจุ่มใบและรากของพืชทดสอบ ได้แก่ ต้นกล้าข้าว
- 1.2.5 เพื่อทดสอบผลของแซนโทกซีลินที่มีต่อการเจริญเติบโตในนาข้าวจำลองของพืชทดสอบ ได้แก่ ข้าวและหญ้าข้าวนก
- 1.2.6 เพื่อตรวจวัดหาปริมาณและอัตราการย่อยสลายของแซนโทกซีลินที่ทดสอบในนาข้าวจำลอง
- 1.2.7 เพื่อศึกษาสารคู่ผสมที่เหมาะสมที่ช่วยเพิ่มฤทธิ์ของสารอัลลีโลเคมีคัลที่พบได้ในธรรมชาติเมื่อนำมาผสมกันต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ ได้แก่ ข้าว ผักโขม
- 1.2.8 เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวิจัยและพัฒนาสารธรรมชาติจากพืชในการควบคุมวัชพืชต่อไป

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.3.1 ศึกษาผลของสารส่วนย่อย ที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบในขวดแก้ว ได้แก่ มะเขือเทศ ผักโขม ไมยราบ หญ้าข้าวนก และผักกวางตุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.3.2 ศึกษาผลของแชนทอกซีลินที่ความเข้มข้น 25 50 100 200 400 และ 800 ppm เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดข้าวและหญ้าข้าวนกโดยวิธี Water Culture test
- 1.3.3 ศึกษาผลของแชนทอกซีลินที่ความเข้มข้น 50 200 และ 400 ppm เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้แก่ ข้าว โดยวิธี Agar test
- 1.3.4 ศึกษาถึงทิศทางการเข้าทำงานของแชนทอกซีลินโดยวิธีการจุ่มใบและรากของพืชทดสอบได้แก่ ต้นกล้าข้าวในสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 50 100 200 และ 400 ppm เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น
- 1.3.5 ศึกษาถึงผลของแชนทอกซีลินโดยใช้ปริมาณ 10 20 40 และ 80 kg/ha เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการยับยั้งการเจริญของพืชทดสอบในนาข้าวแบบจำลอง
- 1.3.6 ตรวจวัดหาปริมาณและอัตราการย่อยสลายของแชนทอกซีลินในปริมาณ 20 kg/ha ที่ทดสอบในแบบจำลองนาข้าวโดยสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ได้แก่ เอทิลอะซิเตตแล้วนำมาวิเคราะห์หโดยเครื่องแกสโครมาโตกราฟ – แมสสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
- 1.3.7 ศึกษาถึงสารคู่ผสมที่เหมาะสมที่ช่วยเพิ่มฤทธิ์ของสารอัลลีโลเคมีคัลที่พบได้ในธรรมชาติได้แก่ พาราไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด ซินนามิก แอซิด ไชรินจิก แอซิด โดยผสมกับแชนทอกซีลิน ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบได้แก่ ข้าว และผักโขม
- 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
- 1.4.1 ทราบถึงผลของสารส่วนย่อย ที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบในขวดแก้วได้แก่ มะเขือเทศ ผักโขม ไมยราบ หญ้าข้าวนก และผักกวาดุ้ง
- 1.4.2 ทราบผลของแชนทอกซีลินที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวและหญ้าข้าวนกโดยวิธี Water culture test และ Agar test
- 1.4.3 ทราบถึงรูปแบบการดูดซึมของข้าวที่มีต่อแชนทอกซีลินเพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปประยุกต์ใช้จริง
- 1.4.4 ทราบถึงปริมาณและอัตราการย่อยสลายของแชนทอกซีลินที่ทดสอบในนาข้าวจำลองในช่วงระยะเวลา 28 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.4.5 ทราบถึงคุณสมบัติที่เหมาะสมที่ช่วยเพิ่มฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีของชินนามิก แอซิด พาราไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด ไชรินจิก แอซิด เมื่อนำมาผสมกับแซนโทกซีลิน
- 1.4.6 เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาสารธรรมชาติจากพืชในการควบคุมวัชพืชต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

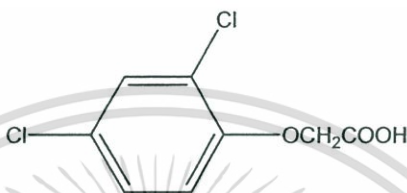
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัลลีโลพาที (allelopathy) เป็นผลโดยตรงหรืออ้อมจากพืชชนิดหนึ่งส่งไปยังพืชอีกชนิดหนึ่งผ่านทางสารเคมีที่ผลิตออกมาสู่สภาพแวดล้อม จากความหมายของคำว่า allelopathy อาจคล้ายคลึงกันกับการแข่งขัน (competition) ซึ่งต่างก็ทำให้เกิดผลในลักษณะคล้าย ๆ กันในกลุ่มพืช เช่น อาจมาจากการบดบังแสงหรือการแย่งน้ำ แย่งสารอาหารกันได้ อย่างไรก็ตาม การแข่งขันในเรื่องแสง น้ำ และธาตุอาหาร ก็สามารถตัดออกไปได้โดยการควบคุม ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อพืช เปรียบเทียบกับสารที่ต้องการทดสอบทำให้สามารถตั้งเป็นสมมติฐานได้ว่าการยับยั้งการเจริญเติบโตจากอัลลีโลพาที โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าสารประกอบเหล่านี้ถูกแยกและนำมาทดสอบภายใต้การควบคุมปัจจัยอื่น ๆ ที่หลากหลายออกไปเพื่อจำลองแปลงทดสอบ แนวคิดของอัลลีโลพาทีไม่ใช่สิ่งใหม่ พบว่าอัลลีโลพาทีได้ถูกบันทึกครั้งแรกในปี 285 ในเรื่อง Enquiry into Plants and Minor Works on Odors and Weather signs โดย Theophrastus [2] ซึ่งถูกแต่งขึ้นก่อนปี 285 ได้ศึกษาเกี่ยวกับ chick-pea ที่ส่งผลเสียกับดิน นอกจากนี้ยังพบว่าด้วชนิดนี้ทำลายวัชพืชรวมทั้งหนามกระสุน (*Tribulus terrestris*) ด้วย ต่อมา 3 ศตวรรษให้หลัง Plinius (1 A.D) ได้รายงานในหนังสือ Natural History เล่มที่ 17 ว่า chick-pea, barley และ fenugreek และ bitter vetch ทั้งหมดนี้ต่างก็ทำให้พื้นที่เพาะปลูกข้าวโพดเสียหาย [3] นอกจากนี้ยังอธิบายถึงผลกระทบจากต้นวอลนัทต่อพืชอื่นไว้ในหนังสือเล่มนี้อีกด้วย จากเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ เหล่านี้ได้ทำการศึกษากันมาเป็นเวลานานตั้งแต่ศตวรรษก่อนจนถึงปัจจุบัน ล้วนสนับสนุนว่าเป็นเหตุจากอัลลีโลพาที ในปี 1832 DeCandolle [4] อ้างถึงปัญหาการเสื่อมของดินซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับสารที่ปลดปล่อยออกมาจากพืชปลูก และยังคงกล่าวอีกด้วยว่า การปลูกพืชหมุนเวียนอาจช่วยแก้ปัญหานี้ได้ จะเห็นได้ว่าการปลูกพืชหมุนเวียนและการเตรียมพื้นที่เพาะปลูกด้วยการไถก่อนแล้วทิ้งเอาไว้มันได้ใช้กันมาเป็นระยะเวลาหลายศตวรรษแล้ว

อัลลีโลพาทีมาจากภาษากรีก คำว่า "Allelo" แปลว่า "อีกชนิดหนึ่ง" ซึ่งคล้ายกันกับภาษากรีกคำที่ว่า "allelon" ซึ่งแปลว่า "อีกอันหนึ่ง" เช่นกัน รากศัพท์คำต่อมาคือคำว่า "patho" หรือ "pathos" ซึ่งแปลว่าการได้รับความเสียหาย เชื้อโรค อัลลีโลพาที (allelopathy) จึงหมายถึงผลกระทบที่มักเป็นอันตราย (the pathos) ซึ่งเกิดจากพืชชนิดหนึ่งแล้วส่งผลไปยังพืชอีกชนิดหนึ่ง โดยสารเคมีที่มีพิษจากส่วนหนึ่งของพืชที่ยังมีชีวิตหรือผ่านทางสารปลดปล่อยเมื่อพืชนั้นตายแล้วหรือผลิตขึ้นมาเมื่อเนื้อเยื่อพืชถูกย่อยสลาย คำว่า อัลลีโลพาที ใช้ครั้งแรกโดย Molisch [5] นักพฤกษศาสตร์ชาวออสเตรียได้รวมเอาลักษณะของความเป็นพิษที่เกิดขึ้นจากจุลินทรีย์และพืชชั้นสูงรวมเข้าไว้ด้วยกันและถูกใช้ต่อกันเรื่อยมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำที่มีความหมายใกล้เคียงกันกับคำว่า อัลลีโลเคมีคัล (allelochemical) รู้จักกันในชื่อ kairomones (จากภาษากรีกคำว่า “ kai ” ที่แปลว่า “ ใหม่ ” และ “ hormaein ” ที่แปลว่า “ อยู่ในสถานะตื่นเต้นหรือกระตือรือร้น ”) ซึ่งให้ผลในการกระตุ้นการทำงานต่อสิ่งมีชีวิตเมื่อได้รับสารนี้เข้าไป kairomones ที่พบตามธรรมชาติเช่น จากผักตบชวาถือได้ว่าเป็นสารดึงดูดแมลงที่มีฤทธิ์ดีมากสำหรับด้วง (*Necocheitina eichhorniae*) และ ไร (*Orthogalumna terebrantis*) kairomone จะถูกปล่อยออกมาเมื่อพืชได้รับบาดเจ็บเกิดเป็นบาดแผลบริเวณผิวหนังของส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเกิดจากการกัดแทะหรือโดยสารกำจัดวัชพืช 2,4-D



รูปที่ 2.1 2,4 - D

โดย kairomone จะเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการเจริญเติบโตของผักตบชวาโดยดึงดูดด้วงและไรมายังบริเวณของบาดแผลของต้นพืช [6] ทั้งนี้ kairomone ให้ผลดีกับแมลง การควบคุมผักตบชวาจึงสามารถทำได้โดยใช้แมลงประกอบกับสารกำจัดวัชพืช

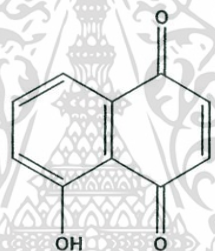
ความสัมพันธ์ทางอัลลีโลพาที่เป็นเรื่องราวทางเคมี ซึ่งการค้นพบสาเหตุของความสัมพันธ์แบบนี้อาจจะนำมาซึ่งความรู้อันมีค่าทางชีววิทยาและทางเคมี อย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ของยาที่มนุษย์ใช้กันก็มีต้นกำเนิดมาจากธรรมชาติ อันตรกิริยาทางธรรมชาติจำนวนมากเป็นปฏิกิริยาทางเคมี และบางส่วนก็เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ของวัชพืช [7] คำว่า การรบกวน (interference) มีลักษณะที่เป็นผลในแง่ลบ ความหมายคือพืชชนิดหนึ่งสามารถมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชอื่นๆ การแข่งขันถูกจัดให้เป็นส่วนหนึ่งของการรบกวน และเกิดขึ้นเนื่องจากการขาดแคลนหรือการมีทรัพยากรไม่เพียงพอหรือค่อนข้างจำกัด อัลลีโลพาที่เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการรบกวน ซึ่งเกิดจากพืชชนิดหนึ่ง ผ่านทางชิ้นส่วนหรืออวัยวะที่ยังมีชีวิตอยู่ หรือ เนื้อเยื่อที่ถูกย่อยสลายไปแล้วก็ตาม ส่งผลรบกวนต่อพืชอีกชนิดหนึ่ง ผ่านสารเคมีที่มีฤทธิ์ในการยับยั้ง อธิบายได้โดย Interference = Competition + Allelopathy+Indirect Source

อัลลีโลพาที่จัดเป็นวิธีใหม่ในการควบคุมวัชพืช ตัวอย่างเช่น เมล็ดข้าวโพดและหญ้าไร่จะถูกยับยั้งการงอก ถ้าปลูกเมล็ดบิที่ควบคุมไปด้วย ถ้าเพาะเมล็ดยาสูบเป็นเวลา 6 วันในจานเพาะเมล็ดและเติมสารสกัดดินที่หมักด้วยทิมอที ปลายรากของต้นยาสูบจะกลายเป็นสีดำภายในเวลา 1

ข้าวโม่ ขณะที่การเพิ่มความยาวของรากไม่ได้รับผลใด ๆ ถ้าเติมสารสกัดจากดินที่หมักด้วยข้าวโม่ ผลจะเป็นตรงกันข้ามคือช่วยเพิ่มความยาวราก ซากของทิมูที่ ข้าวโพด ข้าวโม่ และ ใบยาสูบ สามารถลดอัตราการหายใจของเมล็ดยาสูบเองได้ [8]

Kooper [9] ศึกษาทุ่งหญ้าที่ใช้ในการเกษตรของ Pasuruan บนเกาะ Java ในประเทศ อินโดนีเซีย ที่ใช้พื้นที่ในการปลูกข้าว ข้าวโพด Kooper พบว่า เมล็ดพืชหลายชนิดที่ไม่สามารถเจริญงอกงามขึ้นมาได้ ถ้าไม่ถูกแยกออกจากพื้นที่บริเวณนี้ การแข่งขันในเรื่องแสงหรือน้ำ ไม่ได้เป็นสาเหตุของการยับยั้งของเมล็ดพืชเหล่านี้ Kooper กล่าวเสริมไว้ด้วยการปลูกพืช จำพวกผักก่อนหน้านั้นช่วยให้ดินเกิดปรากฏการณ์ทางอัลลีโลพาตีและได้ทำการตรวจสอบว่าเมล็ด พืชชนิดใดสามารถงอกและคงอยู่ได้ในพื้นที่นี้

อย่างไรก็ตาม ปรากฏการณ์ดังกล่าวได้มีการถูกศึกษาก่อนหน้านี้โดย Putnam [10] ตัวอย่าง ที่พบได้ของอัลลีโลพาตีคือ การค้นพบปรากฏการณ์ที่มีลักษณะเป็นอัลลีโลพาตีในปาวอลนัทของ [11] พืชชนิดอื่นนอกจากต้นวอลนัทอีก 2 – 3 ชนิดที่ดำรงชีวิตรอดอยู่ได้ภายใต้ร่มเงาของป่าที่บ จากฤทธิ์ของจูไกลอน (รูปที่ 2.2) ซึ่งเป็นควิโนนที่ได้จากรากของต้นวอลนัท [12]



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของจูไกลอน

ผลของจูไกลอนแสดงให้เห็นได้ชัดในกรณีที่นำมาทดสอบในแปลงทดสอบที่เป็นเรือนกระจก เพราะสารสังเคราะห์ของพืชบางชนิดเช่น สารประกอบฟีนอลิก ต้องได้รับแสงอัลตราไวโอเลตในระดับที่เพียงพอต่อกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพในต้นพืช [13] จึงสามารถออกฤทธิ์ได้

การศึกษาของ Muller และคณะ [14] ในแคลิฟอร์เนีย พบว่าพุ่มไม้หนามของ California นั้น มักพบอยู่ใกล้ ๆ กัน แต่ไม่ขึ้นรวมกันกับพืชชนิดอื่น California sagebush ไม่มีพืชอื่นใด เจริญเติบโตได้ในบริเวณที่พืชจำพวกนี้ขึ้นอยู่ แต่จะเจริญเติบโตได้ระหว่างแนวของต้นพืชชนิดนี้ และยังพบว่ากลุ่มสารที่เป็นเทอร์พีนโดยเฉพาะแคมเฟออร์ (monoterpene ketone) และ ซินีโอล (terpene ether) ซึ่งผลิตโดยพุ่มไม้หนามเหล่านี้ ทำให้เกิดแนวช่องว่างดังกล่าวขึ้นมา โดยพบว่า

ไม้พุ่มชนิดนี้เป็นความผิดปกติของสายพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีการค้นพบสารในกลุ่มเดียวกันโดย Rice [15,16] และ Thompson [17]

พืชชนิดหนึ่งไม่ได้ส่งผลกระทบต่อพืชอีกชนิดหนึ่งอย่างชัดเจน ตรงกันข้าม ผลดังกล่าวอาจเกิดขึ้นตามปกติหรือโดยบังเอิญ ในระบบนิเวศน์ตามธรรมชาติบางครั้งปรากฏการณ์อัลลีโลพาที่เข้าไปเกี่ยวข้องกับระบบการวิวัฒนาการ พืชที่มีสารอัลลีโลพาที่จะถูกเลือกให้คงอยู่ด้วยระบบดังกล่าว เพราะว่าพืชที่มีอัลลีโลพาที่สามารถอยู่รอดได้โดยไม่ต้องแข่งขันกับพืชอื่นในบริเวณใกล้เคียงด้วยกระบวนการเคมีที่ผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลออกมา การใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองไม่ได้หมายความว่าพืชที่ไร้พิษภัยกรไปโดยเปล่าประโยชน์เพราะไม่มีพืชกลุ่มใดที่วิวัฒนาการได้เองโดยไม่ต้องอาศัยทรัพยากรธรรมชาติ การศึกษาปรากฏการณ์เช่นนี้จะทำให้เราเข้าใจกระบวนการวิวัฒนาการของพืชได้มากยิ่งขึ้นและเป็นไปได้ที่จะนำองค์ความรู้ที่ชัดเจนไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมและสังเคราะห์สารกำจัดวัชพืชใหม่ๆ

บทวิจารณ์เรื่องอัลลีโลพาที่ถูกรวบรวมขึ้นโดย Putnam [10,18] และรายงานการประชุมของ American Society Symposium ทางเคมีในเรื่องอัลลีโลพาที่ [17] Putnam [10,18] ได้ลำดับรายชื่อวัชพืช 50 ชนิดที่ส่งผลกระทบต่อพืชชนิดอื่น ๆ หรือพืชปลูก (ตาราง 2.1) อัลลีโลพาที่ถูกศึกษาควบคุมกับพืชปลูกจำนวนมากและพยายามหาพืชปลูกที่มีฤทธิ์ในลักษณะเดียวกันนี้ด้วย [10,16,17,19] ซากของพืชปลูกจำนวนมากมีฤทธิ์ทาง phytotoxic ต่อพืชชนิดอื่น (ตาราง 2.2 [18-19])

ตารางที่ 2.1 วัชพืชทั่วไปที่ส่งผลกระทบต่อฤทธิทางอัลลีโลพาที่ต่อระบบสิ่งแวดล้อมทางการเกษตร [18-19]

วัชพืช	พืชที่ได้รับผลกระทบ
ก้นจ้ำ (<i>Bidens biternata</i>)	วัชพืชหลายชนิด
หญ้าแพรก (<i>Cynodon dactylon</i>)	กาแฟ
Bluegrass (<i>Poa secunda</i> J. Presl)	มะเขือเทศ
California peppertree (<i>Schinus molle</i>)	แตงกวา ข้าวสาลี
Canada thistle (<i>Cirsium arvense</i>)	วัชพืชหลายชนิด
Catnip (<i>Nepata cataria</i>)	ถั่ว ข้าวสาลี
หญ้านาคา (<i>Brachiaria ruaziensis</i>)	วัชพืชหลายชนิด
Common chickweed (<i>Stellaria media</i>)	ข้าวบาเลย์
Common lambsquarter (<i>Chenopodium spp</i>)	แตงกวา ข้าวไร้ด ข้าวโพด
ต้นรัก	ข้าวฟ่าง
ผักเบี้ยใหญ่ (<i>Portuca Oleracea</i>)	ถั่ว ข้าวสาลี
Common ragweed (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	วัชพืชหลายชนิด
Corn cockle (<i>Agrostemma githago</i>)	ข้าวสาลี
Diffuse knapweed (<i>Centaurea diffusa</i>)	หญ้าไร้
Dock (<i>Rumex hastatulus</i>)	ข้าวโพด pigweed (<i>Amaranthus spp.</i>) ข้าวฟ่าง
Flaxweed (<i>Descurainia sophia</i>)	ป่าน
หญ้าซีทาเรีย (<i>Setaria sphacelata</i>)	ข้าวโพด
Giant ragweed (<i>Ambrosia trifida</i>)	ถั่ว ข้าวสาลี
Goldenrod (<i>Solidago sphacelata</i>)	วัชพืชหลายชนิด
Heath (<i>Heliotropium curassavicum</i>)	Red clover (<i>Trifolium pratense</i>)
Italian ryegrass (<i>Lolium perenne</i> ssp.)	วัชพืชหลายชนิด
ลำโพง (<i>Datura metel</i>)	วัชพืชหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 พืชบางชนิดที่เศษซากของมันมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตี [19]

พืชปลูก	พืชที่ได้รับผลกระทบ
หญ้าอัลฟาฟา (<i>Medicago sativa</i>)	Alfafa (ยับยั้งพืชชนิดเดียวกันเอง)
แอปเปิ้ล	แอปเปิ้ล (ยับยั้งพืชชนิดเดียวกันเอง)
หน่อไม้ฝรั่ง (<i>Asparagus racemosa</i>)	วัชพืชหลายชนิด
ข้าวบาเลย์ (<i>Hordeum vulgare</i>)	วัชพืชหลายชนิด
ถั่ว	ถั่ว ข้าวสาลี
กะหล่ำปลี (<i>Anthocleista nobilis</i>)	ผักขม
Clover ,red (<i>Trifolium pratense</i>)	วัชพืชหลายชนิด
Clover,white (<i>Trifolium repens</i>)	หัวผักกาด
กาแฟ	วัชพืชหลายชนิด
ข้าวโพด	วัชพืชหลายชนิด
แตงกวา	วัชพืชหลายชนิด
ถั่วเลนทิล (<i>Lens esculenta</i>)	ข้าวสาลี
ข้าวโอ๊ต	วัชพืชหลายชนิด
ถั่ว	วัชพืชหลายชนิด
ข้าว	ข้าว (ยับยั้งพืชชนิดเดียวกันเอง)
ข้าวไรย์	วัชพืชหลายชนิด
หญ้าไรย์	วัชพืชหลายชนิด
Smooth broomgrass (<i>Andropogon scoparius</i> var. <i>scoparius</i> f. <i>calvescens</i>)	วัชพืชหลายชนิด
ข้าวฟ่าง (<i>Sorghum vulgare</i> Pers.)	วัชพืชหลายชนิด
ทานตะวัน	วัชพืชหลายชนิด
ข้าวสาลี	วัชพืชหลายชนิด

2.1 เคมีของอัลลีโลพาตี

โดยทั่วไปพืชสร้างสารจำนวนมากเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและการพัฒนาส่วนต่าง ๆ ที่เราไม่ทราบประโยชน์ที่แน่ชัดของมัน สารเหล่านี้ถูกจัดเป็น secondary metabolite และมักพบว่าเป็นสารประกอบที่ไม่ทราบถึงประโยชน์และหน้าที่ทางด้านกายภาพ สมมติฐานที่ว่าสารเหล่านี้อาจส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นนั้นไม่ได้ตั้งขึ้นมาอย่างไรเหตุและผล อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อพิสูจน์เพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยืนยันสมมติฐานเพราะอัลลีโลเคมีคัลส่วนใหญ่ให้ผลผ่านทางดิน ซึ่งมีสารเคมีตัวอื่น ๆ อีกหลายชนิดที่อาจให้ผลที่คล้ายคลึงกัน

ตารางที่ 2.3 สารประกอบอัลลีโลพาที่ที่แยกได้แล้วจากพืชชนิดต่างๆ [18]

Common name	Chemical class	Natural source
Acetic acid	Aliphatic acid	Decomposing straw
Allylisoithiocyanate	Thiocyanate	Mustard plants
Arbutin	Phenolic	Manzanita shrubs
Caffeine	Alkaloid	Coffee plants
Camphor	Monoterpenes	<i>Salvia</i> shrubs
Cinnamic acid	Aromatic acid	Guayule plants
Dhurrin	Cyanogenic glucoside	Sorghum plants
Galic acid	Tannin	Spurge plants
Juglone	Quinone	Black walnut trees
Phlorizin	Flavonoid	Apple roots
Psoralen	Furanocoumarin	<i>Psoralea</i> plants

การศึกษาให้ได้บทสรุปนั้นน่าจะทำได้ยาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแยก และสกัดสารอัลลีโลพาที่ออกจากดิน ซึ่งสารอัลลีโลพาที่เหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงไปในขั้นตอนการแยก บางทีสิ่งที่แยกหรือสกัดออกมาได้ แล้วนำไปศึกษานั้นอาจไม่ใช่สารตัวเดียวกันกับที่พืชผลิตขึ้นมา

สารอัลลีโลเคมีคัลนั้นมีมากมายหลายชนิดตั้งแต่โมเลกุลอย่างง่ายเช่น แอมโมเนียไปจนถึงสารที่โมเลกุลมีความซับซ้อนมากขึ้นเช่น ควิโนน จูโกลอน เทอร์พีน แคมเฟอร์ และ ซินีโอล หรืออาจเป็น ฟลาโวนอยด์ที่มีการเชื่อมต่อกันอย่างซับซ้อน เช่น Phlorizin (แยกมาจากรากของแอปเปิ้ล) หรือคาเฟอีนที่เป็นเฮเทอโรไซคลิกอัลคาลอยด์ (heterocyclic alkaloid) [10, 15, 17] Putnam [10] ได้ลำดับชื่อกลุ่มสารเคมีจำนวนมากที่เป็นอัลลีโลพาที่ ได้แก่ กรดอินทรีย์ และ อัลดีไฮด์ สารอะโรมาติก แอซิด แล็กโตนอย่างง่ายที่ไม่อิ่มตัว คูมาริน ควิโนน ฟลาโวนอยด์ แทนนินส์ อัลคาลอยด์ เทอร์พีนอยด์ และ สเตียรอยด์ สารประกอบขนาดใหญ่บางชนิดเช่น กรดไขมันที่มีสายโซ่ยาวและสารประกอบที่ไม่สามารถจำแนกได้บางชนิด (unknown) เป็นต้น ความแตกต่างและความซับซ้อนทางเคมีของอัลลีโลพาที่ถูกระบุไว้ในตารางที่ 2.3 ความแตกต่างเหล่านี้แสดงให้เห็นกลไกจำนวนมากของการออกฤทธิ์รวมถึงผลที่มาจากพวกเข้าด้วยกัน และจึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้สมมติฐานหรือการอธิบายด้วยทฤษฎีเป็นไปได้มากยิ่งขึ้น เคมีของอัลลีโลเคมีคัลนั้นซับซ้อน เหมือนกันกับเคมีของสารกำจัดวัชพืชที่สังเคราะห์ขึ้นมา

มีการศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์อัลลีโลพาตีที่เกิดขึ้นในกลุ่มพืช ถึงความสำคัญในธรรมชาติของอัลลีโลพาตีและความสามารถในการนำไปใช้ในแปลงพืชปลูกจริง มีรายงานเกี่ยวกับการใช้สารอัลลีโลพาตีทดสอบกับพืชปลูกและวัชพืชจำนวนมาก [10, 18, 19] แต่ยังขาดการพิสูจน์ถึงความสำคัญของสารเหล่านี้ต่อธรรมชาติ กระบวนการทดสอบต้องมีลักษณะบางอย่างที่สอดคล้องกันกับสมมติฐานของ Koch [20] ที่เสนอขึ้นสำหรับโรคพืชในปี 1983 และปรับปรุงโดย Smith [21]

สมมติฐานดังกล่าวที่เกี่ยวข้องกับอัลลีโลพาตี [10, 22] มีดังนี้

1. ศึกษา อธิบาย และตรวจหาระดับการรบกวนในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติได้
2. แยก ระบุชื่อและสังเคราะห์สารที่ตรวจพบได้
3. ใช้สารในปริมาณและอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สร้างผลกระทบเลียนแบบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติได้ [20]
4. ตรวจสอบการปลดปล่อย เคลื่อนย้ายและดูดซึมและแสดงให้เห็นว่าผลที่เกิดขึ้นสามารถสังเกตได้

ทั้ง 4 ขั้นตอนนี้เป็นกระบวนการที่ทำได้ยากและต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง ข้อพิสูจน์ที่แม่นยำไม่ได้มุ่งเน้นที่ผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ อย่างไรก็ตาม การศึกษาผลกระทบต่อระบบนิเวศน์เป็นสิ่งจำเป็นเพราะงานวิจัยทางด้านอัลลีโลพาตีจะเริ่มจากผลที่สังเกตเห็นไปสู่สาเหตุของผลเหล่านั้นหมายถึงเป็นไปได้ที่จะละเลยผลต่อธรรมชาติ

อันที่จริงแล้ว การศึกษาหรือตรวจพิสูจน์เอกลักษณ์ของสาร หรือแสดงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากพืชชนิดหนึ่งต่อพืชอีกชนิดหนึ่งเป็นสิ่งไม่จำเป็นเนื่องจากผลทางอัลลีโลพาตีที่เกิดขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจงต้องถูกแสดงผ่านการศึกษาด้านสารเคมีต่อต้นพืช และไม่จำเป็นที่จะต้องพิสูจน์ว่าพืชที่สนใจนั้นเป็นแหล่งผลิตอัลลีโลเคมีคัล ถ้าสารอัลลีโลเคมีคัลถูกแยกและระบุชื่อเอกลักษณ์ของสารได้ อาจนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยที่ยังไม่ต้องมีข้อพิสูจน์ที่สมบูรณ์ของพืชที่เป็นต้นกำเนิดของสารหรือฤทธิ์ทางกายภาพ พื้นฐานทางเคมีและชีววิทยายังคงเป็นสิ่งที่ท้าทายทางวิทยาศาสตร์อยู่เสมอๆ การทำงานไปพร้อม ๆ กับความรู้ที่ยังไม่ค่อยชัดเจนเป็นเรื่องที่ค่อนข้างเสี่ยงมาก แต่สามารถทำให้ประสบความสำเร็จได้ ตัวอย่างเช่น นักวิทยาศาสตร์ทางเภสัชวิทยาไม่ทราบว่ายาแอสไพรินสามารถรักษาบาดแผลได้อย่างไร เช่นเดียวกับที่นักวิทยาศาสตร์ทางวัชพืชไม่ทราบว่ายาน้ำส้มสายชูกำจัดวัชพืชได้อย่างไร แต่ทั้งคู่ต่างใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การผลิตสารอัลลีโลเคมีคัล

การผลิตสารมีหลายรูปแบบในสิ่งแวดล้อมซึ่งบางครั้งเกี่ยวข้องกับความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมทำให้พืชเกิดความเครียด (stress) และผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลในปริมาณมากกว่าปกติ ลักษณะเช่นนี้สามารถเกิดขึ้นกับสวนโตของพืชก็ได้ [15] แต่เมล็ดและใบเป็นส่วนที่มีสารอยู่รวมตัวกันมากที่สุด แหล่งผลิตสารจึงกลายเป็นสิ่งสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอัลลีโลเคมีคัลในการควบคุมวัชพืช ตัวอย่างเช่นอัลลีโลเคมีคัลที่สกัดจากดอกหรือผลจะมีปริมาณน้อยกว่าสกัดจากรากหรือลำต้นของต้นเดียวกัน [10] สำหรับการควบคุม การใช้พืชทั้งต้นคลุมรวมกับดินอาจทำให้เกิดการกระจายตัวของสารอัลลีโลเคมีคัลไปทั่วพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละส่วนของต้นพืชสร้างสารอัลลีโลเคมีคัลได้ทั้งสิ้น ดังนั้นปริมาณจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับจุดประสงค์ในการใช้เพื่อควบคุมและถ้าต้องการผลที่เฉพาะเจาะจง ปริมาณสุทธิและความเข้มข้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องคอยตรวจสอบอยู่เสมอ [10]

มีหลักฐานสนับสนุนการเพิ่มการผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลเนื่องจากพืชได้รับความเครียดจากสิ่งแวดล้อม [10, 16, 19] ตามปกติการผลิตสารนั้นได้รับอิทธิพลจากความชื้น คุณภาพและระยะเวลาที่ได้รับแสง ในลักษณะของการได้รับแสงอุลตราไวโอเล็ตที่เข้มและช่วงวันที่ยาวนานขึ้น ทำให้ผลิตสารออกมาได้มากขึ้นเช่นกัน [22] วัชพืชจึงอาจสร้างสารอัลลีโลเคมีคัลได้น้อยลงเพราะแสงอุลตราไวโอเล็ตถูกกรองเอาไว้ด้วยร่มเงาของพืชปลูกได้ จากข้อสมมติฐานพบว่าพืชปลูกที่สร้างร่มเงาอาจสามารถลดการทำงานของสารอัลลีโลเคมีคัลจากวัชพืชได้ ปริมาณของสารอัลลีโลเคมีคัลที่สร้างจะเพิ่มมากขึ้นถ้าหากว่าพืชอยู่ในสภาวะขาดแร่ธาตุ ขาดน้ำจนถึงแห้งแล้ง และอุณหภูมิเย็นจัดกว่าสภาวะเหมาะสมที่สามารถเจริญเติบโตตามปกติ ในบางกรณี พืชได้รับผลจากสารกำจัดวัชพืชบางตัวที่ควบคุมการเจริญเติบโตอาจเพิ่มการผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลได้ เพราะว่าความเครียดนั้นมีผลต่อการสร้างสารอัลลีโลเคมีคัล ดังนั้นเราจึงอาจตั้งเป็นสมมติฐานได้ว่าความเครียดเกี่ยวข้องกับอัลลีโลเคมีคัลหรือความอ่อนแอของวัชพืช และพืชปลูกเองหรืออาจทั้งคู่ ด้วยเหตุนี้ลักษณะการแข่งขันของพืชปลูก กับวัชพืช (competition) และอัลลีโลพาที (allelopathy) จึงไม่สามารถแยกออกจากกันเสียทั้งหมด

อัลลีโลเคมีคัลเข้าสู่ธรรมชาติได้หลายทางด้วยกันในหลาย ๆ ช่วงเวลาและรูปแบบกับช่วงเวลานี้เองจะเป็นตัวกำหนดลักษณะของการออกฤทธิ์ (รูปที่ 2.3) พืชสามารถปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมีคัลได้หลายรูปแบบด้วยกัน สรุปได้ 4 วิธีด้วยกันคือ

1. การระเหย (Volatization) – สารอัลลีโลเคมีคัลส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของน้ำมันหอมระเหยที่พืชอาจปลดปล่อยออกมาทางใบหรือลำต้นเช่น *Artemisia princeps* var. *orientalis* ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus globulus*) ซัลเวีย (*Salvia leucophylla*, *S. melligera* และ *S. apiana*) ปลดปล่อย

สารระเหยประเภท terpenoid เช่น monoterpenes sesquiterpenes camphor และ cineole [10, 23, 24]

2. การชะล้าง (Leaching) สารอัลลีโลพาที่ที่เกิดจากฝน น้ำค้างหรือหมอก น้ำในอากาศจะเป็นตัวชะล้างสารอัลลีโลเคมีคัลที่ติดอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชลงสู่พื้นดิน เช่น velvet leaf (*Abutilon theophrasti*) ผลิตสารพิษเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลายสารพิษจากต้นพืชจากส่วนที่อยู่เหนือดินหรือส่วนที่อยู่ใต้ดิน [10] การชะล้างสารทุติยภูมิจากต้น *Datura Stramonium* ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของข้าวสาลี (*Triticum aestivum*) และถั่วเหลือง เป็นต้น [24]

3. การปลดปล่อยสารพิษออกทางราก (Root Exudation) น้ำจะเป็นตัวพาสารที่อยู่ภายในรากออกมา แสดงว่าสารส่วนใหญ่ถูกสะสมอยู่ที่ส่วนนี้ เช่น หงอไม้ฝรั่ง (*Asparagus officinalis*) เป็นพืชที่ปลดปล่อยสารพิษออกทางรากมายับยั้งการเจริญเติบโตของพืชชนิดเดียวกัน (autotoxicity) ที่ปลูกตามมาภายหลัง [24] การปลดปล่อยสารพิษออกทางรากของฝ้าย (*Gossypium hirsutum* L.) ซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกตามมา เช่น ฝ้าย ข้าวฟ่าง (*Sorghum bicolor* L.) เป็นต้น [25]

4. การย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในดิน (Decomposition of Residue) ซากพืชที่ตายแล้วจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์และปลดปล่อยสารต่าง ๆ ซึ่งมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่ออกมา เช่น พืชชนิดหนึ่งขณะดำรงชีวิตอยู่ไม่ได้สร้างสารอัลลีโลเคมีคัลแต่อย่างใด ภายใต้น้ำที่มีสาร A อยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อพืชชนิดหนึ่งตายลงจุลินทรีย์จึงเข้ามามีส่วนร่วมในการย่อยสลาย และจุลินทรีย์ย่อยสลายสาร A ด้วยพร้อมกับเปลี่ยนสาร A ให้กลายเป็นสาร B ซึ่งมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่ เช่น สาร phenol ที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเศษซากใบของต้นสน (*Pinus nurecata* D. Don) มีผลให้ปริมาณธาตุไนโตรเจนที่อยู่ในดินเจือจาง [26] ในขณะที่ซากของ *Sorghum halepense* L. จะปลดปล่อยกรดคลอโรจีนิก (chlorogenic acid) กรดคูมาริก (coumaric acid) และกรดวานิลลิก (vanilic acid) ซึ่งมีผลยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของทานตะวัน (*Helianthus annus* L.) มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill) และ ผักกาดหัว (*Raphanus sativus* var. *longipinnatus* L.) [24]

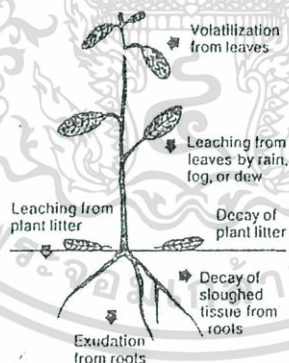
ถึงแม้ว่า สารเคมีกับฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่อาจจะแสดงผลกับพืชหลายชนิด แต่ไม่ได้หมายความว่า จะใช้ได้กับพืชทุกชนิด แม้ว่าหลังจากสารเคมีถูกแยก และตรวจสอบโครงสร้างแล้ว การดำรงอยู่ของสารในสภาพแวดล้อมหลังจากพืชปลดปล่อยออกมาแล้วอาจจะเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการทำงานของสาร

อัลลีโลเคมีคัลเข้าสู่สภาพแวดล้อมผ่านการระเหยหรือรากปลดปล่อยออกมา และลำเลียงผ่านทางดินโดยการชะล้าง (รูปที่ 2.3) วิธีการนี้จัดได้ว่าเป็นอัลลีโลพาที่อย่างแท้จริง สารพิษอาจ

ส่งผลโดยการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ได้เช่นกัน รูปแบบนี้จัดเป็นลักษณะของสารตามธรรมชาติที่เปลี่ยนเป็นอัลลีโลเคมีคัลหลังจากที่ถูกปลดปล่อยออกจากต้นแล้ว

วัชพืชสามารถผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลและส่งผลต่อพืชปลูก หรือในทางกลับกัน ถึงแม้ว่าจะยังไม่ได้มีการศึกษากันมากนัก [18] เป็นไปได้ว่าพืชปลูกบางชนิดผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลและพืชปลูกเหล่านี้สามารถปลูกขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ทางอัลลีโลพาตี มีการแนะนำกันว่าพืชปลูกที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีที่สามารถปลูกเป็นพืชหมุนเวียนหรือปลูกควบคู่กับพืชหลักในช่วงเวลา 1 ปีหรือระหว่างปีเพื่อผลทางอัลลีโลพาตีต่อวัชพืช ข้าวไรย์และซากต้นข้าวแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ควบคุมวัชพืชได้ดีในหลาย ๆ ระบบการเกษตร [27] ซากของข้าวไรย์ลดอัตราการงอกของผักกาดหอมและข้าวฟ่าง 58 และ 35 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เนื้อเยื่อของลำต้นของข้าวไรย์ยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหอม 52 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีกับหญ้าข้าวนกและเครส [28] การประยุกต์ใช้ที่อาจเป็นไปได้อีกอย่างหนึ่งคือการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของความสามารถในการผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลที่ควบคุมวัชพืชได้ไปยังพืชปลูก ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าทางกายภาพและเคมีอีกมากจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะเป็นหนทางสู่ความสำเร็จในการนำสารอัลลีโลเคมีคัลมาใช้งาน จากการศึกษาพบว่ามีโอกาสเป็นไปได้สูงที่พืชปลูกจะทำการควบคุมวัชพืชเองได้มากกว่าที่เป็นอยู่

Leaves, roots, and litter are allelochemical sources



Allelopathic chemicals from plants may be released from living leaves as volatiles or leachates or from roots through exudation or sloughing off of dead tissues. They also may be leached from leaf litter on the soil surface

รูปที่ 2.3 แหล่งของสารอัลลีโลพาตี [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อัลลีโลพาทีและระบบนิเวศน์ของวัชพืชและพืชปลูก

Aldrich [22] กล่าวว่าอัลลีโลพาทีที่มีส่วนร่วมกับระบบนิเวศน์ของวัชพืชและพืชปลูกใน 3 ลักษณะด้วยกัน

2.3.1 ผลต่อสัดส่วนของวัชพืช

เพราะเหตุใดพืชชนิดหนึ่งจึงส่งผลต่อพืชอีกชนิดหนึ่งได้เป็นคำถามที่นักนิเวศวิทยาพยายามศึกษากันมาเป็นเวลาหลายปี นักวิทยาศาสตร์ทางวัชพืชสนใจในคำถามเดียวกันนี้แต่มุ่งเน้นไปที่พืชปลูกเท่านั้น นักวัชพืชศาสตร์ยอมรับว่าพืชสามารถเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและสามารถถูกเปลี่ยนแปลงได้เช่นกัน การสร้างกลุ่มสิ่งมีชีวิตจำนวนมากต้องมาจากการผลิตเมล็ดพืชจำนวนมาก ขณะที่กลุ่มพืชที่สร้างขึ้นมาจากภายหลังก็มีความสามารถในการแข่งขันกับกลุ่มแรก ๆ เพื่อการดำรงชีวิตอยู่ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับความจริงในการเกษตรในอดีตและในกลุ่มพืชปลูกรายปี ในปัจจุบันนักนิเวศวิทยาแสดงให้เห็นว่า พืชที่สามารถอยู่รอดได้อาจจะเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมให้กลายเป็นข้อได้เปรียบของมัน เช่น การเปลี่ยนไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินได้โดยปลดปล่อยตัวยับยั้งการสร้างไนโตรเจนหรือปฏิกิริยา Nitrification [10 , 17]

2.3.2 การรบกวนวัชพืช

เมล็ดของวัชพืชสามารถรอดชีวิตอยู่ได้ในดินเป็นระยะเวลาอันยาวนานและตัวยับยั้งการย่อยสลายทางเคมีมีส่วนเกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ ยังไม่มีการศึกษากันถึงชนิดของสารยับยั้ง (inhibitor) จากเมล็ดพืช อัลลีโลเคมีคัลจะนำไปใช้โดยวิธีการปลูกรวมกันของวัชพืชกับเมล็ดพืชอื่นหรือใช้ซากของพืชตกลงไปในดิน การประยุกต์ใช้จึงอาจต้องพึงการค้นหาสารเคมีที่เฉพาะเจาะจงและการออกฤทธิ์ของมัน เมื่อเทียบจำนวนเมล็ดกับปริมาณซากพืชที่ใช้ ความเป็นไปได้ในการใช้ซากพืชก็มีมากกว่าการใช้เมล็ดควบคุมกันเอง

มีการศึกษาปัญหาเกี่ยวกับกับการปลูกพืชทั้งชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันในแปลง [10 , 15] เพื่อแสดงผลทางอัลลีโลเคมีคัลที่มีต่อการเจริญของพืชปลูก Putnam [19] ได้แสดงให้เห็นถึงฤทธิ์ทางอัลลีโลเคมีคัลของซากข้าวฟ่างต่อการควบคุมวัชพืชในขั้นตอนของระบบการปลูกพืชหมุนเวียน ปัญหายังคงมีอยู่ในการแบ่งแยกผลทางอัลลีโลเคมีคัลจากการแข่งขัน การศึกษาในแปลงที่เป็นเรือนกระจกส่วนใหญ่ไม่สามารถแปลผลโดยตรงได้เพราะอิทธิพลจากความแตกต่างทางภูมิอากาศ ดิน และสภาพทางชีววิทยา และผลเกี่ยวกับความซับซ้อนของดินกับสภาพความเป็นจริงตามธรรมชาติ อัลลีโลพาทียังคงต้องการวิธีการทดลองที่เหมาะสมสำหรับความแตกต่างออกไปแต่ต้องเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องและประยุกต์ใช้ได้กับการทดลองในเรือนกระจกเพื่อสภาวะที่เหมือนจริงตามธรรมชาติมากที่สุด

2.3.3 การควบคุมวัชพืช

ข้าวไร่ซึ่งเป็นพืชปลูกคลุมดินในฤดูใบไม้ผลิไม่สามารถลดปริมาณของแลมบ์ สควอเตอร์ (lambquarter) 98 เปอร์เซนต์ แรคเว็ด (ragweed) 90 เปอร์เซนต์และแครป กลาส (crabgrass) 42 เปอร์เซนต์เมื่อเทียบกับบริเวณที่ไม่มีข้าวไร่อยู่ [27] วิทสตรอว (wheatstraw) ลดปริมาณของ มอริงกลอรี (morning glory) และ พริกซี่ดา (prickly sida) ได้เช่นกัน มีรายงานสนับสนุนว่า ข้าวสาลีสามารถสร้างสารเคมีที่ยับยั้งการงอกของพืชใบกว้างได้หลายชนิด [29] ทำให้เราสามารถตั้งสมมติฐานว่าพืชหลายชนิดมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีหรือความไวต่ออัลลีโลเคมีคัล เมื่อพืชเหล่านั้นได้รับสารในปริมาณที่เพียงพอ รูปแบบที่เฉพาะเจาะจงและความเข้มข้น รวมถึงระยะเวลาที่เหมาะสม และ ถ้าจะกล่าวถึง อัลลีโลพาตี อาจไม่มีบทบาทในการรบกวนต่อพืชอื่นอีกหลายชนิด สรุปว่าในการประยุกต์ใช้สารเหล่านี้ จำเป็นต้องศึกษาให้ลึกซึ้งถึงปริมาณที่แน่นอน และสภาวะที่เหมาะสมในการออกฤทธิ์ของสารด้วย ความเฉพาะเจาะจงของสารอัลลีโลเคมีคัลจึงเป็นอีกปัจจัยที่ควรศึกษา อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยเพียงพอที่จะสนับสนุนให้ใช้อัลลีโลเคมีคัลในการปรับปรุงกลยุทธ์ในการควบคุมวัชพืชแบบใหม่ เช่นการทดลองในแปลงจากเซาท์ ดาโกต้า (South Dakota) แสดงให้เห็นว่าแปลงที่ปลูกข้าวฟ่างเป็น 2 ถึง 4 เท่าทำให้มีวัชพืชในแปลงน้อยกว่าแปลงที่ปลูกข้าวโพดหรือถั่วเหลืองในปีนั้น [30] ถึงแม้ยังไม่ได้ทำการศึกษากันอย่างละเอียด แต่ยังมีงานสนับสนุนว่าการงอกของวัชพืชที่ลดลงเกี่ยวข้องกับกรดฟีนอลิกและไซยาโนจีนิกที่ปลดปล่อยออกมาจากข้าวฟ่าง การยับยั้งการเจริญเติบโตโดยข้าวฟ่างถูกรายงานเอาไว้โดย Guenzi และคณะ [31] และ Hussain [32] โดยดอกทานตะวันถูกรายงานว่ามีผลทางอัลลีโลพาตีต่อข้าวฟ่าง [33] และกับวัชพืชอื่นๆ [34] นอกจากนั้น Guenzi กับ McCalla [31] พบว่าสารฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีในข้าวไร้ด ข้าวสาลี ข้าวฟ่าง และข้าวโพด และ Lodhi และคณะ [35] อธิบายถึงบทบาทของอัลลีโลพาตีจากข้าวสาลีในพืชหมุนเวียน นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยอื่นๆที่ทำการศึกษาด้านฤทธิ์ของสารอัลลีโลเคมีคัลนี้และการประยุกต์ในการควบคุมวัชพืช [10 , 15-19]

Walker และ Jenkins [36] เป็นกลุ่มวิจัยแรกที่อ้างถึงซากของมันเทศหวานที่ยับยั้งการเจริญเติบโตมันเทศหวานเองและคาวพี (Cowpea) การย่อยสลายซากพืชทำให้เกิดการลดการดูดซึมแคลเซียม แมกนีเซียม และซัลเฟอร์ของพืชหลายชนิด [37] การศึกษาเพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่าหลังฤดูปลูกหนึ่ง ๆ น้ำหนักแห้งของต้นนัทเซจสีเหลือง (Yellow Nutsedge) ที่โตพร้อมกับมันเทศหวานมีน้ำหนักน้อยกว่าถึง 10 เปอร์เซนต์ของต้นที่ปลูกตามปกติ ยิ่งไปกว่านั้นซากของต้นนัทเซจสีเหลืองไม่มีผลต่อการเจริญของต้นมันเทศหวาน [38] อัลลีโลเคมีคัลที่อยู่ในหน่อซึ่งค่อย ๆ หลุดออกไประหว่างที่รากงอกออกมา โปรโซมิลเล็ท (Proso Millet) ถูกยับยั้งการงอกจากทุกชั้นของสาร

สกัดแต่พืชอื่นกลับให้ผลแตกต่างออกไป แสดงให้เห็นว่าอาจมีสารอัลลีโลเคมีคัลอยู่ร่วมกันในสารสกัดเหล่านั้น

การใช้อัลลีโลพาตีในการควบคุมวัชพืชมีหลายวิธีดังนี้

1) การทดสอบการยับยั้งการงอกของเมล็ดโดยผลจากอัลลีโลพาตี จากรายงานการศึกษา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันแสดงผลการศึกษาที่ไม่สอดคล้องกันและค่อนข้างแตกต่างกันอย่างไรก็ตามสามารถที่จะพัฒนาเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมวัชพืชอื่น ๆ อัลลีโลพาตีอาจไม่ใช่หนทางที่จะแก้ปัญหวัชพืชได้อย่างครบถ้วน แต่เปรียบเสมือนเครื่องมืออีกชิ้นหนึ่งที่ถูกเก็บเอาไว้ในกล่องเครื่องมือและสามารถนำไปใช้ร่วมกับเครื่องมืออื่นได้

2) การใช้อัลลีโลพาตีเป็นพืชปลูกที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชได้เอง สิ่งนี้ทำได้โดยการค้นหาสารที่ออกฤทธิ์ ตรวจสอบการทำงานร่วมกัน และการปลูกถ่ายฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีลงในพืชปลูก เทคนิคนี้จะเป็นประโยชน์มากในพืชปลูกที่มีปริมาณมาก ๆ เช่น หญ้าสนามหญ้าที่เป็นอาหารสัตว์หรือพืชตระกูลถั่ว

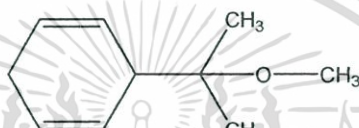
3) การใช้ซากของพืชในระบบการเพาะปลูก พืชหมุนเวียนหรือพืชที่ใช้ปลูกร่วมกับกับสารอัลลีโลพาตี พืชปลูกหลายชนิดมีซากใบใช้งานได้แต่ไม่มีประโยชน์ในด้านเป็นผลผลิต เว้นแต่มันสามารถกลายเป็นปุ๋ยให้ดินหรือบริเวณที่ทำการเพาะปลูก มีงานวิจัย [10, 16, 18] ที่ชี้ให้เห็นว่าซากของพืชที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตี แต่การใช้งานในระบบสภาพแวดล้อมจริง ๆ ยังขาดการประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด การปลูกพืชหมุนเวียนเป็นการทดลองขั้นพื้นฐานในหลาย ๆ ระบบเกษตรกรรมและมีผู้สนใจศึกษาเพราะว่า ศักยภาพของวิธีนี้ให้ผลในการควบคุมวัชพืชทั้งในลักษณะของการแข่งขันและอัลลีโลพาตีพร้อม ๆ กัน การปลูกพืชร่วมกันเป็นแนวทางใหม่ที่ น่าสนใจในการทำเกษตรกรรมในประเทศที่กำลังพัฒนา พืชที่ปลูกร่วมกันหลายชนิดเป็นเรื่องธรรมดา ในหลายประเทศที่กำลังพัฒนาซึ่งอัลลีโลพาตีอาจจะเป็นวิธีที่ยังขาดความชัดเจนและความแน่นอน ระบบการเกษตรเหล่านี้จะเป็นบทเรียนที่มีค่าสำหรับการพัฒนาเกษตรกรรมในอนาคตของอัลลีโลพาตีว่าเป็นเครื่องมือจัดการกับวัชพืชที่เป็นประโยชน์

อัลลีโลพาตีอาจแสดงผลการควบคุมวัชพืชมาเป็นระยะเวลาอันยาวนานมาแล้ว แต่ถูกมองข้ามไปถ้ามีสารประกอบในธรรมชาติที่มีความเฉพาะเจาะจงมาก ๆ พวกมันก็ควรถูกนำมาศึกษา รูปแบบของวิธีการพัฒนาสารกำจัดวัชพืชให้เฉพาะเจาะจงมากขึ้น ที่จริงแล้วนั้น ธรรมชาติอาจจะมีวิธีแก้ไขปัญหของมันเป็นเองเพียงแต่เราต้องศึกษาถึงกลไกการทำงานและการนำไปประยุกต์ใช้

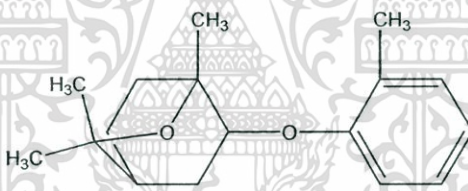
สารประกอบที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีที่มาจากพืชชั้นสูงคือ 1,8 - Cineole [39] (รูปที่ 2.4) Cinmethylin ถูกพัฒนาเป็นสารกำจัดวัชพืชแต่ยังไม่ได้ถูกนำไปใช้ทางการค้าในการควบคุมวัชพืชในการเพาะปลูก Cinmethylin สามารถควบคุมหญ้าจำนวนมากที่ปลูกรายปีและยับยั้งพืชใบกว้างได้ดี โครงสร้างของ Cinmethylin (รูปที่ 2.5) คล้ายกับโครงสร้างของ 1,8 - Cineole ซึ่งเป็นสารอัล

ลิโลพาที่ที่สร้างโดยพืชตระกูลเซจ Cinmethylin ถูกสร้างขึ้นมาโดยการสังเคราะห์ แต่สามารถสร้างขึ้นมาจากอัลลีโลเคมีคัลได้เช่นกัน

ตัวอย่างต่อไปคือ AAL - toxin สารธรรมชาติที่สร้างจาก *Alternaria alternata* f.sp *Lycopersici* เชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคต้นเปื้อยของมะเขือเทศ [40] ผลทางอัลลีโลพาที่ของ AAL - toxin ถูกทดสอบผ่านพืช 86 ชนิดและวัชพืช [40] พืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะได้รับผลแบบนี้เท่านั้น มะแว้งนก (*Solanum trilobatum*) ลำโพง (*Datura metel*) และมะเขือเทศทุกชนิดที่ทดสอบและพืชใบกว้างอื่น ๆ อีกหลายชนิดได้รับผลเหล่านี้ที่ปริมาณเพียงเล็กน้อย Abbas และคณะ [40] เสนอว่าความแตกต่างในเรื่องความทนทานในพืชต่อ AAL - toxin เกี่ยวข้องกับการควบคุมวัชพืชอย่างเฉพาะเจาะจง อย่างไรก็ตาม ยังมีสารเคมีอีกหลายชนิดที่มีฤทธิ์เช่นเดียวกันแต่ถูกมองข้าม ดังนั้นจึงต้องอาศัยการสังเกตและศึกษาค้นคว้าต่อไป



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของ 1,8-Cineole



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของ Cinmethylin

การศึกษาเรื่องอัลลีโลพาที่ได้รับความนิยมในช่วง 2 ถึง 3 ปีที่ผ่านมาจากหลักฐานคือมีงานวิจัยจำนวนมากและหนังสือเกี่ยวกับเรื่องนี้ สำหรับเรื่องที่นิยมศึกษาคือความสัมพันธ์ระหว่างพืชที่มีต่อพืชซึ่งจะเป็นเรื่องของพืชปลูกและวัชพืชที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตของอัลลีโลพาที่ในป่า ตัวอย่างของอัลลีโลพาที่ในการประยุกต์ใช้เริ่มต้นจากต้นวอลนัทในรายงานของ Pliny the Elder ในเรื่องผลร้ายของพืชจำพวก *Juglans genus* นักวิจัยจำนวนมากเชื่อถือในรายงานชิ้นนี้ ในปี 1925 Massy [41] กล่าวว่า รงค์วิตถุลโลน (juglone) เป็นสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพที่ส่งผลต่อพืชอื่นมาจากต้นวอลนัทดังกล่าว สิ่งนี้ถูกยืนยันด้วยงานทดลองของนักวิจัยอีกหลายท่านและด้วยวิธีการทดลองหลากหลายรูปแบบ ประโยชน์ที่เกิดจากข้อมูลนี้คือทำให้เกิดความสนใจมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาเรื่องอัลลีโลพาตี ความพยายามที่จะปลูกป่าและพื้นที่ป่าไม้ที่ไม่มีไม้เนื้อแข็งอยู่ด้วย พบว่า ต้น Black Walnut (*Juglans nigra*) เจริญเติบโตอย่างช้า ๆ และถ้าต้องการให้รวดเร็วขึ้น ต้องใช้พืชตระกูลถั่วหรือพืชชนิดอื่นที่มีความสัมพันธ์กับแบคทีเรียที่ตรึงไนโตรเจนได้ [42, 43, 44] เข้าช่วย พื้นที่เพาะปลูกและบริเวณอื่นๆที่จำเป็นต้องปลูกป่าด้วยต้น Black Walnut ถูกปลูกควบคู่กันกับ European Black Alder (*Alnus glutinosa*) ซึ่งทำหน้าที่เหมือนเป็นพืชช่วยเหลือที่คอยตรึงไนโตรเจนในดินด้วยจุลินทรีย์ที่จับไนโตรเจนในดิน genus *Frankia* หลังจากต้น Walnut ถูกปลูกและโตจนแข็งแรงดี จูไกลอนจะถูกปลดปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อมโดยต้น Walnut และเริ่มแสดงผลของสารให้เห็นนั่นคือต้น Black Alder จะเริ่มตายอย่างรวดเร็วในช่วง 8 ถึง 13 ปีหลังจากเริ่มปลูก ผลที่ตามมาคือต้น Black Walnut จะเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่จนไม่เหลือพื้นที่ว่างในป่าเลย

2.4 กำจัดต้น (*Zanthoxylum limonella* alston.)

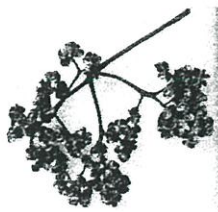
ชื่อวิทยาศาสตร์ *Zanthoxylum limonella* (Dennst.) Alston.

วงศ์: RUTACEAE

ชื่ออื่น : พริกหอม หมากมาศ มะขวง มะเข่น มะเขว่น ลูกกระมาศ หมักขวง

ลักษณะทั่วไป : ไม้ยืนต้น ขนาดกลางถึงใหญ่ ผลัดใบ สูง 12-20 เมตร เปลือกสีขาว มีหนามแหลมรูปกรวยปลายตรงหรือโค้งเล็กน้อยขึ้นตามลำต้น กิ่ง และก้านใบ ใบ เป็นใบประกอบเรียงสลับแบบขนนก ใบยาว 15-20 เซนติเมตร ใบย่อย 10-28 ใบ ก้านใบย่อยสั้น 0.5-1.0 เซนติเมตร ขนาดใบกว้าง 4-5 เซนติเมตร ยาว 10-14 เซนติเมตร รูปรี รูปไข่ หรือรูปขอบขนานโรตใบเฉียง ขอบใบเรียบหรือเป็นคลื่น ปลายใบเรียวแหลม ดอก เป็นช่อแบบ panicle ออกที่ปลายยอดหรือชอกก้านใบ ช่อดอกยาว 10-21 เซนติเมตร ก้านช่อยาว ดอกเล็กสีขาวอบเขียวเป็นกระจุกอยู่ตอนปลายช่อ ดอกตัวเมียและดอกตัวผู้อยู่คนละต้น กลีบรองดอก 4 กลีบ กลีบดอก 4 กลีบ เรียงสลับกับเกสรตัวผู้ 4 อัน เกสรตัวเมีย 1 อัน อยู่เหนือเกสรตัวผู้ ผล รูปรางกลมผลอ่อนสีเขียว เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5-0.7 เซนติเมตร รสเผ็ดขามาก เมื่อแก่เปลือกเป็นสีน้ำตาล และแตกอำเห็น เมล็ดสีดำเป็นมันออกดอก-ผลช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน

นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย : พบขึ้นตามป่าดิบ ในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้
ประโยชน์ : ด้านสมุนไพร ใช้เป็นยาบำรุงหัวใจ ด้านอื่น ใบ ใช้เป็นอาหาร ผลแก่และเมล็ด ใช้เป็นเครื่องเทศผสมเครื่องแกงของอาหารพื้นเมืองภาคเหนือ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพของพืชในตระกูล *Zanthoxylum* เพื่อประโยชน์ทางการแพทย์หรือการทดสอบทางชีวภาพเพื่อนำไปใช้ประยุกต์ใช้งานต่อไปนั้นแพร่หลายในประเทศแถบเอเชีย เช่น ในปี 1969 ผลของ *Zanthoxylum budrunga* ได้ถูกศึกษาโดย Agikar และคณะ [45] ซึ่งมีฤทธิ์ในการวางยาสลบหนูแกสบี้ (guinea pig) และในปี 1983 พบว่ามีสารที่มีฤทธิ์ยับยั้งการแข็งตัวของเกล็ดเลือดโดยสารอนุพันธ์ pseudocyanide ของ Avicine ที่แยกได้จาก *Zanthoxylum integrifolium* Merr. โดย Ko และคณะ [46] ส่วนในปี 1998 Chao และคณะ [47] ศึกษาเกี่ยวกับ PKC (Protein kinase C) ถึงผลในระดับเซลล์ Chelerythrine อัลคาลอยด์ใน *Zanthoxylum simulans* ถูกพบว่าเป็นตัวยับยั้งที่เฉพาะเจาะจงลงไปที่กระบวนการ PKC phosphorylation เพื่อศึกษาการแสดงผลในการยับยั้ง Chelerythrine หรือ translocation ของ PKC จาก cytosol ไปยังเยื่อเลือกผ่านโดยใช้ Wester Bot analysis เป็นตัววิเคราะห์ ในขณะที่ Bastos และคณะ [48] ในปี 1999 ได้ทำการศึกษาสารสกัดในชั้นเฮกเซนของ *Zanthoxylum naranjillo* (Rutaceae) ที่ถูกทดสอบทั้งในห้องทดลองและทดสอบจริงกับเชื้อ *Trypanosoma cruzi* ซึ่งสารสกัดดังกล่าวประกอบไปด้วยสารจำพวก lignan 7 ตัวด้วยกัน งานวิจัยชิ้นหนึ่งเป็นของ Punchavee [49] ทำการศึกษาสารเคมีในน้ำมันหอมระเหยจากพืชท้องถิ่นในแถบภาคเหนือ ได้แก่ สาบเสือ (*Eupatorium odoratum* Linn.) ส้มป่อย (*Acasia concinna* (wild.) DC.) และ มะแขว่น (*Zanthoxylum limonella* Alist.) จากการสกัดโดยใช้ไอน้ำ สารเคมีทั้งหมดถูกวิเคราะห์ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี-แมสเปกโตเมตรี (GC-MS) และพบว่า สารประกอบหลักสารในกลุ่ม เทอร์พีน ไฮโดรคาร์บอน (mono- และ sesquiterpenes) และเทอร์พีนที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบด้วย ไจเจอร์น (Geigerene) คาเรอีน (calerene) และคาคีนิน (d-cadinene) เป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยของสาบเสือ สารประกอบที่พบมากในส้มป่อยคือ ปาล์มมิดิก แอซิด เฟอพิวอรอล (furfural) และ 5-methyl-2-furfural ส่วนในมะแขว่นพบว่ามีสารประกอบหลักเป็น limonene (-phellandrene และ 2-undecanone) ในปี 2000 Tsutomu [50] ศึกษาถึงปฏิกิริยาออกซิเดชันของฟีนอลิก แอซิดในดินที่ถูกทดสอบด้วยซิงนามิก แอซิด 0.25 มิลลิโมล/ลิตร เป็นเวลา 18 ชั่วโมง และใช้ปริมาณแมงกานีสที่ถูกปลดปล่อยออกมาเป็นตัวตรวจสอบว่าเกิดปฏิกิริยาฟีนอลิกออกซิเดชันมากน้อยเพียงใดโดยการใช้กระดาษกรองของ Whatman (Maidstone England) เบอร์ 1 วางลงในจานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 mm จากนั้นวางเมล็ดพืชทดสอบ 10 เมล็ดลงในจานเพาะและใช้สารทดสอบปริมาณ 5 มิลลิลิตร บันทึกผลการเจริญเติบโตด้วยการวัดความยาวราก ค่าเฉลี่ยของความยาวรากถูกนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ ในปี 2001 Hashimoto และคณะ [51] ศึกษาถึง β -sanchool และ γ -sanchool ซึ่งเป็นกรดอะลิฟาติกที่ไม่อิ่มตัวซึ่งแยกได้จากเปลือกของ *Zanthoxylum piperatum* De Cando (Rutaceae) ซึ่งมีผลในการผ่อนคลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้ามเนื้อบริเวณกระเพาะอาหารและทำให้กล้ามเนื้อ longitudinal ของลำไส้เล็กและปลายลำไส้ใหญ่หดตัว

ในปี 2001 Tulimat และคณะ [52] ได้ศึกษาถึงผลการยับยั้งของยาสมุนไพร DKT (Dai - Ken - To) ต่อ colonic motility ในหนูซึ่งตัวยาประกอบไปด้วยผลของ *Zanthoxylum* 20 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร ราก *Gingeng* 30 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร และ rhizome ของ *Gingeng* 50 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร และในปี 2001 สารสกัดน้ำและเมทานอลจำนวน 68 ตัวอย่างจากสมุนไพรจีน 34 ชนิดที่ใช้ในการรักษาแผลอักเสบถูกทดสอบในผลการยับยั้งการผลิต nitric oxide (NO) ใน lipopolysaccharide (LPS) - stimulated J 774.1 macrophages งานวิจัยชิ้นนี้ถูกศึกษาโดย Ming และคณะ [53] ศึกษา *Zanthoxylum schinifolium* Sieb & Zucc. (Rutaceae) ซึ่งเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น และพบว่ามีสารประกอบตัวใหม่ในส่วนใบคือ cis-fagaramide รวมทั้งสารประกอบที่ทราบสูตรโครงสร้างแล้วอีก 50 ตัว โดยในปี 2002 He และคณะ [54] ได้ศึกษาวิจัยการแยกสารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทนของรากและเปลือกของ *Zanthoxylum usambarense* ได้เป็นสารประกอบที่มีฤทธิ์ทางด้านกายภาพ 2 ตัวด้วยกันคือ canthin -6- one (fungicide) และ pellitorine (insecticide) รวมถึง oxychelerythrine norchelerythrine (+)-sesamin และ (+) - piperitol - 3,3 - dimethyl ether และในปี 2002 Jo และคณะ [55] ได้ศึกษาเกี่ยวกับสารคูมารินที่เป็นตัวยับยั้งการสร้างเอนไซม์โมโนเอมีนออกซิเดสจาก *Zanthoxylum schinifolium* ซึ่งอยู่ในสารสกัดชั้นเมทานอลจากส่วนรากที่ความเข้มข้น 250 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร โดยแสดงศักยภาพในการยับยั้งเอนไซม์โมโนเอมีนออกซิเดส (monoamine oxidase) (MAO) ในสมองหนูซึ่งสกัดด้วยการแยกและทำให้บริสุทธิ์ได้ Lacinartin เป็นสารประกอบพวก coumarin และในปีเดียวกันนี้เอง Yang และคณะ [56] ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับ pyrrole alkaloid pyrrolezanthine [5-hydroxymethyl-1-[2-(4-hydroxyphenyl)-ethyl]-1H-pyrrole-2-carbaldehyde] lignan (-)-simulanol [4-(3-hydroxymethyl-5-((E)-3-hydroxypropenyl)-7-methyl-2,3-dihydrobenzofuran-2-yl)-2,6-dimethoxy-phenol] โดยสารประกอบบางตัวมีฤทธิ์ในการยับยั้งการแข็งตัวของเกล็ดเลือดที่ได้ทดสอบในห้องปฏิบัติการ การแยกสารจากธรรมชาติส่วนใหญ่จะได้พวกสารฟีนอลิกออกมา และ Chi และคณะ [57] ศึกษาถึงผลจากสารฟีนอลิกที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตี 3 ตัวด้วยกันได้แก่ o - hydroxyphenyl acetic acid ferulic acid และ p - coumaric acid ต่อการสร้างคลอโรฟิลล์ของข้าว (*Oryza sativa*) เมล็ดข้าวที่ใช้ทดสอบสารจะถูก sterilized ในเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 1.5 นาที จากนั้นเป็น sodium hypochlorite 2 เปอร์เซ็นต์เป็นเวลา 30 นาทีและแช่น้ำที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 อาทิตย์โดยไม่ได้รับแสง จากนั้นนำมาปลูกโดยทดสอบสารฟีนอลิกแต่ละตัวที่ระดับความเข้มข้น 0 25 50 หรือ 100 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

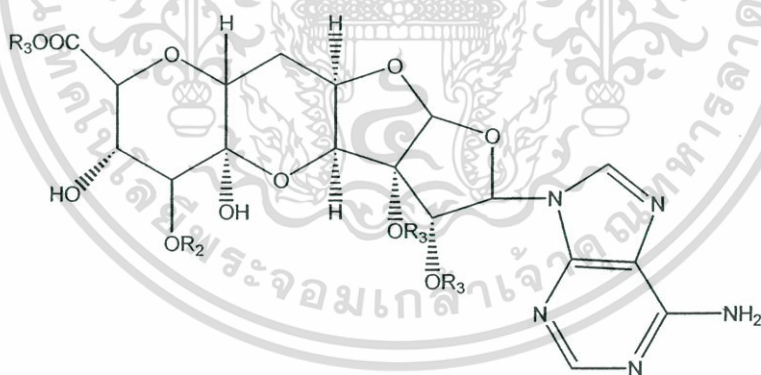
2.5 พืชทดสอบที่เลือกนำมาใช้ในการทดลอง

การเลือกพืชทดสอบเป็นสิ่งจำเป็นในการทำงานวิจัยสารจากผลิตภัณฑ์ธรรมชาติชนิดหนึ่ง ๆ เพื่อบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งขึ้น ซึ่งมักจะพิจารณาที่ลักษณะของการเลือกทำลายหรือ selectivity ของสารแต่ละชนิดเป็นสำคัญ แต่โดยทั่วไปแล้วการเลือกพืชทดสอบที่นำมาใช้ในการทดลองเพื่อนำมาทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพนั้นนิยมเลือกพืชที่มี sensitivity สูงต่อฤทธิ์ของสารเคมีและให้ผลการทดลองที่ชัดเจนในช่วงระยะเวลาอันสั้น เช่น ภายในระยะเวลา 5 – 7 วัน ตัวอย่างเช่น ผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) เป็นพืชทดสอบที่มีประสิทธิภาพดีในการใช้ทดสอบเพื่อวัดอัตราการงอกและการเจริญเติบโต [58] เปรียบเทียบ sensitivity ของผักกาดหอมกับแตงกวา (*Cucumis sativus* L.) ผักกาดหัว (*Raphanus sativus* L.) และมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) พืชดังกล่าวมานี้เคยใช้ในการทดสอบอื่น ๆ มาก่อนหน้านี้ด้วยเช่นกัน จากการทดลองพบว่า ผักกาดหอมมีความ sensitive ต่อสารสกัดจากพืชน้ำ 4 ชนิด นอกจากนั้นยังพบอีกว่าการเจริญของรากของผักกาดหอมมีความ sensitive กว่ากรงอกของเมล็ด ผักกาดหอมเป็นพืชทดสอบที่เหมาะสมแก่การใช้ในการทดลองในห้องปฏิบัติการเนื่องจากผักกาดหอมสามารถงอกได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง การนำความยาวรากของผักกาดหอมที่ทดสอบกับสารสกัดสามารถนำมาเปรียบเทียบกับตัวแปรควบคุมได้ หลังผ่านไป 72 ชั่วโมงสามารถนำมาทำการทดสอบซ้ำได้ง่ายและรวดเร็ว ในขณะที่พืชปลูกทางการเกษตรหลายชนิด เช่น ข้าวบาเลย์ (*Hordeum vulgare* L.) [59] มัสตาร์ด (*Brassica campestris* L.) ข้าว (*Oryza sativa*) [60,61,62] แตงกวา ผักกาดหัว มะเขือเทศ [58,63] และ ข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) [64] นิยมใช้ในการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ส่วนวัชพืชที่นิยมใช้กัน เช่น common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) [62] หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) และ ivyleaf morningglory (*Ipomoea hederacea* Jacq.) [64] พืชอื่น ๆ ที่ใช้กันได้แก่ pearl millet (*Pennisetum typhoideum* Rich.) [65] beet (*Beta vulgaris* L.) birdfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) pea (*Pisum sativum* L.) white clover (*Trifolium repens* L.) [63] และ watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) [66] ในขณะที่ Castaneda และคณะ [67] พบสารในกลุ่ม flavone จาก *Celaenodendron mexicanum* Standl. ยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดและลำต้นของพืชตระกูลเดียวกับผักโขมและหญ้าข้าวนก (*Amaranthus viridis* L. และ *Echinochloa crus-galli*) สารในกลุ่ม Flavonoid จาก *Tithonia diversifolia* A. Gray ยับยั้งการงอกของพืชทดสอบที่ใช้คือ ผักกาดหัว (*Raphanus sativa* L.) แตงกวา (*Cucumis sativus* L.) และหัวหอม (*Allium cepa* L.) [68] flavonoid ที่พบในเปลือกหุ้มเมล็ดของ velvetleaf ยับยั้งการงอกและความยาวรากของ cress (*Lepidium sativum* L.) ผักกาดหัว (*Raphanus sativa* L.) ถั่วเหลือง (*Glycine max* [L.] Merr.) [69] และสารสามัญที่มีชื่อว่า Herbicidin A. [70-73] สามารถควบคุมเชื้อโรคในข้าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Xanthomonas oryzae*) ได้ดีจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ รวมทั้ง Herbicidin A และ B สามารถควบคุมพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิดเช่น Common purslane (*Portulaca oleraceae* L.) Achyranthus sp. white goosefeet (*Chenopodium* sp.) smartweed (*Polygonum* sp.) wild amaranth (*Amaranthus* sp.) Asiatic dayflower (*Commenlina communis* L.) มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) และผักกาดหัว (*Raphanus sativus* L.) ที่ระดับความเข้มข้น 30 – 300 ไมโครกรัม / ลิตร และ AB5046B ที่ระดับความเข้มข้น 12.5 – 25 ไมโครกรัม / ลิตร แสดงผลทางอัลลีโลพาที่จากการทดสอบกับพืชใบเลี้ยงเดี่ยวซึ่งประกอบไปด้วย large crabgrass (*Digitaria sanguinalis* [L.] Scop.) green foxtail (*Setaria viridis* [L.] Beauv.) ข้าว (*Oryza sativa*) flatsedge (*Cyperus iria* [L.]) และ กลุ่มพืชใบเลี้ยงคู่ ได้แก่ green gram (*Phaseolus aureus* L.) chinese radish (*Raphanus sativus* L.) hairy beggarticks (*Bidens pilosa* L.) และ livid amaranth (*Amaranthus lividus* L.)

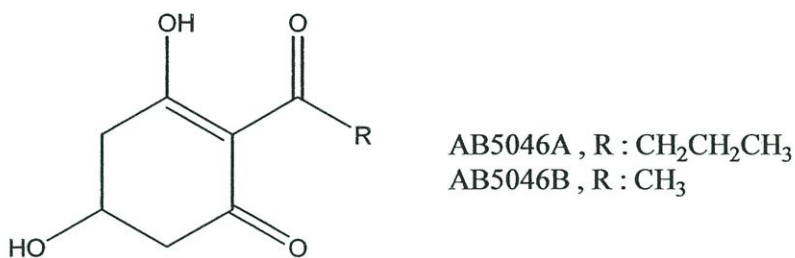
ในการทดสอบฤทธิ์ของ Herbicidin A และ B (รูปที่ 2.20) ที่มีต่อพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพบว่า การทดสอบที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 37.5 – 300 ไมโครกรัม / ลิตร แสดงให้เห็นว่า หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* [L.] Beauv.) goosegrass (*Eleusine indica* [L.] Gareth.) mannagrass (*Glyceria septentrionalis* A.S. Hitchc) และ green panicum (*Panicum* sp.) แสดงผลต่อการทดสอบ แต่ข้าว (*Oryza sativa* L.) ไม่ส่งผลใด ๆ แสดงให้เห็นว่า สารประกอบเหล่านี้มีความจำเพาะเจาะจงในการเลือกทำลายเฉพาะพืช



	R ₁	R ₂	R ₃
A	CH ₃	CO(CH ₂ OH)C=CHCH ₃	CH ₃
B	CH ₃	H	CH ₃

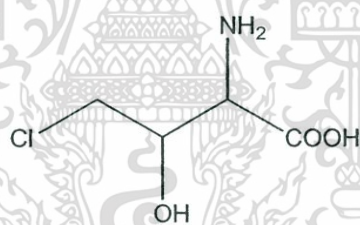
รูปที่ 2.19 Herbicidin A และ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 AB5046A และ B

ในขณะที่ 4 - Chlorothreonine (รูปที่ 2.21) [74] ใช้ทดสอบกับผักกาดหัวและข้าวฟ่าง (*Sorghum vulgare* [L.] Moench) โดยทดสอบที่อัตราส่วน 30 และ 120 ไมโครกรัม / หลอดทดลอง bioalaphos ถูกเพิ่มลงไปเป็น internal standard ในการทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโต เมื่อเทียบกับตัวแปรควบคุมเมื่อ 4 วันหลังจากการทดสอบพบว่า ในกรณีของ 4 - Chlorothreonine เมล็ดผักกาดหัวถูกยับยั้งการเจริญเติบโตเป็น 30 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าว และในกรณีของ bioalaphos ยับยั้งการเจริญเติบโตของผักกาดหัวเป็น 40 และ 90 เปอร์เซ็นต์

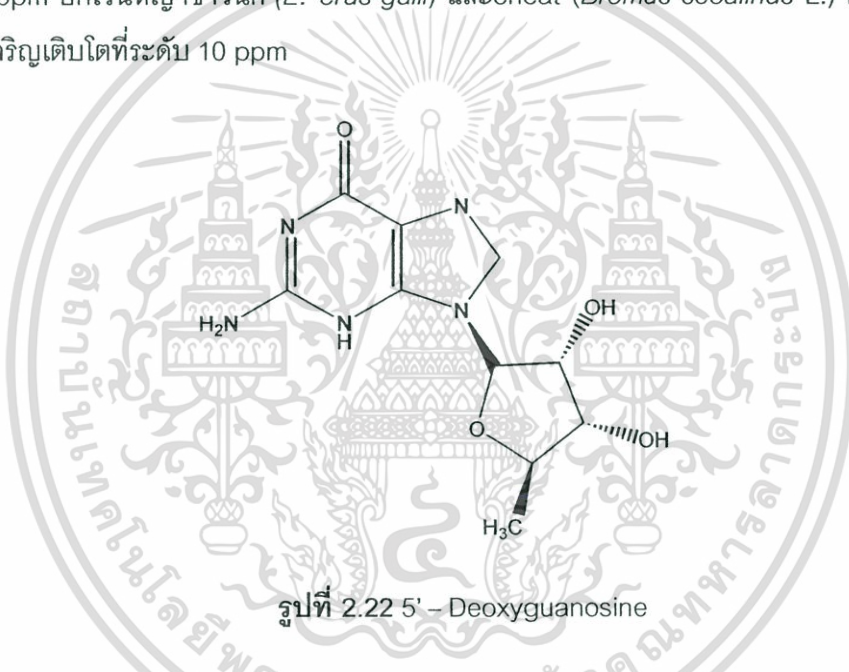
รูปที่ 2.21 4 - Chlorothreonine (*Streptomyces* sp.)

นักวิทยาศาสตร์จาก Virginia Polytechnic Institute รายงานว่าปรากฏการณ์อัลลีโลพาตีในปี 1920 Massey [12] รายงานว่า black walnut (*Juglans nigra* L.) และ butternut walnut (*J.cinerea* L.) ทำให้เกิดอาการเฉาและแห้งตายใน alfafa (*Medicago sativa* L.) มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) และ มันฝรั่ง (*Solatum tuberosum* L.)

นักวิจัยและกลุ่มเกษตรกรพบว่าพืชปลูก 2 ชนิดได้แก่ แตงโม (*Citrullus lanatus* [Thumb.] Matsum. And Nakai .cv. 'Peacock') และ กลุ่มวัชพืช ตัวอย่างเช่น *Amaranthus leucocarpus* Wats. (Amaranthaceae) *Bidens pilosa* L. (Asteraceae) *Cassia jalapensis* L. (Fabaceae) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus - galli* (L.) Beauv. (Poaceae) และ Rumex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

crispus L. (Polygonaceae) มีอาการใบไหม้จาก pollen ของ *Zea mays* var. Chalaquinoconico [75-78] ลักษณะเช่นนี้แสดงถึงปัญหาจากการทดสอบที่พบได้ในแปลงทดสอบจริงจาก pollen allelopathic species ว่าสารประเภทนี้สามารถส่งผลกระทบต่อทั้งพืชปลูกและวัชพืช ในขณะที่ Isaac และคณะ [79] ได้ศึกษาถึงนิวคลีโอไซด์ แอนติไบโอติก 5' - deoxyguanosine ซึ่งเตรียมได้จาก *Thermoactinomyces* sp. ผสมกับน้ำ 100 ไมโครกรัม / มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Lemna minor* L. ได้ Coaristeromycin ที่เตรียมได้จาก *Streptomyces* sp. ยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) และ Johnsongrass (*Sorghum halepense* (L.) Pers) ที่ระดับความเข้มข้น 600 ไมโครกรัม / ตารางเมตร และ Waller และคณะ [80] ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารที่ใช้กับพืชทดสอบ ได้แก่ saponin ที่สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตในช่วง 10 - 100 ppm ยกเว้นหญ้าข้าวนก (*E. crus-galli*) และ cheat (*Bromus secalinus* L.) ต่างถูกยับยั้งการเจริญเติบโตที่ระดับ 10 ppm



2.6 สารอัลลีโลพาที่ที่พบในธรรมชาติ

สำหรับการค้นพบสารในธรรมชาติและผลทางอัลลีโลพาที่ของสารประกอบกลุ่มฟีนอลิกในธรรมชาติที่เคยค้นพบกันมาปรากฏผลดังนี้ Grummer [81] รายงานถึงการพบสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิก เช่น *p*-hydroxybenzoic acid และ vanillic acid ที่ได้จากรากและ rhizomes ของ Cough grass (*Agropyron repens*) และยังมีรายงานเพิ่มเติมว่าสารประกอบฟีนอลิกเป็นสารผลิตภัณฑ์หลักของ shikimate และ acetate pathway ในพืชและการสังเคราะห์ในช่วงที่เกิดสภาวะเครียด (stress) ในธรรมชาติ [82,83] และสารฟีนอลิกรวมทั้งสารประกอบในกลุ่มเดียวกันตัวอื่น ๆ ที่มีมวลโมเลกุลต่ำนั้นยังไม่ใช่ผลิตภัณฑ์สุดท้ายในกระบวนการสังเคราะห์ภายในพืช สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

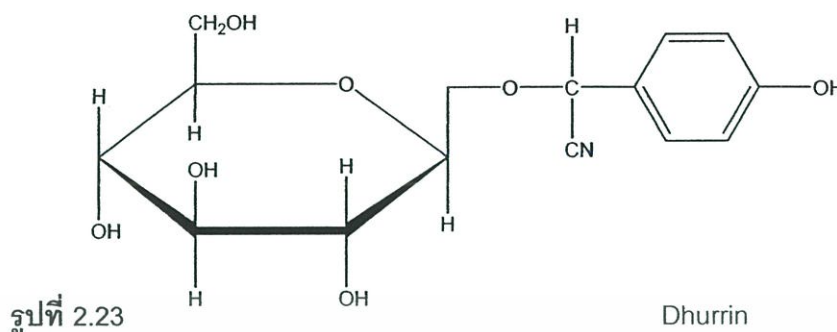
เหล่านี้จะต้องผ่านกระบวนการย่อยสลาย การเชื่อมต่อนและ polymerization กับสารฟีนอลิกตัวอื่น ๆ รวมทั้ง สารที่ไม่อยู่ในกลุ่มฟีนอลิกด้วย โดยส่วนใหญ่สารประกอบฟีนอลิกในเซลล์ที่มีชีวิตของพืช มักอยู่ในรูป glycosides หรือ esters [84-87] สารฟีนอลิกมักแยกได้จากเนื้อเยื่อของพืชซึ่งประกอบไปด้วย *p*-hydroxybenzoic acid protocatechuic acid vanillic acid syringic acid (อนุพันธ์ของ benzoic acid) และ caffeic acid *p*-coumaric acid sinapic acid และ ferulic acid (อนุพันธ์ของ cinnamic acid) และฟีนอลิกที่พบในดินส่วนใหญ่เป็น ferulic acid *p*-coumaric acid vanillic acid protocatechuic acid [82-89] *p*-hydroxybenzoic acid [83,86-88] syringic acid [84, 86, 96] caffeic acid [97, 98] และ salicylic acid [86,87,99] และการแยกสารที่เป็นอนุพันธ์ของ cinnamic acid จากดินนั้นทำได้ยากกว่าการแยกอนุพันธ์ของ benzoic acid

การทดสอบสารละลายเจือจางของสารฟีนอลิก ที่กรองผ่านแก้วเซรามิคที่มีรูพรุนด้วยปั๊มสุญญากาศและนำไปทดสอบฤทธิ์ในแปลงทดสอบแสดงให้เห็นว่า สารละลายของ protocatechuic acid *p*-hydroxybenzoic acid vanillic acid caffeic acid syringic acid *p*-coumaric acid ferulic acid และ sinapic acid ที่ได้รับผ่านการกรองด้วยเทคนิคล้างด้วยกรด (acid-washed) และไม่ได้ล้างด้วยกรดนั้น (non-acid-washed) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการยับยั้งที่เห็นผลได้ชัดที่สุดในสารฟีนอลิกทั้งหมดนั้นได้จากการกรองด้วยเทคนิค non-acid-washed [100] Lignin เป็นพืชปลูกที่มีสารในกลุ่มฟีนอลิกอยู่ ได้แก่ 4-hydroxybenzoic acid (HBA) 4-hydroxy-3-methoxybenzoic acid (vanillic VNA) 4-hydroxy-3,5-dimethoxybenzoic acid (syringic SRA) *trans*-4-hydroxycinnamic acid (*p*-coumaric HCA) *trans*-4-hydroxy-3-methoxycinnamic acid (ferulic FRA) และ *trans*-4-hydroxy-3,5-dimethoxycinnamic acid (sinapic SNA) [101] และ sea grasses [102] ในลักษณะ free forms หรือ combined forms

Lehman [103] ศึกษาถึง reactivity ของ *p*-hydroxybenzoic acid vanillic acid และ syringic acid และสารประกอบที่มีสายโซ่ยาวได้แก่ *p*-coumaric acid ferulic acid และ sinapic acid ในดิน Palouse และพบว่าในช่วงเวลา 30 นาทีสามารถสกัดสารฟีนอลิกกลับคืนมาเป็น 85.81 และ 56 เปอร์เซ็นต์ และ 85.64 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหลังจาก 72 ชั่วโมง สกัด *p*-hydroxybenzoic acid vanillic acid และ *p*-coumaric acid เป็น 85.49 และ 62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ syringic acid ferulic acid และ sinapic acid ไม่สามารถสกัดคืนกลับมาจากดินได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอัลดีไฮด์เคมีคัลในส่วนลำต้นของลำโพงถูกนำมาวิเคราะห์และพบว่าสารประกอบหลักเป็น *p*-hydroxybenzoic acid ที่ปลดปล่อยออกมาหลังการย่อยสลาย dhuririn และยังได้ออกมา HCN ด้วย



2.7 แซนโทกซีลิน (Xanthoxylin)

แซนโทกซีลินเป็นสารที่พบเป็นปริมาณมากในกลุ่มพืชตระกูล Rutaceae โดยในปี 1974 Hartmann และคณะ [104] ได้สกัดสารจากเปลือกรากของ *Citrus limon* และพบสารในกลุ่ม acetophenone ได้แก่ แซนโทกซีลินในปี 1983 Kuono และคณะ [105] ทำการสกัดสารจากเปลือกรากของ *Sapium sebiferum* สมุนไพรจีนที่ใช้ในการช่วยในการถ่ายท้องและแก้อาการบิดสภาวะมากผิดปกติและพบว่าแซนโทกซีลินเป็นสารประกอบหนึ่งที่ตรวจพบได้ในเปลือกรากของพืชชนิดนั้นนอกจากสารประกอบในกลุ่ม terpenes ซึ่งในอดีตเคยมีคณะผู้วิจัยพยายามแยกสารจากเปลือกรากของ *Schistoma japonicum* ซึ่งสามารถรักษาโรคในอาการเดียวกันได้และพบเพียงแซนโทกซีลินเท่านั้น Bellando และคณะ [106] ได้ทำการศึกษาถึงผลของแซนโทกซีลินที่มีต่อการดูดซึมโพแทสเซียมทางรากของข้าวสาลีและข้าวโพดโดยพบว่าสารพิษที่หลังออกมาจากพืชจำพวกมะนาวหลังจากที่ได้รับเชื้อ *Phytophthora citrophthora* หรือ *Hendersonula* นั้นสามารถยับยั้งการดูดซึมแร่ธาตุจำพวกโพแทสเซียมทางรากของข้าวสาลีและข้าวโพดได้อย่างรุนแรงโดยจะไปลดอัตราการดูดซึมและเพิ่มอัตราการปลดปล่อยสารจำพวกนี้ออกสู่ภายนอกเนื้อเยื่อ แซนโทกซีลินถูกพบว่ามีฤทธิ์ทางด้านต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย ในปี 1987 Yashpe และคณะ [107] ซึ่งทางคณะผู้วิจัยนำน้ำมันที่สกัดจากพืช 4 ชนิดที่พบในประเทศอิสราเอลมาทดสอบกับแบคทีเรียแกรมบวก และแกรมลบที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ และพบว่าน้ำมันที่สกัดได้จากพืชในกลุ่ม *Elat* ออกฤทธิ์ในการต่อต้านเชื้ออย่างอ่อนซึ่งน้ำมันชนิดนี้ประกอบไปด้วย Chrysanthenyl acetate และสารประกอบ 2 ตัวด้วยกันคือ Chrysanthenol และแซนโทกซีลินซึ่งไม่พบในน้ำมันชนิดอื่นเมื่อนำไปทดสอบกับลำไส้เล็กของกระต่ายพบว่า มีฤทธิ์ antiplasmodic สูงกว่าน้ำมันชนิดอื่นถึง 10 เท่า และในปี 1990 Calixto และคณะ [108] ได้ศึกษาถึงฤทธิ์ในการรักษาอาการกล้ามเนื้อหดตัวและการกระตุ้นทางไฟฟ้าบริเวณกล้ามเนื้อหัวใจของแซนโทกซีลิน สารที่สกัดได้จาก *Sebastiania*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

schottiana พืชในตระกูล Euphorbiaceae ซึ่งเมื่อทำการทดสอบพบว่าแซนโทกซีลินที่ระดับความเข้มข้น 30 – 300 ไมโครโมลาร์สามารถยับยั้งการหดตัวของมดลูกหนู ลำไส้และกระเพาะปัสสาวะของหนูแกสบี้ได้ แต่ยังไม่ได้ข้อสรุปที่ชัดเจนจึงต้องทำการศึกษาต่อไป ต่อมาในปี 1992 Rashid และคณะ [109] พบว่าพืช 2 ชนิดได้แก่ *Phebalium tuberosum* spp. *Megaphyllum* และ *Phebalium filifolium* (Rutaceae) มีสารประกอบในกลุ่ม Acetophenone ที่เหมือนกันอยู่คือ แซนโทกซีลิน นอกจากนี้ยังตรวจพบสารจำพวกอนุพันธ์ของ Coumarin อีกหลายตัวรวมอยู่ด้วยกัน และเมื่อปี 1996 Valdir และคณะ [110] ศึกษาถึงฤทธิ์ของสารแซนโทกซีลินที่สกัดได้จากใบและกิ่งของ *Sebastiania schottiana* ในประเทศบราซิล ต่อการยับยั้งการเจริญและการทำงานของเชื้อราหลายชนิดเช่น *C. albicans* *M. Canis* และ *Penicillium* และยังตรวจพบอีกว่าสารชนิดนี้สามารถมีฤทธิ์ทาง antispasmodic analgesic antioedematogenic เช่นกัน ผลการทดลองของงานวิจัยชี้ให้เห็นถึงแนวทางในการนำไปผลิตยารักษาหรือต่อต้านเชื้อรา

ในปี 1998 Valenciennes และคณะ [111] ได้ทำการแยกสารจากใบของ *Euodia borbonica* var. *Borbonica* พืชในตระกูล Rutaceae และพบสารในกลุ่ม Coumarin สามชนิดด้วยกันคือ Scoparone Limettin และ Psoralen นอกจากนี้ยังพบแซนโทกซีลินสารในกลุ่มฟีนอลิกที่สามารถพบได้ทั่วไปในพืชตระกูล Rutaceae โดยคณะผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสกัดแบบ Sequential extraction ซึ่งประกอบไปด้วยตัวทำละลายอินทรีย์สามชนิดด้วยกันคือ ไดเอทิลอีเทอร์ ไดคลอโรมีเทน และเมทานอล หลังจากนั้นนำมาทำบริสุทธิ์และวิเคราะห์โครงสร้างด้วย NMR และ MS โดยได้สารประกอบในกลุ่มหลักเป็นคูมาริน 3 ตัวและแซนโทกซีลิน ทางคณะผู้วิจัยได้ศึกษาเพิ่มเติมและพบว่า แซนโทกซีลินสามารถพบได้ในพืชตระกูล Rutaceae อื่น ๆ อีกเช่น *Xanthoxylum piperitum* และ *Xanthoxylum alatum* แซนโทกซีลินเป็นสารที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยสามารถยับยั้งการสังเคราะห์เอนไซม์ prostaglandin synthase 5-lipoxygenase และแก้อาการภาวะมีน้ำในโพรงเยื่อหุ้มสมองหรือโรคทองมานได้ ต่อมาในปี 2002 Lee และคณะ [112] สนใจศึกษาพืชชื่อ *Zanthoxyli fructus* (*Zanthoxylum* fruits) ซึ่งใช้เป็นยาบรรเทาปวดดั้งเดิมของเกาหลีและอาการท้องเดิน โรคปวดตามข้อ และอื่น ๆ จึงได้ทำการสกัดแยกสารที่อยู่ภายในผลของพืชชนิดนี้และพบว่าแซนโทกซีลินเป็นองค์ประกอบหลักที่ตรวจพบ ทางคณะผู้วิจัยได้ใช้เครื่อง HPLC โดยใช้ acetonitrile : น้ำ ในอัตราส่วน 4 ต่อ 6 เป็นโมบิลเฟสในการวิเคราะห์และผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่าแซนโทกซีลินมีปริมาณอยู่ในช่วง 0.01 – 2.67 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2002 Cesar [113] และคณะได้ทำการวิเคราะห์สารที่สกัดได้จาก *Croton hieronymi* ในส่วนต้นที่อยู่เหนือพื้นดิน และพบว่ามีสารประกอบจำนวนมากในพืชชนิดนี้อันได้แก่ สารจำพวก sterols ของพืชจำนวนมาก สารในกลุ่มที่มีคาร์บอน 25 ตัวประกอบกันของ *trans* - phytol สารในกลุ่ม squalene สารในกลุ่ม acetophenone ซึ่งได้แก่แซนโทกซีลินปริมาณ 20.9 มิลลิกรัมอยู่ในสารสกัดชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอโรฟอร์ม และสารในกลุ่มอนุพันธ์ของ peptide ซึ่งสารเหล่านี้ได้ถูกแยกและยืนยันสูตรโครงสร้างด้วยเครื่อง HPLC และ C13-NMR และพิสูจน์เอกลักษณ์เพิ่มเติมด้วยเครื่อง GC-MS

อย่างไรก็ตามแผนทอกซีลีนไม่มีรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพในด้านการยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช หรือในด้านการนำไปใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชทดแทนสารกำจัดวัชพืชเดิมที่เป็นสารสังเคราะห์ ทางคณะผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและพัฒนาสารประกอบตัวนี้

2.8 การเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืช[114]

ในปัจจุบันนี้ได้มีการใช้สารเคมีกันอย่างกว้างขวาง โดยมีสารกว่า 130 ชนิดเป็นสารประเภทเลือกทำลาย (selective herbicides) และมีสารที่ใช้อีกประมาณ 30 ชนิดเป็นสารประเภทไม่เลือกทำลาย (non – selective herbicides) [115]

การเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืช (selectivity of herbicides) หมายถึงการที่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชลงไปแล้ว สารเคมีจะทำลายเฉพาะวัชพืชบางชนิดเท่านั้น ในขณะที่วัชพืช หรือพืชปลูกบางชนิดปลอดภัย การเกิดคุณสมบัติการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืชนี้อาจเกิดจากคุณสมบัติของสารเคมีกับวัชพืชโดยตรงแล้ว ยังอาจเกิดจากการใช้ของผู้พ่นก็ได้ การใช้สารกำจัดวัชพืชให้มีการเลือกทำลายนี้ จะเป็นโอกาสในการใช้กำจัดวัชพืชในพืชปลูกได้

ลักษณะการเลือกทำลาย (selectivity) ของสารกำจัดวัชพืชนั้น ใช้สำหรับการอธิบายสารกำจัดวัชพืชชนิดเดียวกันในระดับความเข้มข้นของสารที่เท่ากัน จะเกิดขึ้นเมื่อสารที่ใช้มีผลในการยับยั้งต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่ง (ซึ่งมักจะหมายถึงวัชพืช) แต่จะไม่มีผลกระทบหรือแสดงความเป็นพิษน้อยกว่าในพืชอีกชนิดหนึ่ง (มักจะหมายถึงพืชปลูก) ซึ่งอยู่ในสังคมของพืชหนึ่งๆ และในอัตราส่วนที่เหมาะสม การเลือกทำลายของสารจะเกิดเฉพาะในสภาวะหรือขอบเขตหนึ่งๆเท่านั้น ในบางกรณีการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืชอาจจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากหลาย ๆ ปัจจัยผสมผสานกันก็ได้

ขอบเขตของการเลือกทำลายอาจจะเป็นการเลือกทำลายแบบแคบ ซึ่งเป็นเพียงการจัดเตรียมที่จะให้เกิดการยอมรับได้ในการควบคุมวัชพืช โดยไม่ทำให้พืชปลูกได้รับพิษจากสารเท่านั้นเอง ซึ่งในการเลือกทำลายแบบนี้เป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาัก เพราะเป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงที่ปฏิกิริยาของสารเพียงเล็กน้อยเท่านั้นอาจจะทำให้เกิดการควบคุมกำจัดวัชพืชได้ไม่ดีเท่าที่ควรและ/หรืออาจจะทำให้พืชปลูกได้รับพิษจากสารก็ได้ ส่วนขอบเขตของการทำลายอีกแบบหนึ่งคือ การเลือกทำลายแบบกว้าง ในปัจจุบันนี้การเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืชแบบกว้างสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการสร้างพืชปลูกทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชเพื่อที่จะให้มีความต้านทานในตำแหน่งที่เป็นเป้าหมายที่สารเข้าไปทำปฏิกิริยาการยับยั้งภายในต้นพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืช สามารถอธิบายได้บนพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่สำคัญ 3 อย่างผสมผสานกัน ปัจจัยดังกล่าวได้แก่ บทบาทของพืช (role of the plant) บทบาทของสารกำจัดวัชพืช (role of the herbicide) และบทบาทของสภาพแวดล้อม (role of the environment)

1. บทบาทของพืช (Role of the plant)

โดยทั่วไปแล้วมีปัจจัยอยู่ 7 อย่างที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของพืช (ทั้งพืชปลูกและวัชพืช) ต่อสารกำจัดวัชพืช ได้แก่ อายุหรือช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืช อัตราการเจริญเติบโต ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและพฤกษศาสตร์ ลักษณะทางสรีรวิทยา กระบวนการทางฟิสิกส์ กระบวนการทางชีวเคมี และลักษณะถ่ายทอดทางพันธุกรรมของพืช เป็นต้น

1.1 อายุหรือช่วงการเจริญเติบโต (Age) ในพืชที่มีอายุน้อยๆ ส่วนของเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) จะมีการสร้างกิจกรรมต่างๆ ภายในต้นพืชค่อนข้างจะสูง จึงทำให้มีการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืชได้ดีกว่าพืชที่โตเต็มที่แล้ว ดังนั้นช่วงอายุหรือช่วงระยะการเจริญเติบโตของพืชที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อสารกำจัดวัชพืชด้วย

โดยทั่วไปแล้วในพืชชนิดเดียวกัน พืชที่มีอายุน้อยกว่าจะมีความทนทานต่อสารกำจัดวัชพืชน้อยกว่าพืชที่มีอายุมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากพืชที่มีอายุมากหรือแก่ขึ้น จะมีชั้นของไข (wax) ที่บริเวณใบมากขึ้นและกระบวนการต่างๆ ทางสรีรวิทยาภายในต้นพืชจะลดลงไปด้วย ลักษณะความแตกต่างของช่วงการเจริญเติบโตจะมีผลในด้านการเลือกทำลายของสารได้ โดยที่ผู้ใช้สารกำจัดวัชพืชควรทำการฉีดพ่นในสภาพที่พืชปลูกมีอายุมาก ในขณะที่วัชพืชที่ยังมีอายุน้อยอยู่

1.2 อัตราการเจริญเติบโตของพืช (Growth rate) อัตราการเจริญเติบโตของพืชจะมีผลอย่างเด่นชัดต่อปฏิกิริยาของสารกำจัดวัชพืชบางชนิด โดยทั่วไปแล้วพืชที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว จะมีความอ่อนแอกว่าพืชที่มีอัตราการเจริญเติบโตช้า เนื่องจากพืชที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว จะมีความสามารถในการดูดซึมสารได้มากและเร็วกว่าจนถึงระดับที่เป็นพิษต่อพืช ก็จะทำให้ตายไปก่อน

1.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและพฤกษศาสตร์ของพืช (Morphology and botany) ความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาและพฤกษศาสตร์ของพืช ขึ้นอยู่กับลักษณะต่างๆ ของพืชดังต่อไปนี้

1.3.1 ตำแหน่ง ขนาดและรูปร่างของใบ (Leaf properties) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการสัมผัสของหยดสารกำจัดวัชพืช ทำให้มีโอกาสที่จะดูดซึมสารเข้าต้นพืชได้ต่างกัน สำหรับพืชที่มีลักษณะใบกว้าง ผิวเรียบและใบแผ่ออกไปในแนวระดับจะทำให้พืชมีพื้นที่สัมผัสสารได้มากกว่าพวกที่มีลักษณะใบแคบและตั้งตรง (narrow and upright)

1.3.2 ธรรมชาติของใบผิวหรือคิวทิเคิล (Cuticle) ความยาวของผิวใบและปริมาณไขที่ผิวใบ (waxy) จะมีผลต่อการสัมผัสเม็ดหรือหยดของสารกำจัดวัชพืชกับผิวใบ จะมีผลต่อปริมาณ

และความเร็วในการเคลื่อนเข้าสู่ใบพืชด้วยการมีชั้นของ cuticle ที่มีความหนาต่างกัน ซึ่งชั้นของคิวทิเคิลนี้ ในส่วนนอกสุดจะเป็นชั้นของ wax ซึ่งเป็นตัวขัดขวางการเข้าทำลายของสารบางชนิด ดังนั้นพืชที่มีชั้นคิวทิเคิลหนาก็คงอาจมีความทนทานต่อการเข้าทำลายของสารบางชนิดได้

1.3.3 ระบบราก (Root system) วัชพืชปีเดียวจะมีระบบรากที่แผ่ดิน ในขณะที่วัชพืชข้ามปีจะมีระบบรากที่ลึก ยึดยาวและแผ่กว้าง นั่นคือ พืชที่มีระบบรากที่ลึกอาจจะช่วยป้องกันหรือหลบการได้รับสารเคมี ในขณะที่พืชที่มีระบบรากลึกหรือตื้นเกินกว่าระดับของดินที่มีสารกำจัดวัชพืชอยู่ก็อาจไม่ได้รับอันตรายต่อสารกำจัดวัชพืช

1.3.4 ตำแหน่งของเนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic tissue) ที่เกี่ยวข้องกับการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืชนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะทางสัณฐานวิทยาและพฤกษศาสตร์ของพืช กล่าวคือ growing point หรือ meristematic tissue ของพืชที่อยู่เหนือพื้นดิน อาจจะอ่อนแอต่อสารกำจัดวัชพืชมากกว่า พืชที่มีจุดเจริญเติบโตอยู่ที่ระดับผิวดินหรือใต้ดิน ด้วยเหตุนี้การฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชทางใบแบบสัมผัสอาจจะเพียงพอแต่การทำลายส่วนใบของพืชพวกนี้ แต่ไม่ทำลายจุดเจริญของมัน ซึ่งจะยังสามารถแตกยอดขึ้นมาใหม่ได้ ในวัชพืชวงศ์หน่อกุญแจข้ามปีจะมี surface crowns ของราก rhizomes และ tubers จะสามารถป้องกันได้ดีกว่าวัชพืชพวกวงศ์หน่อกุญแจปีเดียวที่มี meristems อยู่ที่ระดับผิวดิน ส่วนของ meristematic tissue ในวัชพืชพวกใบกว้างจะอยู่ที่บริเวณส่วนปลายยอดอ่อน (shoot) และที่ซอกใบ (leaf axils) ซึ่งจะสัมผัสกับสารกำจัดวัชพืชได้ง่ายกว่าพวกวงศ์ที่มีกาบใบ (leaf sheath) ห่อหุ้มอยู่ และตาของวัชพืชพวกใบกว้างที่พบบริเวณรอบลำต้นจะทำให้เกิดลักษณะที่อ่อนแอต่อสารกำจัดวัชพืชได้มากขึ้นด้วย

1.4 กระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช (Physiological processes) ความแตกต่างในด้านการดูดซึมของสาร (absorption หรือ uptake) การเคลื่อนย้ายของสารไปยังจุดหรือตำแหน่งที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาและกระบวนการสร้างและสลายของสารในต้นพืชหรือแมแทบอลิซึมได้มากกว่า

1.4.1 การดูดซึม ความแตกต่างในการดูดซึมสารของพืชนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พืชที่มีปากใบ (stomata) จำนวนมาก ก็จะมีโอกาสที่จะดูดซึมโมเลกุลของสารได้มาก และเร็วกว่าพืชที่มีปากใบจำนวนน้อยกว่า ปริมาณของขน (trichomes) ที่ผิวใบเป็นลักษณะหนึ่งที่ทำให้เกิดคุณสมบัติการเลือกทำลายของสารได้ ใบพืชที่มีจำนวนของขนมาก ก็จะทำให้ละอองของสารมีโอกาสที่จะเกาะจับที่ใบและดูดซึมเข้าไปในใบได้น้อย ความหนาของเซลล์ใบ มุมของการเรียงใบ จุดของ growin point และปริมาณของ wax ที่ผิวใบ เป็นต้น

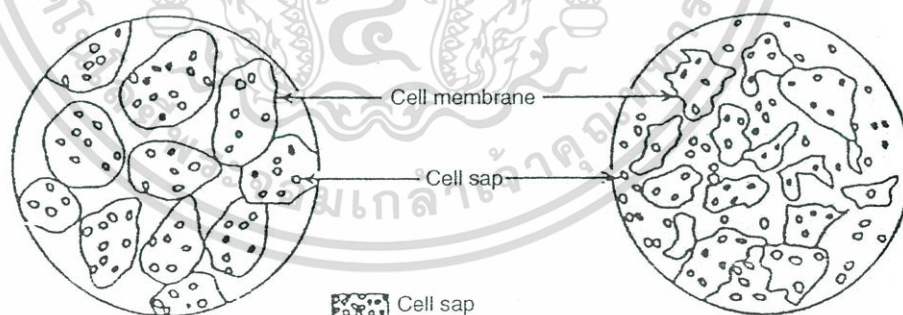
นอกจากนี้ การใช้สารช่วยจับผิวใบ (surfactant ที่เหมาะสม) จะช่วยเพิ่มความสามารถในการถูกยึดของสารกำจัดวัชพืชที่บริเวณปากใบและ cuticle มากขึ้น ดังนั้นสารช่วยจับผิวใบในบางครั้งจึงเป็นสารที่อาจทำให้พืชต่างชนิดกันกับพืชและวัชพืชบางชนิดหมดไป

1.4.2 การเคลื่อนย้าย สารกำจัดวัชพืชเมื่อเข้าไปในต้นพืชแล้วจะมีการเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณที่จะเกิดปฏิกิริยา ดังนั้นถ้ามีการเคลื่อนย้ายสารไปยังบริเวณนั้นได้รวดเร็วและปริมาณมากก็จะเกิดปฏิกิริยาการทำลายพืชได้มากเช่นกัน อัตราการเคลื่อนย้ายและปริมาณการเคลื่อนย้ายของสารจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของสารและพืช หรือแม้แต่ภายในพืชชนิดเดียวกัน แต่ต่างสภาพแวดล้อมกัน การเคลื่อนย้ายของสารก็จะต่างกันได้

1.5 กระบวนการทางชีวฟิสิกส์ภายในพืช (Biophysical process) ขึ้นอยู่กับการดูดซับของสารของพืช (absorption) และเสถียรภาพหรือการคงรูปของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane stability)

1.5.1 การดูดซับสารของพืช สารกำจัดวัชพืชบางชนิดเมื่อเข้าสู่พืชแล้ว พบว่าในพืชบางชนิดที่มีคุณสมบัติในการดูดซับสารเข้าไปอยู่ในส่วน protoplasm เป็นจำนวนมาก สารที่มีการดูดซับอย่างหนาแน่นกับองค์ประกอบของเซลล์ จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายจากจุดที่สารไปยังบริเวณที่จะเกิดปฏิกิริยาไม่ได้เต็มที่ หรือมีการดูดซับอย่างหนาแน่นมากจนไม่สามารถแสดงการออกฤทธิ์ได้

1.5.2 เสถียรภาพหรือการคงรูปของเยื่อหุ้มเซลล์ ในพืชที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชบางชนิดเมื่อได้รับสารเข้าไป เยื่อหุ้มเซลล์จะมีความคงรูป ไม่ถูกทำลายโดยสารกำจัดวัชพืช ในทางตรงกันข้ามพืชที่อ่อนแอต่อสาร เยื่อหุ้มเซลล์ที่ได้รับสารจะถูกทำลายทำให้ของเหลวภายในเซลล์ (cell sap) ไหลออกสู่ช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space) ทำให้ใบพืชเกิดอาการช้ำน้ำ เซลล์จะตาย และแห้งหลุดออกไปในเวลาต่อมา ในรูปที่ 2.24 แสดงการคงรูปของเยื่อหุ้มเซลล์ในเซลล์ของแครอท (ซ้าย) ซึ่งเป็นพืชที่ทนทานสารกำจัดวัชพืชที่ยังคงมีการคงสภาพของ cell sap ไว้ภายในเซลล์เมมเบรน ส่วนวัชพืชที่อ่อนแอ (ขวา) จะเห็นได้ว่าการไหลออกของ cell sap กระจายไปทั่วบริเวณช่องว่างระหว่างเซลล์



รูปที่ 2.24 แสดงเสถียรภาพหรือการคงรูปของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ทำให้เกิดการเลือกทำลาย [116]

2. บทบาทของสารกำจัดวัชพืช (Role of the herbicide)

2.1 การหลีกเลี่ยงการสัมผัส โดยการใช่วิธีการฉีดที่หลีกเลี่ยงการสัมผัสของสารกำจัดวัชพืชกับพืชปลูก อาจจะเป็นวิธีการฉีดพ่นแบบโดยตรง (directed spray) หรือการฉีดโดยใช้วัสดุบัง (shielded spray) เพื่อป้องกันการสัมผัสของสารกำจัดวัชพืชต่อพืชปลูกโดยตรง ก็จะเป็นการหลีกเลี่ยงความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชนั้นได้

2.2 บริเวณที่ใส่สารกำจัดวัชพืช ในกรณีที่สารกำจัดวัชพืชทางดิน ความลึกของรากจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการเลือกทำลายขึ้นมาได้ สารกำจัดวัชพืชที่ละลายน้ำได้น้อยหรือสารกำจัดวัชพืชทั่วไป มักจะเคลือบอยู่บนชั้นผิวดิน การปลูกพืชให้อยู่ลึกกว่าระดับที่มีสารกำจัดวัชพืชอยู่ ก็จะช่วยหลีกเลี่ยงในการที่รากจะสัมผัสกับสารกำจัดวัชพืชได้

2.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการใช้สารกำจัดวัชพืช เวลาในการใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้สามารถควบคุมวัชพืชได้ในขณะที่ปลอดภัยต่อพืชปลูก ซึ่งสามารถเลือกเวลาการใช้งานได้ เช่นการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชที่เข้าทำลายทางใบลงไป ในขณะที่พืชปลูกยังไม่ออกหรือก่อนที่จะทำการหยอดเมล็ดพืชปลูกลงไปตลอดจนทำการฉีดพ่นสารในขณะที่พืชปลูกมีความทนทานซึ่งสามารถหลีกเลี่ยงอันตรายที่จะเกิดแก่พืชปลูกได้สำหรับใช้ในกรณีที่ฉีดพ่นสารประเภทที่เข้าทำลายทางรากได้ดินหรือสารที่ใช้แบบก่อนงอก โดยที่โมเลกุลของสารส่วนใหญ่จะเข้าทำลายทางเมล็ดที่เริ่มงอก

2.4 ความเข้มข้นของสาร เป็นปัจจัยที่จะแสดงให้เห็นว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดนั้นๆจะมีผลไปยังยังหรือกระตุ้นกิจกรรมต่างๆ ภายในพืช เช่น 2,4 - D ที่ความเข้มข้นต่ำๆจะทำหน้าที่เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้ แต่เมื่อใช้ในความเข้มข้นที่สูงขึ้นก็จะแสดงคุณสมบัติในการเป็นสารกำจัดวัชพืชได้

2.5 รูปสูตรสำเร็จของสาร ในรูปของแข็ง (solid) และรูปเม็ด (granule) มักใช้เป็นสารทางดินเนื่องจากเมื่อใช้จะกระเด็นออกจากพืชปลูกตกลงสู่ดินทำลายวัชพืชก่อนงอก (per-emergence) นอกจากนี้การที่มีการเติมสารบางชนิดเข้าไป เช่น adjuvants หรือ surfactants จะไปเพิ่มหรือลดความเป็นพิษ ของสารต่อพืชได้ โดยทั่วไปแล้วคุณสมบัติของสารเคมีที่มีผลต่อการทำลายวัชพืชนั้น จะทำให้เกิดความแตกต่างกันในการเลือกทำลายได้ สารแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติ เช่น การเข้าทำลาย การเคลื่อนย้าย ตลอดจนกลไกในการเลือกทำลายที่แตกต่างกันออกไป

3. บทบาทของสภาพแวดล้อม (Role of the environment)

3.1 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิจะช่วยเร่งการเข้าสู่ต้นพืชและการเคลื่อนย้ายภายในต้นพืชให้เร็วขึ้น เมื่อการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืชขึ้นอยู่กับความแตกต่างทางด้านนี้ ก็จะมีผลทำให้การเลือกทำลายเปลี่ยนแปลงไปได้ สาร linuron สามารถจะใช้กำจัดวัชพืชในข้าวสาลีที่ปลูกในเขตอบอุ่นและเขตนาวได้ แต่กลับเป็นพิษต่อข้าวสาลีที่ปลูกในเขตร้อน เช่นเดียวกับสาร simetryn พบว่าเป็นพิษกับข้าวที่ปลูกในประเทศไทยแต่จะไม่เป็นพิษหรือเป็นพิษน้อยต่อข้าวที่ปลูกในญี่ปุ่น สาร propanil ถ้าใช้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 38 องศาเซลเซียสจะมีผลทำให้เป็นพิษต่อข้าวสูงขึ้น

3.2 ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) จะมีผลต่อการเข้าสู่ต้นพืช โดยที่มีผลต่อการเปิดปิดของปากใบ และการเต่งตึงของใบ เมื่อความชื้นสัมพัทธ์สูง ปากใบจะเปิดและเซลล์ของใบจะขยายตัว ทำให้ cuticle แยกตัวออก ซึ่งจะมีผลทำให้สารกำจัดวัชพืชมีการเคลื่อนย้ายเข้าสู่ภายในได้ง่ายขึ้น การระเหยของสารกำจัดวัชพืชออกไปจะช้าในช่วงที่ความชื้นสัมพัทธ์สูง จึงทำให้มีเวลาในการที่จะเคลื่อนย้ายเข้าสู่ต้นพืชได้เช่นเดียวกัน ในกรณีที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะพบว่าพืชมักจะมี cuticle ค่อนข้างหนากว่าเมื่อสภาพความชื้นสัมพัทธ์สูง

3.3 ความชื้นในดิน (soil moisture) จะมีผลต่อการเลือกทำลายโดยอิทธิพลต่อปริมาณสารของสารกำจัดวัชพืชในสารละลายดิน (soil solution) และความลึกของสารกำจัดวัชพืชที่จะเคลื่อนลงสู่ดินชั้นล่าง เมื่อความชื้นในดินสูง จะทำให้มีสารกำจัดวัชพืชในสารละลายดินมาก ซึ่งพืชก็จะสามารถดูดซึมเข้าไปได้มาก แต่ถ้าปริมาณความชื้นในดินสูงมากเกินไป ก็จะช่วยพาสารกำจัดวัชพืชไหลลงไปสู่ดินชั้นล่าง (leaching) หากสารมีการเคลื่อนย้ายไปอยู่ในระดับเดียวกับรากพืช โอกาสที่จะเป็นพิษต่อพืชปลูกก็สูงเช่นกัน การซึมลึก (leaching) จะมีปัญหาสำหรับสารกำจัดวัชพืชที่มีลักษณะคุณสมบัติที่ละลายน้ำได้ง่าย โดยทั่วไปแล้ว ชนิดของดินและปริมาณน้ำฝนจะเป็นปัจจัยกำหนดถึงตำแหน่งของสารชนิดหนึ่ง ๆ ที่อยู่ในดิน ปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายของสารในดิน ได้แก่ การดูดซับของอนุภาคดิน ความสามารถในการละลายน้ำของสารเคมี ปริมาณน้ำฝน และชนิดของดิน เป็นต้น

ในสารบางชนิดที่ไม่มีคุณสมบัติเป็นสารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายโดยตรงมาก่อน แต่จะถูกทำให้เกิดขึ้นภายหลัง เช่น เกิดจากตำแหน่งของสารใดๆ ซึ่งการเลือกทำลายชนิดนี้ก็ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของลักษณะระบบรากของพืชปลูกและวัชพืชด้วย ในกรณีถ้าวัชพืชมีระบบรากอยู่ตื้นกว่าพืชปลูกก็ต้องใช้สารที่ไม่ค่อยมีการเคลื่อนย้ายในดิน

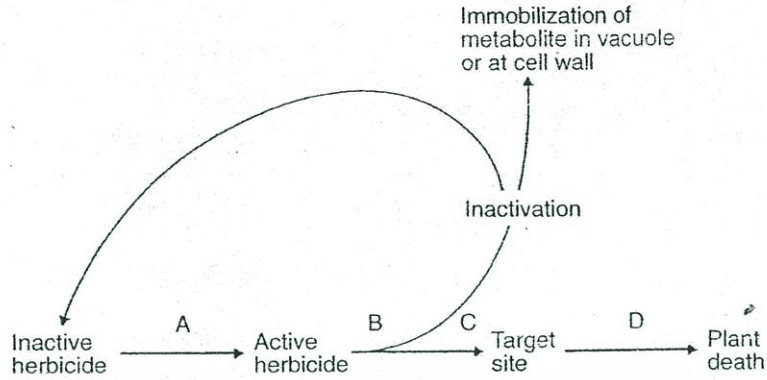
จากทฤษฎีดังกล่าวข้างต้นทำให้ตำแหน่งหรือทิศทางในการเข้าทำลายของสารกำจัดวัชพืชเป็นปัจจัยหลักและสำคัญมากในการพิจารณาเลือกสารกำจัดวัชพืชชนิดใด ๆ มาใช้กับสารกำจัดวัชพืชที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน

การเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืช (herbicide selectivity) ยังเป็นสมมติฐานสืบเนื่องกันต่อไปเรื่อยๆ ซึ่งมีความสำคัญมากขึ้นในระบบการเกษตรแผนใหม่ โดยมีแนวความคิดว่าสารกำจัดวัชพืชน่าจะสามารถควบคุมวัชพืชได้ทุกชนิด ซึ่งมีวัชพืชเพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นหรือน้อยมากที่ไม่สามารถควบคุมได้ด้วยสารกำจัดวัชพืชเหล่านี้ ในปัจจุบันยังไม่มีสารกำจัดวัชพืชชนิดใดที่มีการเลือกทำลาย ที่สามารถใช้ควบคุมพืชโดยเฉพาะชนิดใดชนิดหนึ่งได้ กล่าวคือ การเลือกทำลายจะอยู่บนพื้นฐานของความแตกต่างที่แสดงออกในลักษณะของสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาของพืช ในระหว่างลักษณะเฉพาะของพืชแต่ละชนิด เช่น มีการเลือกทำลายของสาร atrazine ในข้าวโพด สาร dichlofop-methyl ในข้าวสาลี สารกลุ่มคล้ายฮอร์โมนออกซิน (auxin – type herbicides) ในพวงพืชมะเขือเทศ (monocot) หลายชนิด และสารในกลุ่ม sulfonylureas และ imidazolinones ในเนื้อเยื่อพืชอีกหลายชนิด เป็นต้น

ในหลักการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืชในธรรมชาตินั้น จะขึ้นอยู่กับพื้นฐานของปัจจัยที่ว่า พืชที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืชสามารถย่อยสลาย (detoxifies) โดยมีการสร้างและสลายตัวของสารเคมีชนิดนั้นๆ โดยปกติจะเกิดปฏิกิริยา conjugation กับสารตัวอื่นๆ พืชที่มีความต้านทานสามารถเปลี่ยนรูปของสารจากสภาพที่สามารถก่อให้เกิดปฏิกิริยาได้ (active herbicide) จะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปที่ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ (inactive herbicide)

ในการศึกษาทางด้านกลไกของสารกำจัดวัชพืชที่เข้าทำปฏิกิริยายับยั้ง (mode of action) ของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่าง ๆ นั้นส่วนใหญ่มักพิจารณาเกี่ยวกับการเลือกทำลายของสาร มาใช้ในการอธิบายด้วยอันที่จริงแล้วในเรื่องของความอ่อนแอ (susceptibility) ความทนทาน (tolerance) และ/หรือ ความต้านทาน (resistance) สามารถทำการอธิบายความหมายของคำศัพท์ดังกล่าวให้ชัดเจนมากขึ้นได้ โดยพิจารณาที่ระดับของการสร้างและสลายตัวของสารกำจัดวัชพืช

การเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืช อาจจะเนื่องมาจากความแตกต่างของพืชในแต่ละชนิด ทางด้านการขัดขวางหรือยับยั้งของสาร ตลอดจนการดูดซับของสารผ่านเข้าสู่ใบพืช แต่ว่าการสลายตัวของสารซึ่งเกิดขึ้นมากมายในพืชจะแสดงเพียงระดับหนึ่งเท่านั้น ที่ค่อนข้างปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัดว่ามีความแตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วการเลือกทำลายอาจจะเกิดขึ้นมาได้หลายขั้นตอน ซึ่งแสดงให้เห็นในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 กระบวนการสร้างและสลายตัวของสารกำจัดวัชพืช ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการเลือกทำลายโดยที่ A-D เป็นช่วงที่การเลือกทำลายของสารอาจจะเกิดขึ้นได้ [117]

โดยทั่วไปแล้ว การเลือกทำลายของสารอาจจะเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง (หรืออาจจะมากกว่า) ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับความแตกต่างในการดูดซึมหรือยับยั้งของสารกำจัดวัชพืช ความแตกต่างของการดูดซึมสารกำจัดวัชพืช ความแตกต่างในอัตราการเปลี่ยนแปลงการสร้างและสลายของสารกำจัดวัชพืช ความแตกต่างของการตอบสนองที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน และเป็นเป้าหมายที่สารกำจัดวัชพืชเข้าทำปฏิกิริยายับยั้งของสาร ตลอดจนความแตกต่างของความสามารถในการทนทานความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช อย่างไรก็ตาม ปัจจัยต่าง ๆ ทั้งหมดที่ได้กล่าวมานี้คือข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืช

จากทฤษฎีดังกล่าวทำให้เกิดแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพรวมถึงการกำหนดขอบเขตในการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืชชนิดหนึ่งใหม่มากยิ่งขึ้น การค้นคว้าและทดลองถึงปัจจัยดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็นและเพื่อจุดประสงค์ในการควบคุมวัชพืชในพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2.9 การใช้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดผสมกัน[118]

สารกำจัดวัชพืชที่ถูกใช้ลงไปมากกว่า 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งอาจจะเป็นการผสมที่ทำการผสมมาเรียบร้อยแล้วในสารเคมีผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปที่ขายในท้องตลาด หรืออาจเป็นการนำมาผสมในถังตนเอง (tank mix) วัตถุประสงค์ของการใช้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดผสมกัน ก็เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชให้ดีขึ้นและมากขึ้น เช่นการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้งใบแคบและใบกว้างในเวลาการใช้เดียวกัน หรือการใช้แบบหลังวัชพืชงอกร่วมกับการใช้แบบก่อนวัชพืชงอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาของสารกำจัดวัชพืชที่ผสมลงไป ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป อาจทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชแตกต่างกันไปใน 3 ลักษณะดังนี้

1. สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพเหมือนเดิม
2. สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพลดลง
3. สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1. การใช้สารกำจัดวัชพืชตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันแล้วไม่มีผลต่อกัน หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือเป็นอิสระต่อกันนั้น ก็คือประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของสารเคมียังคงเดิมเหมือนสภาพการใช้เดี่ยวๆ การผสมสารเคมีในลักษณะนี้ไม่มีผลซึ่งกันและกัน ซึ่งอาจเรียกว่า independent action

2. การใช้สารกำจัดวัชพืชตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันแล้วทำให้เกิดผลกระทบต่อประสิทธิภาพเดิมของสารเคมีชนิดหนึ่ง เป็นปฏิกิริยาที่ทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชลดลง เรียกว่า antagonistic action

3. การใช้สารกำจัดวัชพืชตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปผสมกันแล้วทำให้เกิดการเสริมประสิทธิภาพการควบคุมซึ่งกันและกัน ซึ่งประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชในสภาพการผสมสารเคมี จะดีกว่าในสภาพการใช้แบบเดี่ยวเรียกว่า synergistic action

ในการใช้สารกำจัดวัชพืชในพืชปลูกต่างๆ และนอกพื้นที่การเพาะปลูกในประเทศไทยเท่านั้น อาจมีการผสมสารกำจัดวัชพืชในแบบต่างๆ ดังนี้

- สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก ผสมกับสารกำจัดวัชพืชประเภทหลังงอก
เช่น Alachor + Paraquat
Diuron + Asluam
Alachor + Glyphosate
- สารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายใบแคบ ผสมกับสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลายใบกว้าง เช่น Fluazifop – butyl + Formesafen
Haloxifop – R- methyl ester + Acifluorfen
Quizalofop-p-tefuryl + Acifluorfen
- สารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก ผสมผสานกับสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก เช่น
Ametryn + Atrazine
Oxyfluorfen + Alachor
Ametryn + Simazine
Atrazine + Alachor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oxidiazon + Oxyfluorfen

- สารกำจัดวัชพืชประเภทไม่เลือกทำลายแบบดูดซึม ผสมกับสารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายใบกว้าง เช่น Glyphosate + Fluroxypyr

Glyphosate + Triclopyr

Glyphosate + 2,4 - D

Glyphosate + Dicamba

2.10 แผนการทดลองที่ใช้ในการทดลองในงานวิจัย

2.10.1.แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด

แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดหรืออาจเรียกย่อ ๆ ว่า CRD ซึ่งเป็นการวางแผนการทดลองที่ง่ายที่สุด คือง่ายในการดำเนินการทดลอง การจัดหาหน่วยทดลอง การเก็บข้อมูล ตลอดจนจนถึงการอธิบายผลการทดลอง ใช้สำหรับการทดลองที่มีปัญหาเพียงกลุ่มเดียว ปัญหาอื่นถึงมีเราก็ไม่ศึกษาาร่วมกันในที่นี้คือพยายามให้ปัญหาอื่นคงที่เอาไว้ เช่นการเปรียบเทียบพันธุ์พืชก็ศึกษาเรื่องความแตกต่างของพันธุ์เพียงอย่างเดียว ส่วนระยะเวลาในการปลูก ชนิดของปุ๋ย ให้เหมือนกันสำหรับทุกพันธุ์

แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized , CRD)

แผนการทดลองแบบสุ่มตลอดใช้เมื่อหน่วยทดลองมีความสม่ำเสมอดีมาก ไม่มีความแตกต่างระหว่างกันมากพอที่จะแยกเป็นกลุ่มหรือเป็นพวก ใช้กับการทดลองในเรื่องการทดลองในเรื่องเพาะชำหรือในห้องปฏิบัติการใช้ในการทดลองเกี่ยวกับพืชหรือสัตว์ก็ได้ ทั้งนี้ถ้าหากว่าเราสามารถควบคุมแหล่งที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ดี แผนการทดลองนี้มีกฎเกณฑ์การบังคับน้อยที่สุดแต่จะปัญหาหรือที่วัดเม้นต์อาจทำซ้ำก็ได้คือจำนวนซ้ำของแต่ละที่วัดเม้นต์ไม่จำเป็นต้องเท่ากัน

ในการทดลองเกี่ยวกับพืชนั้น ใช้ได้ดีเมื่อมีที่วัดเม้นต์จำนวนน้อย เช่นในการเปรียบเทียบพันธุ์พืช ถ้ามีพืชหลายพันธุ์เกินไป ก็ต้องใช้เนื้อที่การทดลองขนาดใหญ่ เช่นนี้ทำให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันมาก ซึ่งจะทำให้มีความคลาดเคลื่อนเพิ่มขึ้น

2.10.2.แผนการทดลองแบบแฟกตอเรียล

แผนการทดลองที่ผ่านมาใช้ในการค้นคว้าเพื่อเปรียบเทียบในเรื่องเดียวหรือปัญหาโดยเฉพาะ เช่น ในการทดลองเปรียบเทียบพันธุ์พืชเราก็มุ่งไปที่พันธุ์พืชเพียงอย่างเดียว ส่วนปัญหาอื่น ๆ เช่นระดับปุ๋ย ระยะเวลาปลูกหรือวันปลูกเป็นปัญหาคงที่ คือใช้เหมือนกันสำหรับทุกพันธุ์

ถ้าเราต้องการจะทราบเกี่ยวกับผลของระดับปุ๋ยก็กระทำเช่นเดียวกัน คือให้เรื่องอื่น ๆ เป็นปัญหา คงที่ยกเว้นระดับปุ๋ย โดยวิธีนี้เราต้องทำการทดลองหลาย ๆ ครั้งจึงจะทราบปัญหาแต่ละอย่าง ซึ่งนับเป็นการเสียเวลาและทุนทรัพย์ การทดลองแบบแฟคทอเรียลที่จะกล่าวถึงช่วยให้สามารถศึกษาถึงปัญหาต่าง ๆ ได้พร้อมกันคราวละ สองหรือสามอย่าง และจัดเป็นส่วนขยายเพิ่มเติมจากแผนการทดลองที่กล่าวไว้แล้ว

การทดลองแบบแฟคทอเรียล

ในการทดลองที่เราศึกษาถึงปัญหามากกว่าหนึ่งชนิดพร้อม ๆ กันนั้น อาจจัดปัญหาเข้าชุดเพื่อศึกษาพร้อม ๆ กัน เช่น ถ้าการศึกษานั้นมี 2 ปัญหา เป็นต้นว่าต้องการที่จะศึกษาผลของการใส่ปุ๋ยและปูนแก่พืช ถ้าหากว่ามีปุ๋ย 4 ระดับคือ 0 25 50 และ 100 กก.ต่อไร่ ส่วนปูนมี 3 ระดับคือ 0 100 และ 200 กก.ต่อไร่ ในกรณีนี้อาจจัดได้ทั้งสิ้น 4×3 หรือเท่ากับ 12 ชุด ทั้งนี้ปุ๋ยแต่ละระดับได้รับการศึกษากับปูนทุกระดับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. สารเคมีที่ใช้ในการสกัดแยกสารได้แก่

- 1.1 เฮกเซน (Hexane) commercial grade
- 1.2 เอทิลอะซิเตต (Ethyl Acetate) commercial grade
- 1.3 เมทานอล (Methanol) commercial grade
- 1.4 ไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) commercial grade
- 1.5 อะซิโตน (Acetone) commercial grade
- 1.6 2 – บิวทานอล (2-butanol) commercial grade
- 1.7 แมกนีเซียม ซัลเฟต (Magnesium Sulphate)
- 1.8 ซิลิกาเจลเบอร์ 7729 (silica gel 7729) Merck Germany
- 1.9 ซิลิกาเจลเบอร์ 7734 (silica gel 7734) Merck Germany

2. สารเคมีที่ใช้ในการทดสอบสาร ได้แก่

- 2.1 ไซริงจิก แอซิด (Syringic acid) Fluka
- 2.2 ซินนามิก แอซิด (Cinnamic acid) Fluka
- 2.3 พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด (*p*-Hydroxy benzoic acid) Fluka
- 2.4 แซนโทกซิลิน (Xanthoxylin)
- 2.5 ฝุ่นหรือ Agar powder

3. เครื่องมือที่ใช้การทดลอง ได้แก่

- 3.1 เครื่องแกสโครมาโตกราฟ – แมสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Gas chromatography) รุ่น GCMS Maker ; model HP 6890 /5972 (Hewlette Packard)
- 3.2 เครื่องฟูเรียรทรานส์ฟอร์มเมอร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ (Nuclear Magnetic Resonance , NMR) Bruker รุ่น Avance DPX 300 ความถี่ 300 MHZ

4. เครื่องมือใช้ในการสกัดสาร ได้แก่ เครื่องระเหยสุญญากาศ (Rotary Evaporator) Buchi

5. พืชทดสอบที่ใช้ได้แก่ ข้าว (*Oryza sativa*) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli*) ผักโขม (*Amaranthus tricolor*) มะเขือเทศ (*Lycopersicon*

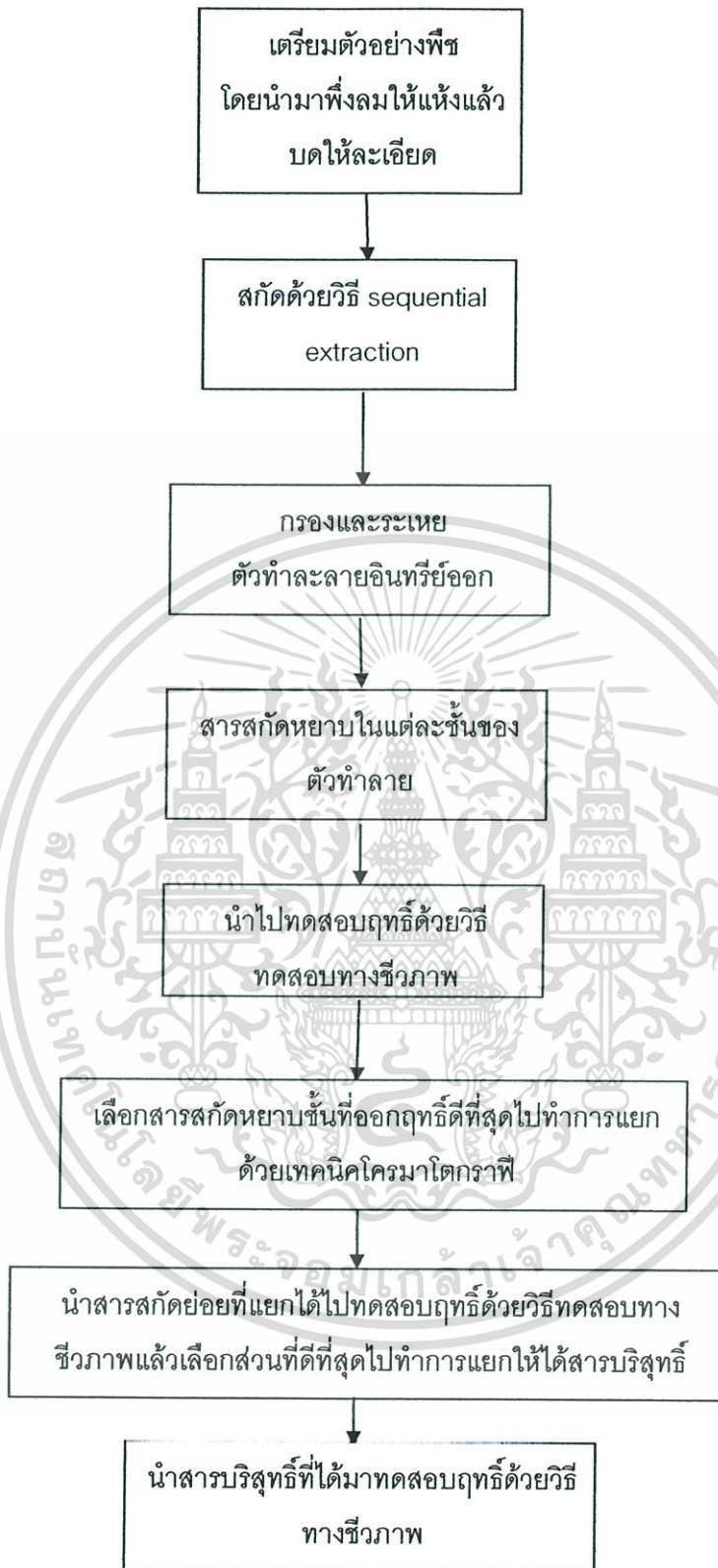
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

esculentum Mill.) ผักกวางตุ้ง (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*) และ
ไมยราบ (*Mimosa pigra* L.)

3.2 ขั้นตอนงานวิจัย

- 3.2.1 เตรียมตัวอย่างพืชโดยนำผลของต้นกำจัดต้นมาผึ่งลมให้แห้งแล้วบดให้ละเอียด
- 3.2.2 นำผลของต้นกำจัดต้นที่บดละเอียด มาทำการสกัดวิธี Sequential Extraction ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ด้วยตัวทำละลายอินทรีย์โดยแช่ในตัวทำละลายจากความเข้มข้นต่ำไปยังขั้วที่สูงกว่าเป็นเวลา 7 วันของแต่ละตัวทำละลาย
- 3.2.3 กรองแยกส่วนที่เป็นกากของชั้นของตัวทำละลายและจากนั้นนำกากไปผึ่งให้แห้งแล้วนำไปแช่ในตัวทำละลายที่มีขั้วที่สูงกว่า
- 3.2.4 ทำสารละลายด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ในแต่ละชั้นตัวทำละลายให้มีความเข้มข้นโดยการระเหยตัวทำละลายอินทรีย์ออกด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและเรียกส่วนนี้ว่าสารสกัดหยาบหรือ Crude Extract
- 3.2.5 นำสารสกัดหยาบไปทดสอบการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ
- 3.2.6 แยกสารสกัดหยาบให้บริสุทธิ์โดยใช้เทคนิคโครมาโตกราฟี
- 3.2.7 นำส่วนย่อยที่แยกได้ไปทดสอบการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ แล้วเลือกส่วนย่อยที่ให้ผลการยับยั้งดีที่สุดไปทำการแยกให้บริสุทธิ์ต่อไป
- 3.2.8 นำสารบริสุทธิ์ที่ได้มาทดสอบฤทธิ์ด้วยวิธีทางชีวภาพ (Bioassay)

ขั้นตอนงานวิจัยสรุปได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

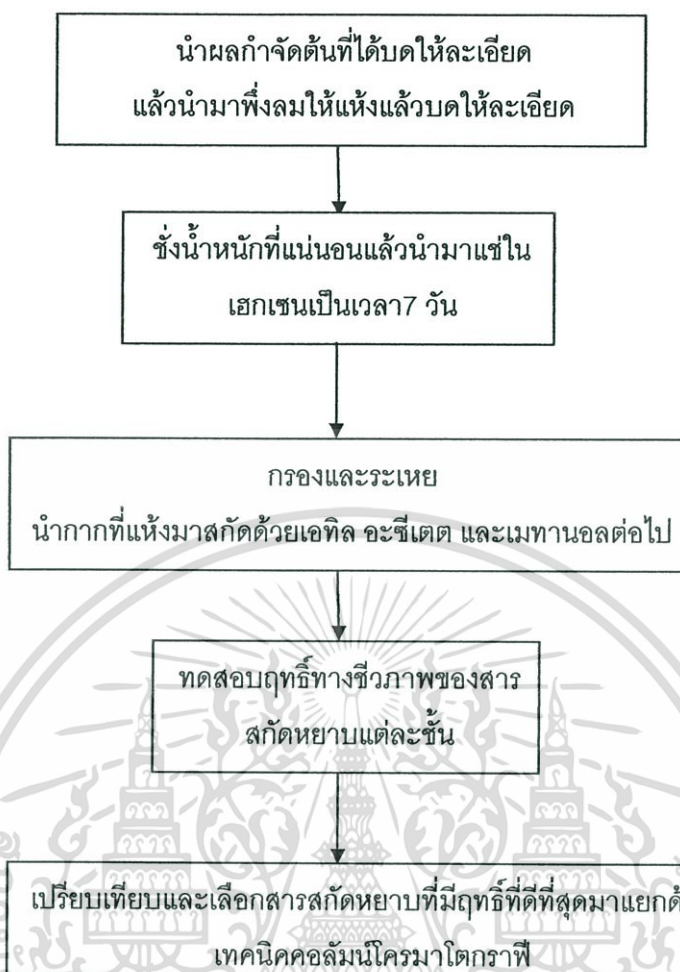
3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 วิธีการเตรียมสารสกัดหยาบในแต่ละชั้นของตัวทำละลายอินทรีย์

การเตรียมสารสกัดหยาบแต่ละชั้นของตัวทำละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน

- 3.3.1.1 นำผลของกำจัดต้นมาบดให้ละเอียด ด้วยเครื่องบดไฟฟ้า(Blender) จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน 2 กิโลกรัม แล้วนำมาแช่ในเฮกเซนในภาชนะปิดเป็นเวลา 7 วัน โดยต้องหมั่นคนทุกวัน
- 3.3.1.2 กรองแยกกากและสารสกัดในชั้นตัวทำละลายด้วยผ้าขาวบาง โดยบีบให้สารสกัดออกจากกากให้มากที่สุดแล้ว นำกากที่ได้ไปผึ่งลมให้แห้งเพื่อใช้ในการสกัดด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วสูงกว่าในครั้งต่อไป
- 3.3.1.3 นำสารสกัดชั้นเฮกเซน มากรองซ้ำอีกครั้งเพื่อนำกากที่เหลือออกด้วยกระดาษกรอง แล้วนำไประเหยเฮกเซนออกเพื่อให้สารสกัดมีความเข้มข้นมากขึ้นด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียสจนแห้งสนิท จะได้สารสกัดชั้นเฮกเซน
- 3.3.1.4 นำกากที่แห้งมาทำสารสกัดด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วสูงต่อไป ได้แก่ เอทิลอะซิเตต และเมทานอล ตามลำดับ ด้วยวิธีการเดียวกันกับตัวทำละลายเฮกเซนจะได้สารสกัดในแต่ละชั้นของตัวทำละลายที่มีขั้วต่างกัน
- 3.3.1.5 ชั่งน้ำหนักของสารสกัดในแต่ละชั้นให้แน่นอน เพื่อนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์ของสารสกัด
- 3.3.1.6 แบ่งสารสกัดหยาบของแต่ละชั้นของตัวทำละลายไปทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ
- 3.3.1.7 เปรียบเทียบผลการยับยั้งของสารสกัดหยาบในแต่ละชั้นของตัวทำละลาย แล้วเลือกสารสกัดหยาบของชั้นที่ดีที่สุดมาทำการแยกสกัดด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโตกราฟีต่อไป

วิธีการทดลองสรุปได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังวิธีการเตรียมสารสกัดหยาบในแต่ละชั้นของตัวทำละลายอินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การแยกสารสกัดที่ได้ให้บริสุทธิ์โดยใช้เทคนิคคอลัมน์โครมาโตกราฟี

- 3.3.2.1 ผสมตัวทำละลายและตัวดูดซับเข้าด้วยกันในภาชนะ เช่น บีกเกอร์โดยเติม ซิลิกาเบอร์ 7729 ที่ละน้อยลงในตัวทำละลายในปริมาณที่เหมาะสม
- 3.3.2.2 ใช้แท่งแก้วคนตัวดูดซับจนกระทั่งไม่มีฟองอากาศเหลืออยู่ ของผสมที่ได้ เรียกว่า "slurry"
- 3.3.2.3 ค่อย ๆ เท slurry ของซิลิกาลงในคอลัมน์ในขณะเดียวกันเปิดก๊อกปล่อยตัวทำละลายไหลออกจากคอลัมน์ โดยรักษาระดับความเร็วของการเท slurry ให้สม่ำเสมอพร้อมกับการไหลออกไปของตัวทำละลาย
- 3.3.2.4 เมื่อเท slurry ลงในคอลัมน์หมดแล้ว ใช้ท่ออย่างเคาะข้าง ๆ คอลัมน์เบา ๆ เพื่อให้เกิดการนอนกันของซิลิกาเกิดขึ้นอย่างมีระเบียบ มีความหนาแน่นสม่ำเสมอตลอดคอลัมน์
- 3.3.2.5 เมื่อบรรจุซิลิกาได้สูงตามที่ต้องการแล้วเติมแมกนีเซียม ซัลเฟตเหนือผิว ซิลิกาเจลสูงประมาณ 1.5 เซนติเมตร
- 3.3.2.6 เทสารสกัดที่คลุกเคล้ากับซิลิกาเจลลงในคอลัมน์ให้หมด โดยไม่ต้องล้างขวดกันกลมด้วยตัวทำละลาย
- 3.3.2.7 ทำการชะล้างด้วยตัวทำละลายที่มีขั้วต่ำสุด 400 มิลลิลิตร แล้วปล่อยให้สารไหลผ่านคอลัมน์
- 3.3.2.8 รวบรวมสารที่ไหลผ่านคอลัมน์ด้วยขวดรูปชมพู่ โดยทำการเก็บสารที่ถูกชะออกจากคอลัมน์ (Eluent) ครั้งละ 20 มิลลิลิตรโดยเขียนหมายเลขลำดับไว้
- 3.3.2.9 ทำการเพิ่มขั้วสารทีละน้อยจนกว่าสารจะไหลจากคอลัมน์หมดและระวังอย่าให้คอลัมน์แห้ง
- 3.3.2.10 ทำการตรวจสอบสารที่ออกจากคอลัมน์ด้วยเทคนิค TLC โดยเทียบกับสารสกัดหยาบ
- 3.3.2.11 พิจารณาผลของ TLC แล้วทำการรวมสารที่เหมือนกัน เพื่อนำไปแยกด้วยเทคนิคคอลัมน์โครมาโตกราฟีต่อจนกว่าจะได้สารบริสุทธิ์

3.3.3 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาตีของสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

- 3.3.3.1 เตรียมสารสกัดย่อยที่แยกได้โดยละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสม ที่ระดับความเข้มข้น 1000 2000 และ 4000 ppm เพื่อใช้ในการทดสอบกับพืชทดสอบ ได้แก่ มะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill) ผักโขม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(*Amaranthus tricolor*) ไมยราบ (*Mimosa pigra* L.) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli*) และผักกวางตุ้ง (*Brassica campestris* L. ssp. *chinensis*)

3.3.3.2 เตรียมขวดแก้วสำหรับทดสอบโดยมีกระดาษที่ใช้ในการดูดซับสารวางรองเอาไว้

3.3.3.3 ปิเปิดสารปริมาณ 0.5 มิลลิลิตรในแต่ละความเข้มข้น ซึ่งทำการทดสอบโดยเปรียบเทียบกับชุดควบคุมคือ น้ำกลั่น

3.3.3.4 จากนั้นนำเมล็ดพืชทดสอบวางลงในขวดแก้วทดสอบขวดละ 10 เมล็ดหุ้มปากขวดแก้วด้วยพาราฟิล์ม

3.3.3.5 ทำการนับจำนวนเมล็ดที่งอกหลังจากเพาะเมล็ด 7 วัน โดยกำหนดให้เมล็ดที่มีความยาวรากมากกว่าขนาดของเมล็ดที่ใช้ทดสอบให้นับเป็นเมล็ดที่งอกหรือเมล็ดที่มีความยาวรากมากกว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไป วัดความยาวต้นและความยาวราก นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกและนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

3.3.4 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาตีของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นโดยวิธีการทดสอบทางชีวภาพ

การศึกษาผลทางอัลลีโลพาตีของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นโดยวิธีการทดสอบทางชีวภาพ แบ่งออกเป็น 6 การทดลองดังนี้

3.3.4.1. การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Water Culture Test

3.3.4.2. การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Agar Test

3.3.4.3. การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ

3.3.4.4. การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง

3.3.4.5. การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นภายในระยะเวลา 1 เดือน

3.3.3.6. การเปรียบเทียบผลของสารผสมระหว่างสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้น และสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่อื่น ๆ ต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการงอกของ เมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Water Culture Test

วิธีดำเนินการ

การทดสอบด้วยวิธี Water Culture Test ทำการเจือจางสารแซนโทกซีลินให้ได้ระดับความเข้มข้น 6 ระดับความเข้มข้นด้วยกันคือ 25 50 100 200 400 และ 800 ppm ด้วยน้ำกลั่น และใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ เพื่อทดสอบผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ 2 ชนิดคือ ข้าว และ หญ้าข้าวนก โดยแช่เมล็ดในน้ำก่อนเป็นเวลา 12 ชั่วโมง เพื่อกระตุ้นเมตาบอลิซึมและคัดเลือกเมล็ดที่สมบูรณ์ หลังจากนั้นนำไปแช่ในสารทดสอบแต่ละระดับความเข้มข้นเป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำมาวางลงบนโฟมที่กรีดเป็นร่องความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตรที่วางลอยน้ำในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งบรรจุน้ำปริมาตร 200 มิลลิลิตร หรือประมาณ $\frac{1}{3}$ ของบีกเกอร์

การวางแผนการทดลอง การวัดผลและการเก็บข้อมูล ในการทดลองนี้แต่ละพืชทดสอบใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ ทำการนับจำนวนเมล็ดที่งอกหลังจากเพาะเมล็ด 7 วัน โดยกำหนดให้เมล็ดที่มีความยาวรากมากกว่าขนาดของเมล็ดที่ใช้ทดสอบให้นับเป็นเมล็ดที่งอกหรือเมล็ดที่มีความยาวรากมากกว่า 2 มิลลิเมตรขึ้นไป วัดความยาวต้นและความยาวราก นำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกและนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

การทดลองที่ 2 การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Agar Test

วิธีดำเนินการ

การทดสอบด้วยวิธี Agar Test โดยทำการเจือจางสารแซนโทกซีลินให้ได้ระดับความเข้มข้น 4 ระดับความเข้มข้นด้วยกันคือ 50 100 200 และ 400 ppm โดยใช้น้ำกลั่นที่เตรียมเป็นสารละลายยูนเป็นตัวเจือจางและใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ โดยเตรียมสารละลายยูนโดยใช้ยูน 125 มิลลิกรัมให้ได้ระดับความสูง 10 เซนติเมตร (2/4 ของหลอดทดลองขนาด 100 ml) ทำการทดสอบกับเมล็ดพืชทดสอบคือ ข้าว นำเมล็ดข้าวมาวางลงบนสารละลายยูนที่แข็งตัวอยู่ในหลอดทดลอง หลอดทดลองละ 2 เมล็ด จากนั้นใช้พาราฟิล์มปิดปากหลอดทดลองทั้งหมด

การวางแผนการทดลอง การวัดผลและการเก็บข้อมูล ในการทดลองนี้แต่ละพืชทดสอบใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ หลังครบกำหนด 7 วันของการทดสอบ วัดความยาวต้น ความยาวราก และน้ำหนักแห้งนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การออก จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

การทดลองที่ 3 การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ

วิธีดำเนินการ

การทดสอบโดยวิธีการจุ่มใบและรากของพืชทดสอบลงในสารแซนโทกซีลิน โดยทำการเจือจางสารบริสุทธิ์ให้ได้ระดับความเข้มข้น 4 ระดับความเข้มข้นด้วยกันคือ 50 100 200 และ 400 ppm โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายเจือจางเตรียมไว้ในหลอดทดลองขนาด 100 ml และใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ทำการทดสอบกับต้นพืชทดสอบได้แก่ ต้นกล้าข้าวที่มีอายุ 7 วัน (second leaf stage) โดยย้ายต้นกล้าข้าวที่ปลูกมาจุ่มลงในสารทดสอบ ในกรณีของพืชที่ต้องการทดสอบทางใบ ให้ใช้สาลีสบน้ำพันปลายรากและหุ้มด้วยกระดาษอะลูมิเนียมฟลอยด์อีกชั้นเอาไว้เพื่อรักษาความชุ่มชื้นให้รากของต้นกล้าข้าว ในกรณีของพืชที่ต้องการทดสอบทางราก ให้จุ่มส่วนรากของพืชทดสอบลงในสารทดสอบ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นย้ายกลับไปเพาะในกระถางเดิมต่อไป

การวางแผนการทดลอง การวัดผลและการเก็บข้อมูล ในการทดลองนี้แต่ละพืชทดสอบใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ ทำการวัดความสูงของต้นพืชทดสอบเมื่อ 3 5 และ 7 วันหลังการทดสอบสารโดยวัดความยาวจากโคนต้นไปยังปลายใบที่ยาวที่สุด หลังการทดสอบสาร เก็บตัวอย่างเพื่อหาน้ำหนักแห้งโดยอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสหลังครบกำหนดการทดสอบ วัดความยาวลำต้นและน้ำหนักแห้ง จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของสารแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง

วิธีดำเนินการ

การทดสอบสารในกระถางจำลอง เตรียมสารแซนโทกซีลินให้มีปริมาณดังนี้ คือ 10 20 40 และ 80 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์โดยใช้สารแซนโทกซีลิน 10000 ppm ปริมาณ 0.13 0.26 0.52 1.12 มิลลิลิตร ตามลำดับและใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ และใช้พืชทดสอบคือ ข้าว และหญ้า

จำนวนโดยวางเมล็ดพืชทดสอบ 8 เมล็ดลงบนผิวน้ำของดินในบีกเกอร์ขนาด 25 มิลลิเมตร หลังจากนั้นเติมน้ำให้มีความสูงประมาณ 1 เซนติเมตรจากผิวน้ำของดิน

การวางแผนการทดลอง การวัดผลและการเก็บข้อมูล ในการทดลองนี้แต่ละพืชทดสอบ ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ ทำการวัด ความสูงของต้นพืชทดสอบวันที่ 3 5 และ 7 หลังวันที่เริ่มเพาะ โดยวัดความยาวจากโคนต้นไปยัง ปลายใบที่ยาวที่สุด ชั่งน้ำหนักแห้งและนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT

การทดลองที่ 5 การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างของสารแซนโทกซีลินในระยะเวลา 1 เดือน
ในแปลงทดสอบ

วิธีดำเนินการ

การทดสอบสารใช้วิธีเดียวกันกับการทดลองที่ 4 โดยใช้สารในระดับปริมาณสารต่อพื้นที่เป็น 20 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์

การวางแผนการทดลอง การวัดผลและการเก็บข้อมูล ในการทดลองนี้แต่ละพืชทดสอบ ใช้แผนการทดลองแบบ Factorial in Completely Randomized Design จำนวน 4 ซ้ำ นำดิน ทั้งหมดที่ทดสอบสารในแต่ละบีกเกอร์มาสกัดในวันที่ 7 14 21 และ 28 หลังจากวันที่เริ่มการ ทดลอง

การสกัดแซนโทกซีลินด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ บดดินที่ทดสอบให้ละเอียดก่อนนำมาแช่ เอทิล อะซีเตตเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำสารละลายที่ได้มากรองด้วยกระดาษกรอง เพื่อกำจัด เศษดินทิ้งไป สารสกัดที่ได้นำไปตรวจวัดหาปริมาณสารทดสอบที่ตกค้างด้วยเครื่อง แกสโครมาโตกราฟีนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณสารที่ตกค้างอยู่ในดินในช่วงเวลาประมาณ 1 เดือน

การทดลองที่ 6 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของสารแซนโทกซีลินและอัลลีโลเคมีคัลที่ พบในธรรมชาติ ต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

วิธีดำเนินการ

การผสมสารทดสอบ ใช้สารทดสอบทั้ง 4 ชนิดได้แก่

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

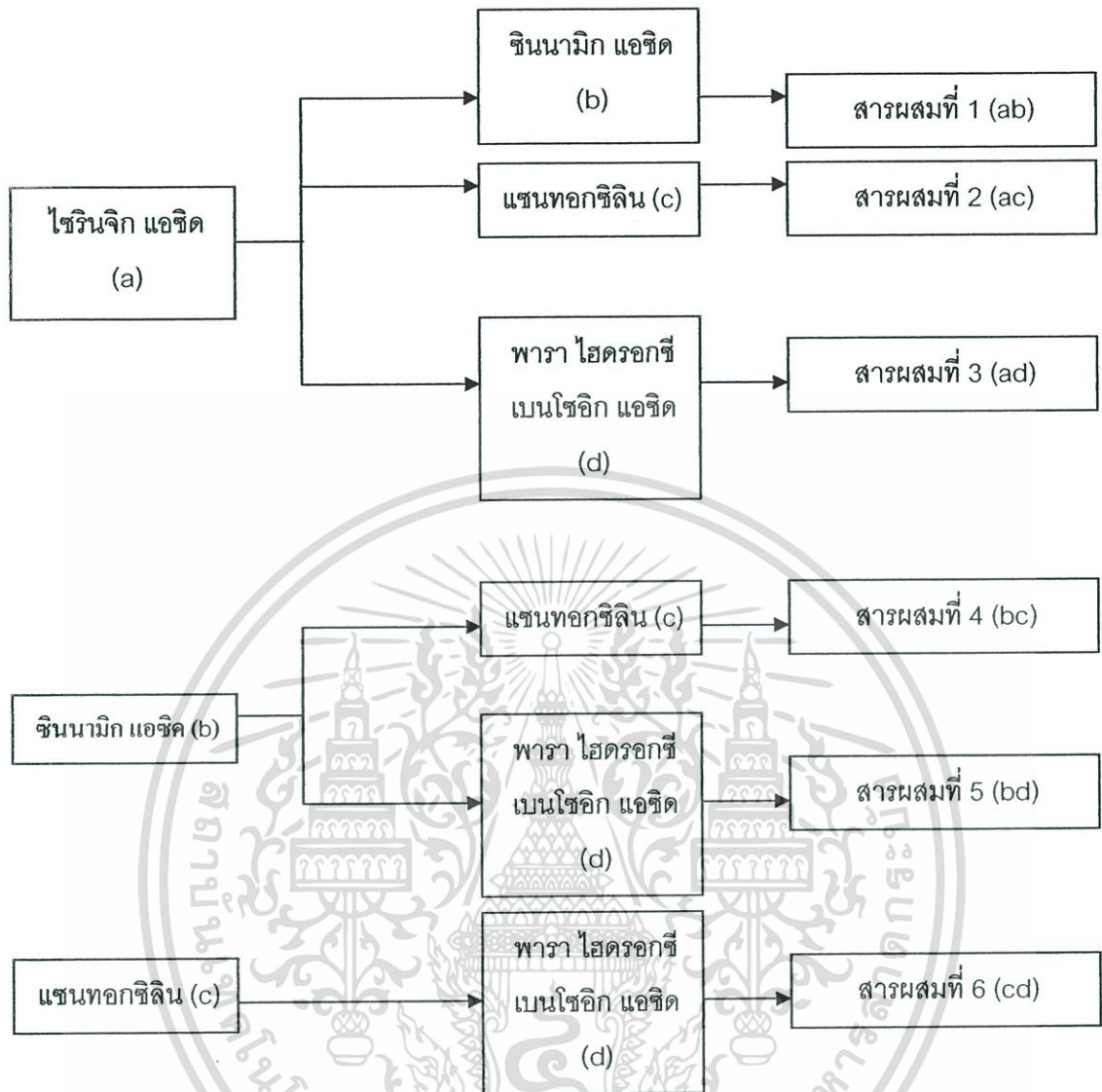
โดยนำมาเตรียมเป็นสารละลายผสมในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน 3 อัตราส่วนได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ก. อัตราส่วน 1 : 1 โดยกำหนดให้สารผสมทั้งหมดมีระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm เท่ากัน (ดังรูปที่ 3.3)
- ข. อัตราส่วน 1 : 1 : 1 โดยกำหนดให้สารผสมทั้งหมดมีระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm เท่ากัน (ดังรูปที่ 3.4)
- ค. อัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1 โดยกำหนดให้สารผสมทั้งหมดมีระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm เท่ากัน (ดังรูปที่ 3.5)

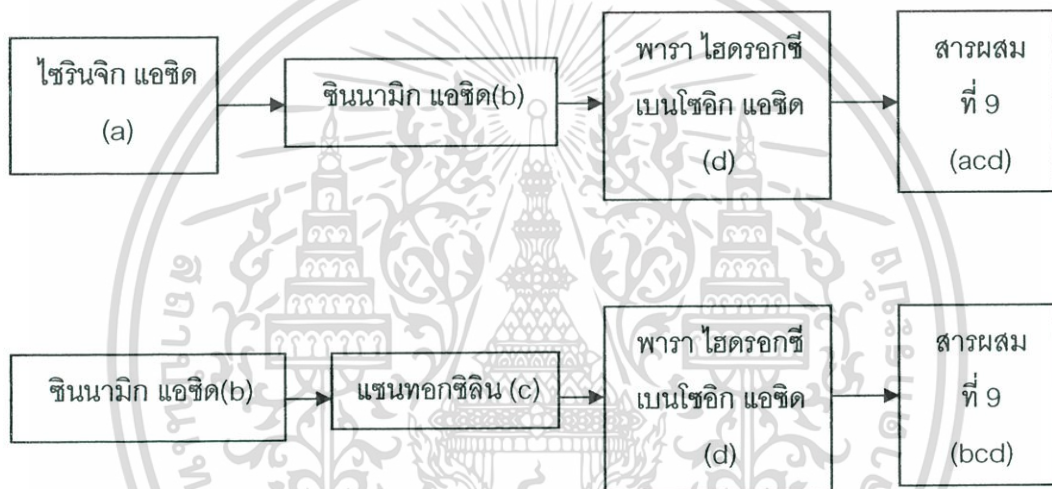
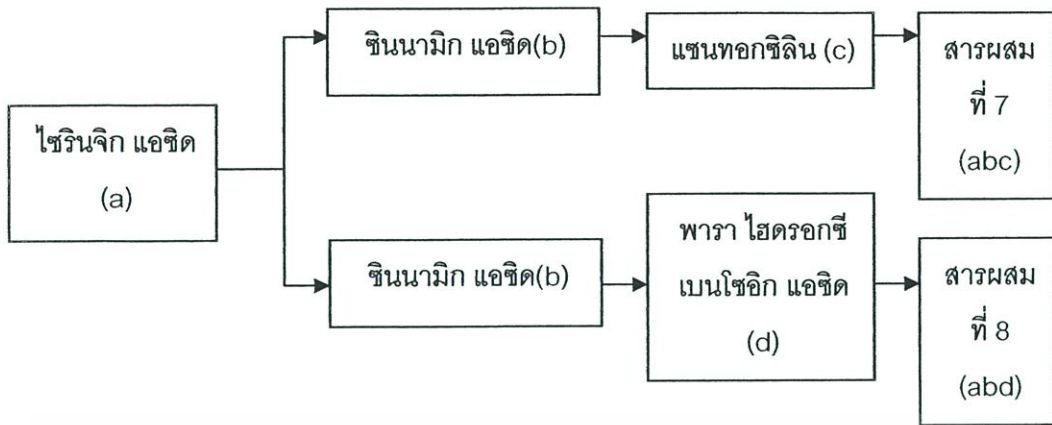
การทดสอบฤทธิ์ของสารผสมในจานทดลอง โดยใช้สารทดสอบปริมาตร 5 มิลลิเมตรต่อจานทดลอง และใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ในจานทดลองวางกระดาษเพาะเมล็ดเพื่อเป็นวัสดุเก็บรักษาความชื้น โดยให้สารดูดซึมกระจายในจานทดลองอย่างสม่ำเสมอ แล้วนำเมล็ดพืชที่ทดสอบได้แก่ ข้าวและผักโขมที่เตรียมไว้มาวางเรียงจำนวน 20 เมล็ดต่อจานเพาะ ปิดฝาครอบเพื่อป้องกันการระเหยของสาร และวางไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง

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



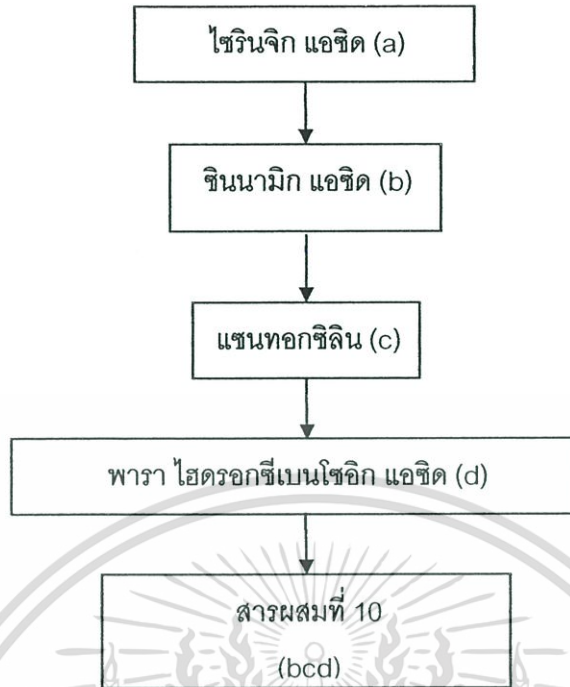
รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แผนผังแสดงการผสมสารในอัตราส่วน 1 : 1 : 1 : 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

สารสกัดย่อยในชั้นเอทิล อะซีเตตสามารถแยกได้ด้วยเทคนิค คอลัมน์โครมาโตกราฟี โดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์เป็นเฮกเซนผสมกับเอทิลอะซีเตตในอัตราส่วนต่าง ๆ กันโดยเพิ่มปริมาณของเอทิล อะซีเตตมากขึ้น (ตั้งแต่เฮกเซน 100 เปอร์เซ็นต์ ถึง เฮกเซน : เอทิลอะซีเตต 10 : 90 (90 % เอทิล อะซีเตต)) ปริมาณของสารสกัดย่อยที่แยกได้จากผลกำจัดต้นเป็นดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิลอะซีเตตของผลกำจัดต้น

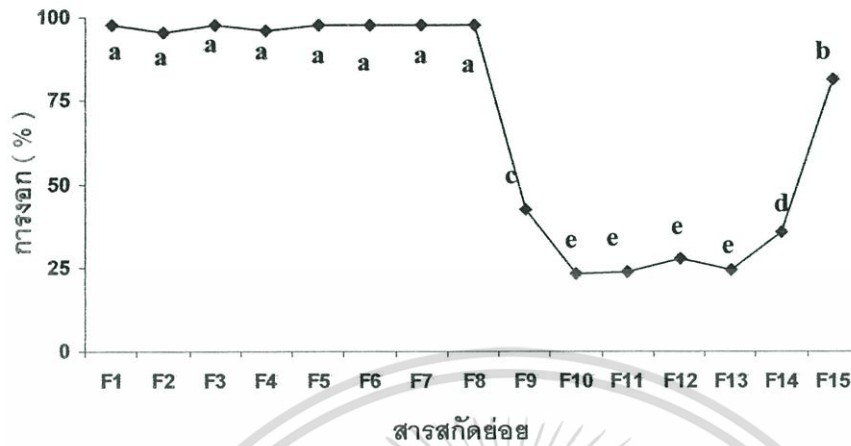
สารสกัดย่อย	น้ำหนักสารที่แยกได้ (กรัม)
ส่วนที่ 1	9.80(7.01%)
ส่วนที่ 2	9.39(6.72%)
ส่วนที่ 3	8.61(6.16%)
ส่วนที่ 4	8.40(6.01%)
ส่วนที่ 5	8.53(6.10%)
ส่วนที่ 6	8.75(6.26%)
ส่วนที่ 7	9.52(6.81%)
ส่วนที่ 8	9.57(6.85%)
ส่วนที่ 9	17.13(12.25%)
ส่วนที่ 10	8.49(6.07%)
ส่วนที่ 11	8.40(6.01%)
ส่วนที่ 12	8.04(5.75%)
ส่วนที่ 13	8.48(6.07%)
ส่วนที่ 14	8.61(6.16%)
ส่วนที่ 15	8.07(5.77%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 การเปรียบเทียบผลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้นต่อ การงอกของเมล็ดพืชทดสอบ

ผลต่อการงอกของเมล็ดมะเขือเทศ

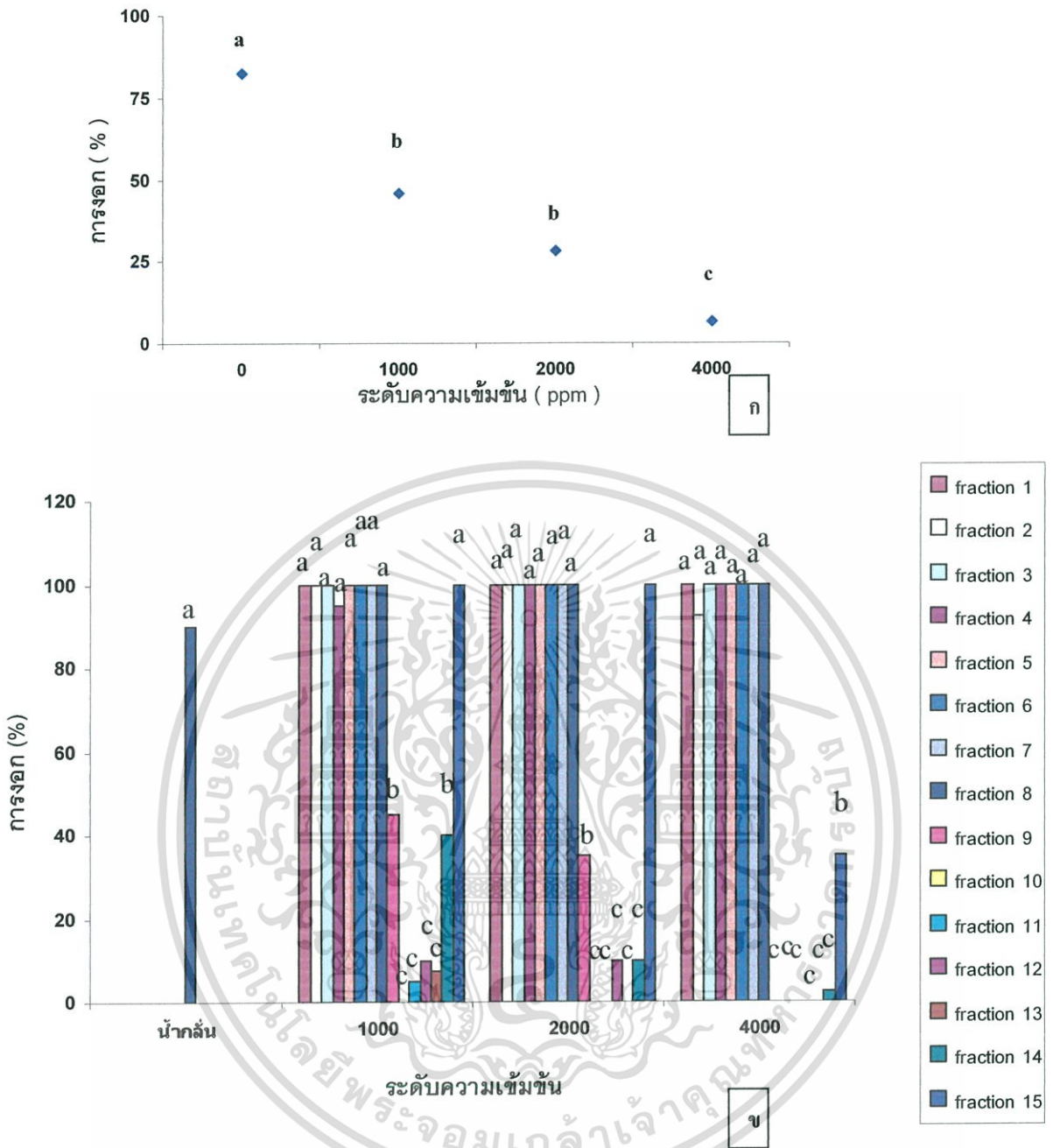
อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดและปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง ล้วนมีผลต่อการงอกของเมล็ดมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) สารสกัดย่อยในส่วนที่ 3 – 8 ให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดมะเขือเทศไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.1) ในขณะที่สารสกัดย่อยในส่วนที่ 10 สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดมะเขือเทศได้มากกว่าสารสกัดในส่วนอื่น ๆ ในด้านระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยมีผลให้การงอกของเมล็ดมะเขือเทศถูกยับยั้งมากขึ้น (รูปที่ 4.2 ก) โดยสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดมะเขือเทศได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสารที่ระดับความเข้มข้นนี้สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดมะเขือเทศได้ 49.44 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น สำหรับผลของปฏิสัมพันธ์ทั้งสอง (รูปที่ 4.2 ข) พบว่าการใช้สารสกัดย่อยในส่วนที่ 1 – 8 ที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นไม่มีผลให้การงอกของเมล็ดมะเขือเทศลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น ในขณะที่สารสกัดย่อยในชั้นที่ 9 – 14 ให้ผลการยับยั้งการงอกทุกระดับความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนสารสกัดย่อยในชั้นที่ 15 พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นต่ำไม่มีผลให้การงอกของเมล็ดมะเขือเทศลดลง แต่ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm นั้นให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยในชั้น 9 – 14 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปมีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดมะเขือเทศลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm สารสกัดย่อยในชั้นดังกล่าวสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดมะเขือเทศได้ 61.11 100.00 100.00 88.89 100.00 และ 88.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



รูปที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยจากเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดมะเขือเทศ 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

*ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรเหมือนกันถือว่าไม่แตกต่างกันในทางสถิติ และค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรคนละชนิด แสดงว่าแตกต่างกันทางสถิติ หมายถึงข้อมูลที่ได้เมื่อนำมาเปรียบเทียบไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

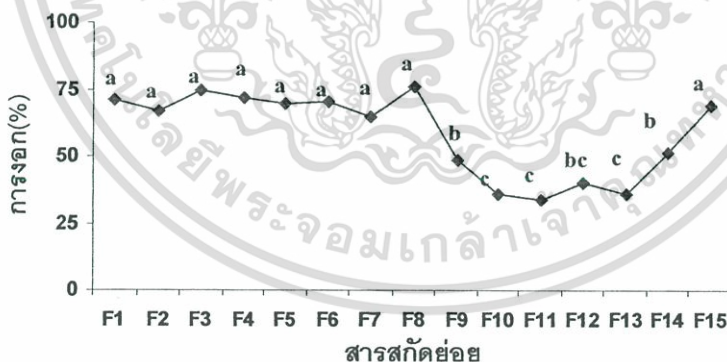


รูปที่ 4.2 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข. ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อย และระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อกรงอกของ เมล็ดมะเขือเทศ 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มี อักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย โดย DMRT ($p=0.05$)

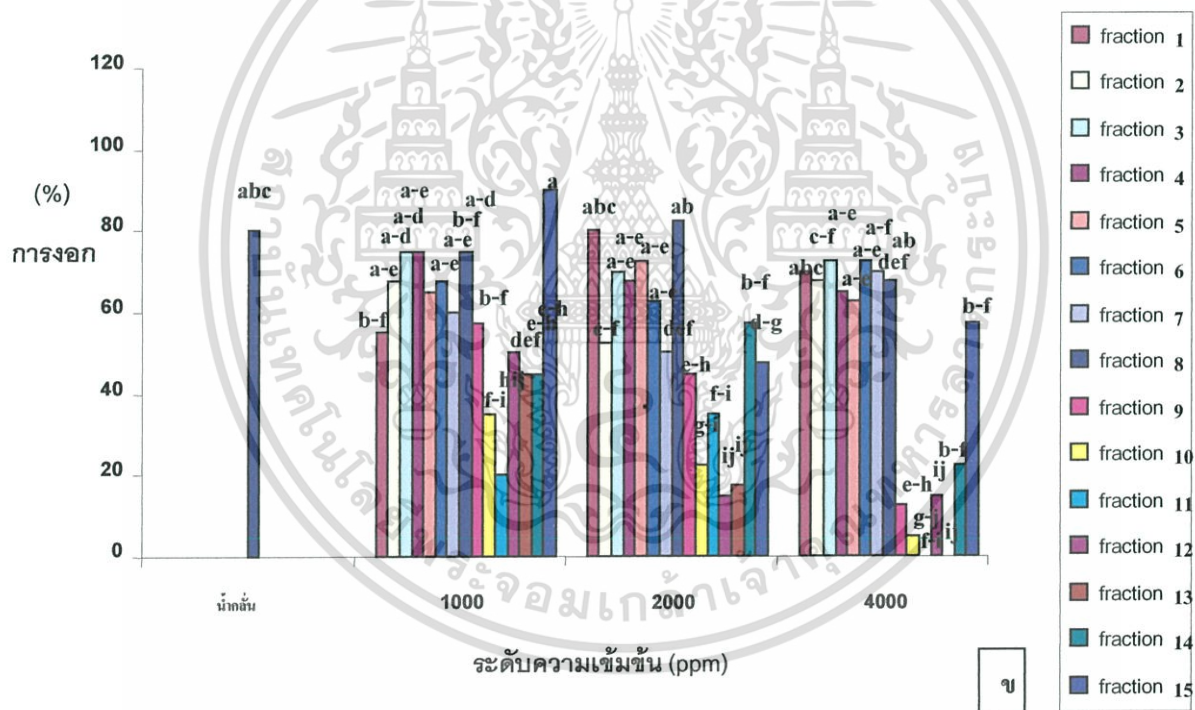
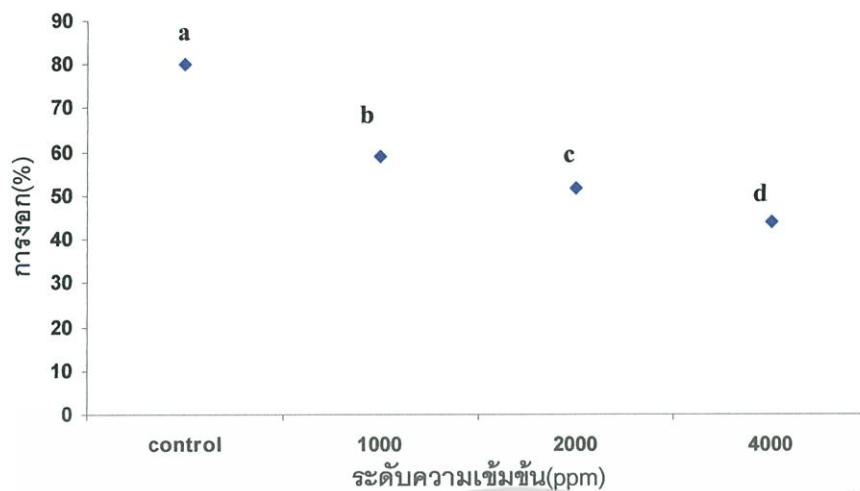
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อการงอกของหญ้าข้าวนก

อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นของสารสกัดและปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง ล้วนมีผลต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) สารสกัดในส่วนที่ 1 – 8 มีผลการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ สารสกัดย่อยในส่วนที่ 11 สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้มากกว่าสารสกัดในส่วนอื่น ๆ (รูปที่ 4.3) ในด้านระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยพบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดย่อยมีผลให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกถูกยับยั้งมากขึ้น (รูปที่ 4.4 ก) โดยสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสารที่ระดับความเข้มข้นนี้สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้ 26.46 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น สำหรับผลของปฏิสัมพันธ์ทั้งสอง (รูปที่ 4.4 ข) พบว่า การเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยในส่วนที่ 1 – 8 ให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น ในขณะที่สารสกัดย่อยในส่วนที่ 9 - 14 ให้ผลการยับยั้งการงอกทุกระดับความเข้มข้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยในส่วนที่ 9 – 14 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปมีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สารสกัดย่อยในส่วนดังกล่าวสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้ 84.38 93.75 100 81.25 100 และ 71.88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



รูปที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

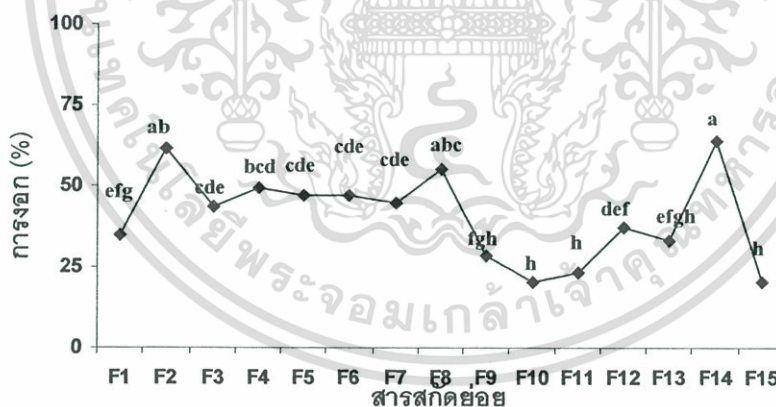


รูปที่ 4.4 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข. ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยในชั้นต่าง ๆ และระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการรอกของเมล็ดหนูก้าววน 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

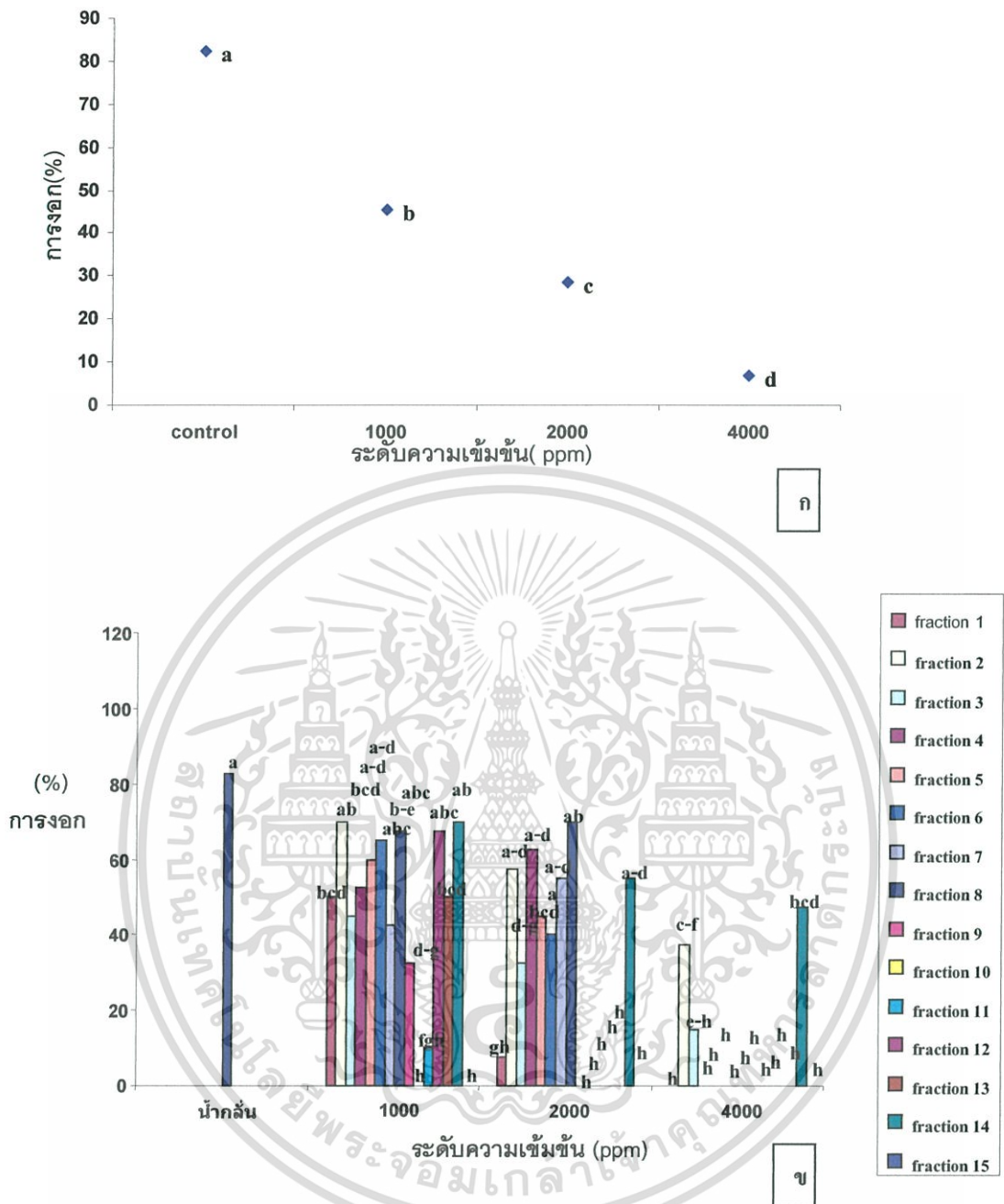
ผลต่อการงอกของเมล็ดผักโขม

อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดและปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง ล้วนมีผลต่อการงอกของเมล็ดผักโขมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) สารสกัดย่อยในส่วนที่ 3 – 8 มีผลต่อการงอกของเมล็ดผักโขมไม่แตกต่างกัน ส่วนสารสกัดย่อยในส่วนที่ 10 และ 15 สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้มากกว่าสารสกัดย่อยในส่วนอื่น ๆ (รูปที่ 4.5) ในด้านระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นในทุก ๆ ส่วนมีผลให้การงอกของเมล็ดผักโขมลดลง (รูปที่ 4.6 ก) โดยสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสารที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถยับยั้งการงอกได้ 44.85 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น สำหรับผลของปฏิสัมพันธ์ทั้งสอง (รูปที่ 4.6 ข) พบว่าการใช้สารสกัดย่อยในส่วนที่ 1 3 9-11 13 และ 15 นั้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นให้สูงขึ้น จะมีผลให้การงอกของเมล็ดผักโขมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น ส่วนสารสกัดในส่วนอื่นที่เหลือเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นถึง 4000 ppm เท่านั้นจึงให้ผลยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและในทุก ๆ ระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยส่วนที่ 10 และ 15 ให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้อย่างสมบูรณ์ รองลงมาคือ สารสกัดในส่วนที่ 11 และ 9 โดยสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ได้ 88.89 และ 63.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



รูปที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดผักโขม 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข.ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตและระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดผักโขม 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

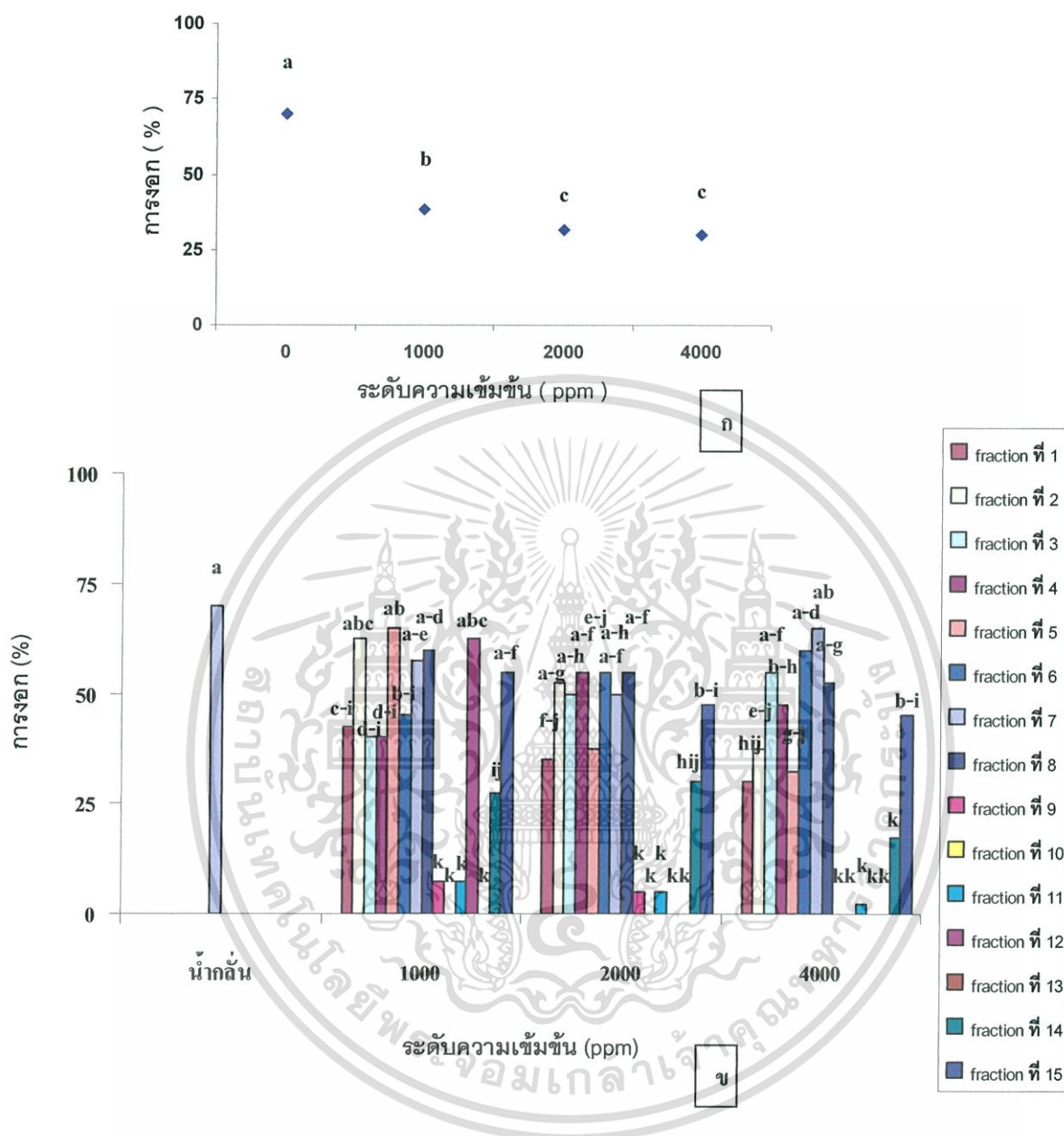
ผลต่อการงอกของเมล็ดไมยราบ

อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยและปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองล้วนมีผลต่อการงอกของเมล็ดไมยราบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) สารสกัดย่อยในส่วนที่ 2 – 8 และ 15 ให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบไม่แตกต่างกัน ในขณะที่สารสกัดย่อยส่วนที่ 1 และ 9 – 14 มีผลการยับยั้งการงอกที่แตกต่างจากสารสกัดในกลุ่มแรกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะสารสกัดย่อยในส่วนที่ 10 และ 13 สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบได้มากกว่าสารสกัดในส่วนย่อยอื่น ๆ (รูปที่ 4.7) ในด้านระดับความเข้มข้นพบว่า สารสกัดตั้งแต่ระดับ 1000 ppm ขึ้นไปสามารถมีแนวโน้มให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดไมยราบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเพิ่มความเข้มข้นของสารมีผลให้การงอกถูกยับยั้งมากยิ่งขึ้น (รูปที่ 4.8 ก) ซึ่งสารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถยับยั้งการงอกได้ 45.47 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น สำหรับผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง (รูปที่ 4.8 ข) พบว่าการใช้สารสกัดย่อยที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถให้ผลการยับยั้งการงอกได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสารสกัดในส่วนที่ 10 และ 13 สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบได้อย่างสมบูรณ์ รองลงมาคือ สารสกัดในส่วนที่ 9 และ 11 ซึ่งให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบได้เท่ากับ 89.29 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น



รูปที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

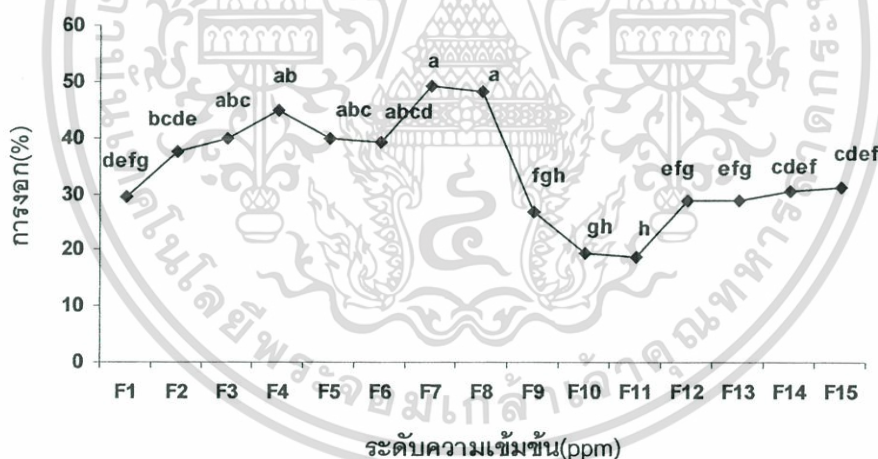


รูปที่ 4.8 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข. ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยแต่ละส่วนและระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อารงอกของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

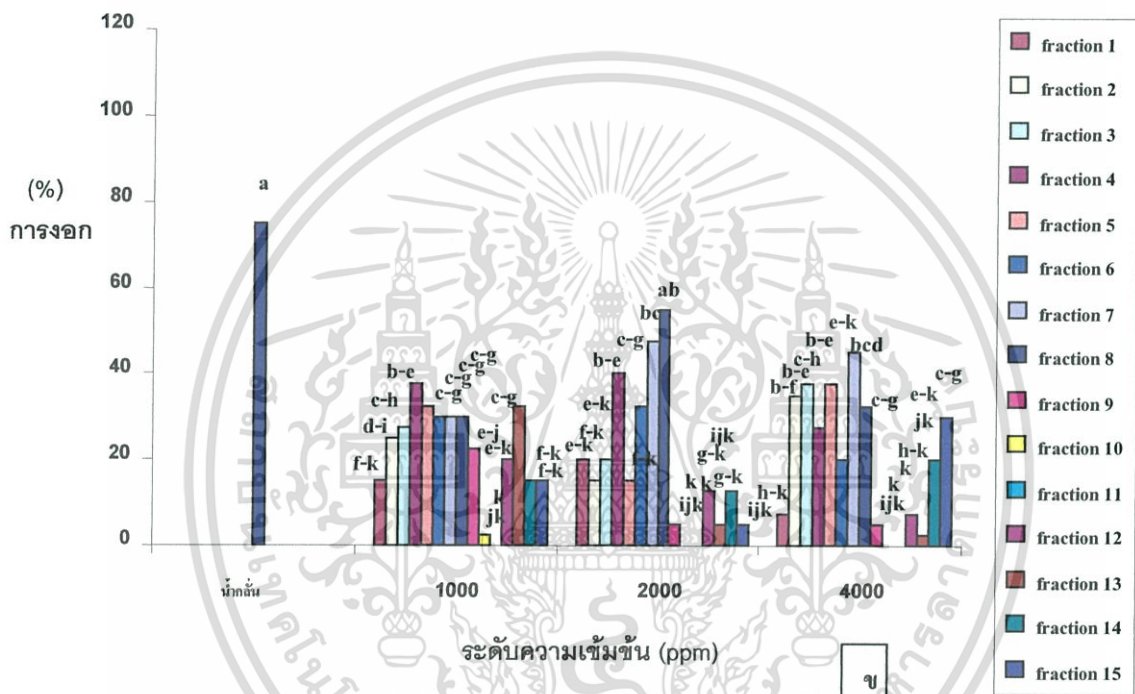
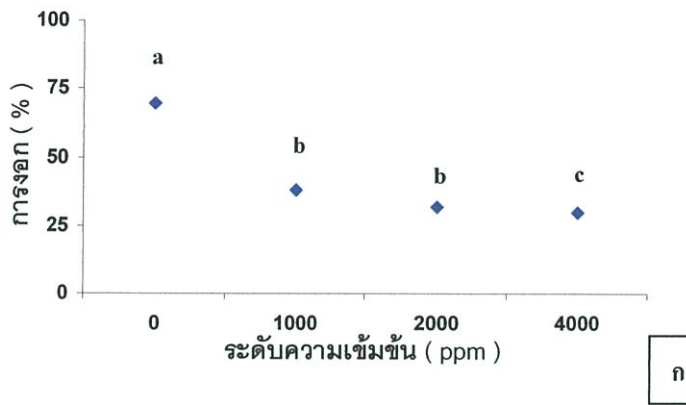
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้ง

อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยและปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองล้วนมีผลต่อการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.2) สารสกัดย่อยในส่วนที่ 3 – 8 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งที่ไม่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับการเพาะเมล็ดข้าวในน้ำกลั่น ในสารสกัดย่อยในส่วนที่ 11 สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งได้มากกว่าสารสกัดในส่วนอื่น ๆ (รูปที่ 4.9) ในด้านระดับความเข้มข้นพบว่า สารสกัดตั้งแต่ระดับ 1000 ppm ขึ้นไปสามารถให้ผลการยับยั้งการงอกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารมีแนวโน้มให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งเพิ่มมากขึ้น (รูปที่ 4.10 ก) ซึ่งสารสกัดย่อยที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถยับยั้งการงอกได้ 70.23 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น สำหรับผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง (รูปที่ 4.10 ข) สารสกัดทุกส่วนในแต่ละระดับความเข้มข้นล้วนให้ผลการยับยั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น โดยสารสกัดในส่วนที่ 11 สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งได้อย่างสมบูรณ์ รองลงมาคือ สารสกัดในส่วนที่ 10 ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้งได้ 96.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะในน้ำกลั่น



รูปที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p= 0.05$)



รูปที่ 4.10 ก. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น ข. ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตและระดับความเข้มข้นสารสกัดย่อย 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการงอกของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

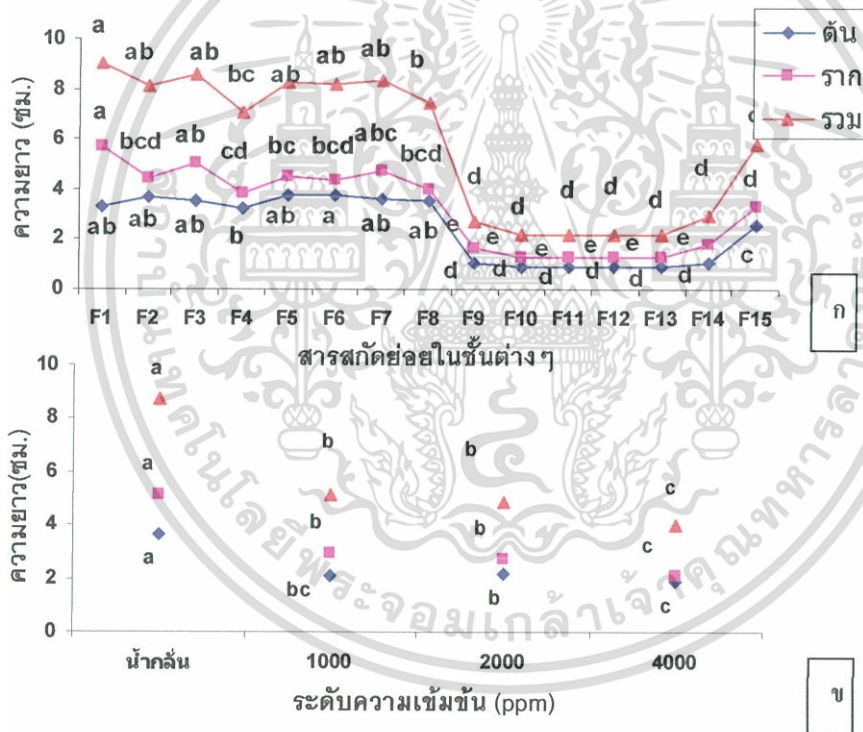
4.1.2 การเปรียบเทียบผลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ

ผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ

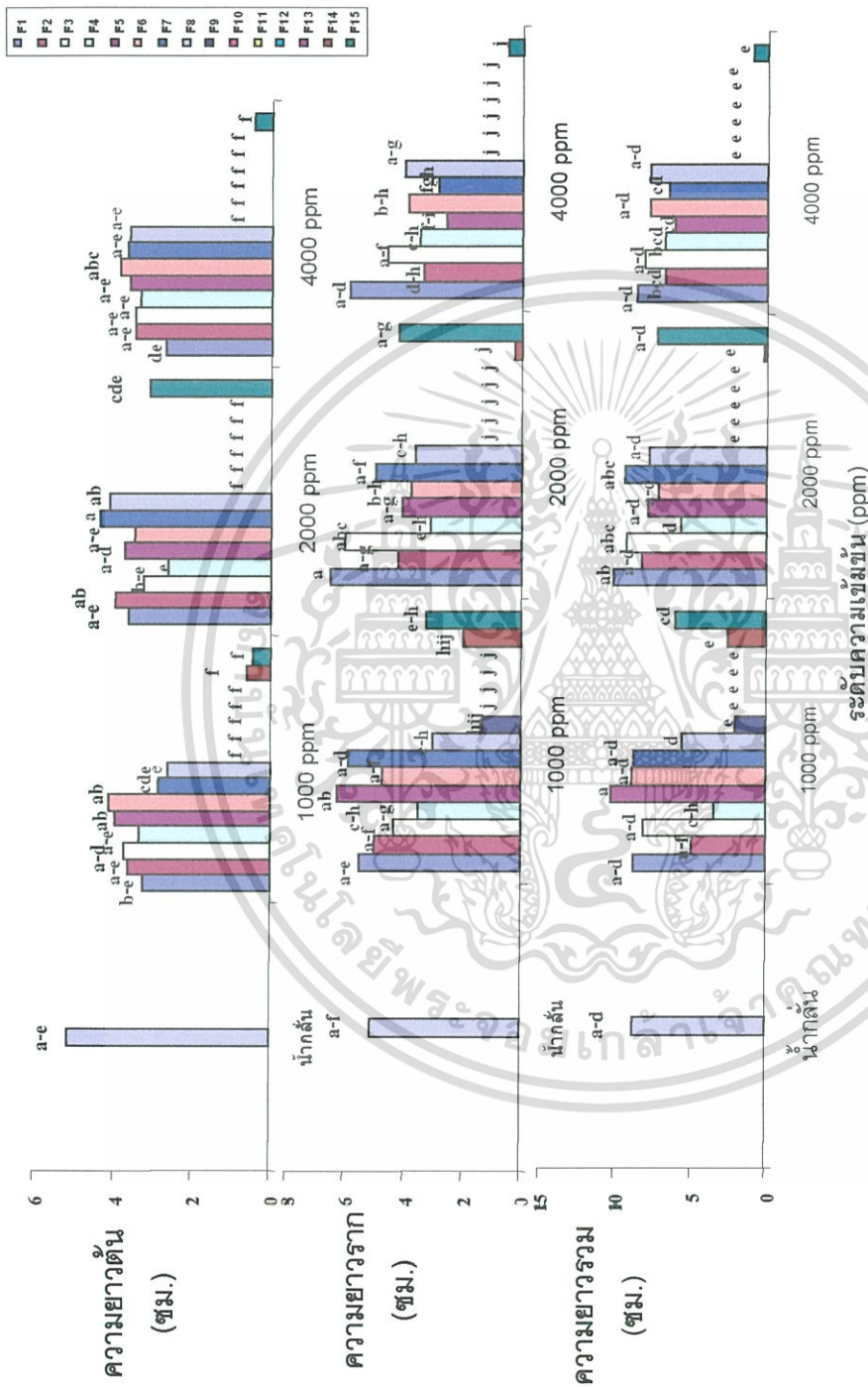
อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.3) หลังการเพาะต้นกล้าในสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้นพบว่า สารสกัดในส่วนที่ 10 – 13 มีผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดในส่วนอื่น ๆ (รูปที่ 4.11 ก) ในขณะที่สารสกัดย่อยในส่วนที่ 1 – 8 มีผลต่อความยาวต้นของต้นกล้ามะเขือเทศไม่แตกต่างกัน ในด้านระดับความเข้มข้นปรากฏว่า สารสกัดในทุกระดับความเข้มข้นสามารถยับยั้งความยาวต้นของต้นกล้ามะเขือเทศได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.11 ข) ซึ่งการเพิ่มความเข้มข้นมีผลให้ความยาวต้นของต้นกล้ามะเขือเทศถูกยับยั้งมากขึ้นโดยที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 47.66 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการเพาะต้นกล้าในน้ำกลั่น สำหรับผลของปฏิสัมพันธ์ทั้งสอง พบว่าสารสกัดย่อยในส่วนที่ 1 – 8 ไม่มีผลต่อความยาวต้นของต้นกล้ามะเขือเทศทางสถิติ ส่วนสารสกัดย่อยในส่วนที่ 9 -14 ทุกระดับความเข้มข้น สามารถยับยั้งความยาวต้นของต้นกล้ามะเขือเทศได้อย่างสมบูรณ์ และสารสกัดย่อยในส่วนที่ 15 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm มีผลยับยั้งความยาวต้นได้ 72.41 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.12)

ในด้านความยาวราก ปรากฏว่าการใช้สารสกัดย่อยในส่วนที่ 10 – 13 มีผลการยับยั้งความยาวรากของต้นกล้ามะเขือเทศได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดในส่วนที่ 9 ซึ่งสารสกัดทั้ง 2 กลุ่มนี้ให้ผลการยับยั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่สารสกัดในส่วนที่ 1 ให้ผลการยับยั้งต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้สารสกัดในส่วนอื่น ๆ (รูปที่ 4.11 ก) สำหรับระดับความเข้มข้นพบว่า สารสกัดทุกระดับความเข้มข้นมีผลยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับน้ำกลั่น (รูปที่ 4.11 ข) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นมีผลยับยั้งความยาวรากของต้นกล้ามากขึ้น ส่วนผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองนั้นพบว่าสารสกัดในส่วนที่ 1 -8 ไม่มีผลต่อความยาวรากของต้นกล้ามะเขือเทศทางสถิติ ส่วนสารสกัดในส่วนที่ 9 -14 ที่ทุกระดับความเข้มข้น สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้ามะเขือเทศได้อย่างสมบูรณ์ และสารสกัดในส่วนที่ 15 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm ยับยั้งความยาวรากของต้นกล้ามะเขือเทศได้ 90.24 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับผลการเพาะเลี้ยงต้นกล้าในน้ำกลั่น (รูปที่ 4.12)

เมื่อพิจารณาความยาวรวมพบว่า สารสกัดย่อยในส่วนที่ 10 – 13 มีผลยับยั้งความยาวรากของต้นกล้ามะเขือเทศได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดในส่วนที่ 9 ในขณะที่สารสกัดในส่วนที่ 1 – 8 ให้ผลไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น (รูปที่ 4.11 ก) ในด้านระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยที่ใช้ในการทดสอบพบว่าทุกระดับความเข้มข้นสารสกัดทุกระดับความเข้มข้นมีผลยับยั้งความยาวรากได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับน้ำกลั่น และการเพิ่มระดับความเข้มข้นมีผลให้ความยาวรวมของต้นกล้าถูกยับยั้งมากขึ้นโดยที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 41.49 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะน้ำกลั่น (รูปที่ 4.11 ข) สำหรับผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองนั้น (รูปที่ 4.12) พบว่าสารสกัดในส่วนที่ 1- 8 ไม่มีผลต่อความยาวรวมของต้นกล้ามะเขือเทศทางสถิติ ในขณะที่สารสกัดในส่วนที่ 9-14 ทุกระดับความเข้มข้นยับยั้งความยาวรวมได้โดยสมบูรณ์ และสารสกัดในส่วนที่ 15 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 88.57 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.11 ผลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดมะเขือเทศ 7 วันหลังการเพาะ (ก. ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่าง ๆ ข. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น) ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)



รูปที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยของปริมาณพื้นที่ว่างสารสกัดโดยส้นต่าง ๆ จากต้นเอทิล อะซีเตตจากผลกักจัดต้น และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดมะเขือเทศ 7 วันหลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากกาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

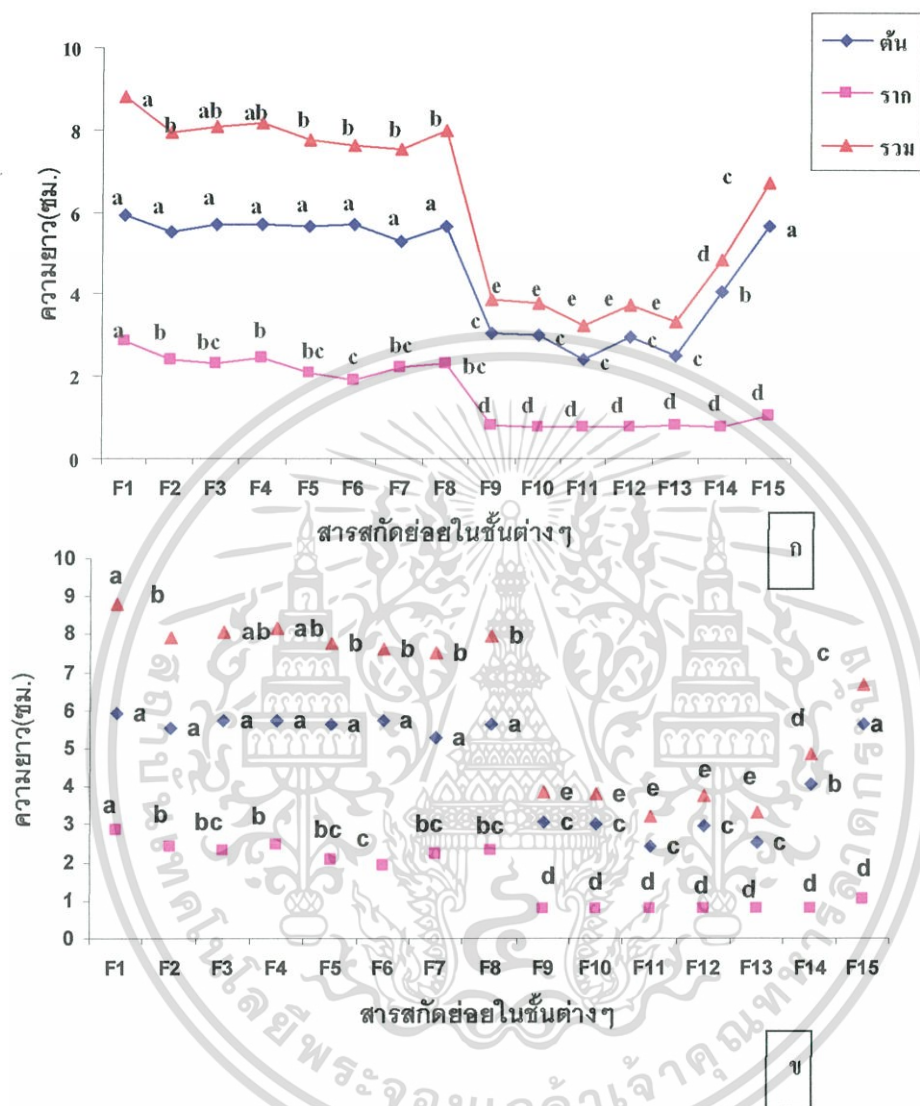
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนก

อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.4) จากการเพาะเลี้ยงต้นกล้าในสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้นพบว่าสารสกัดในส่วนที่ 11 ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดในส่วนที่ 13 และ 12 ตามลำดับ โดยสารสกัดในส่วนที่ 1-8 มีผลต่อความยาวต้นไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.13 ก) สำหรับระดับความเข้มข้นปรากฏว่า สารสกัดในระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 1000 ppm ขึ้นไปให้ผลการยับยั้งความยาวต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.13 ข) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 4000 ppm นั้นมีผลให้ความยาวต้นถูกยับยั้งมากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 33.04 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าหญ้าข้าวนกในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวต้นของต้นกล้าหญ้าข้าวนก โดยพบว่า การใช้สารสกัดย่อยในส่วนที่ 1 - 8 ทุกระดับความเข้มข้นให้ผลการยับยั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนกในน้ำกลั่น และสารสกัดย่อยในส่วนที่ 8 ที่ระดับความเข้มข้น 1000 และ 2000 ppm และสารสกัดย่อยส่วนที่ 9-13 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้นที่ 1000 ppm ขึ้นไป รวมทั้งสารสกัดในส่วนที่ 14 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งความยาวต้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารสกัดย่อยในส่วนที่ 13 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นกล้าได้อย่างสมบูรณ์

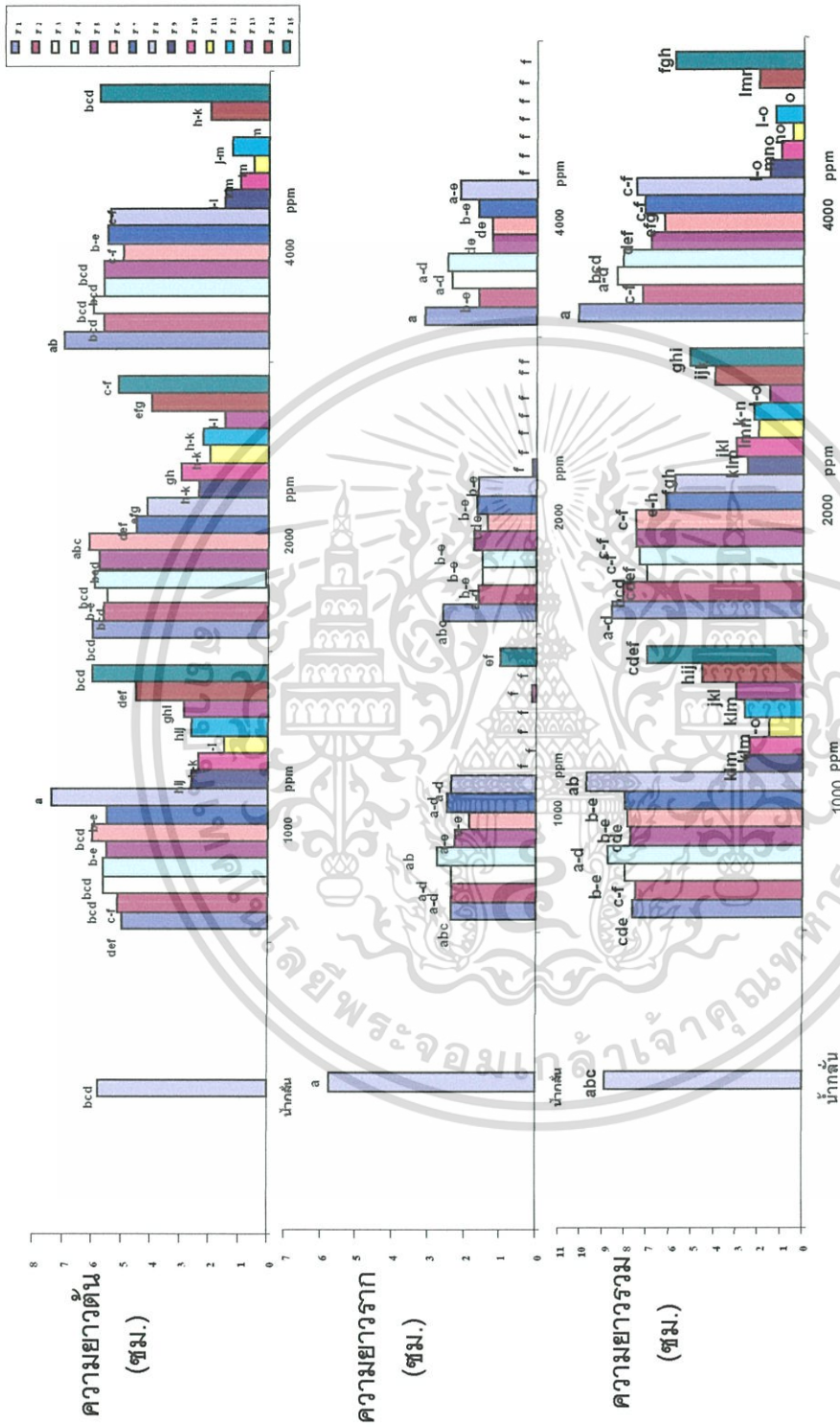
ในด้านความยาวราก พบว่าสารสกัดในส่วนที่ 10 - 12 และ 14 มีผลในการยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดในส่วนที่ 9 และ 13 โดยที่สารสกัดในส่วนที่ 2-8 ไม่ให้ผลที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ (รูปที่ 4.13 ก) สำหรับระดับความเข้มข้นปรากฏว่า สารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป มีผลให้ความยาวรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนกในน้ำกลั่น (รูปที่ 4.13 ข) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 4000 ppm มีผลยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าได้มากที่สุดในการทดสอบ โดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 66.13 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนกในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวรากของต้นกล้าหญ้าข้าวนก โดยพบว่าการใช้สารสกัดในส่วนที่ 2 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สารสกัดในส่วนที่ 3 และ 4 ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm สารสกัดในส่วนที่ 5-8 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ขึ้นไป รวมทั้งสารสกัดในส่วนที่ 9 -15 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป ให้ผลการยับยั้งการงอกของต้นกล้าหญ้าข้าวนกอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าหน้ำข้าวในน้ำกลั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่ 10 – 12 และ 14 – 15 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 4.14)



รูปที่ 4.13 ผลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดหน้ำข้าว 7 วันหลังการเพาะ (ก. ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่าง ๆ ข. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น) ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยของปริมาณพันธุ์ระหว่างสารสกัดย่อยจากต้นเอ็กทิล อะเซติตจากเปลือกเมล็ดต้น และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดเห็บน้ำ จำนวน 7 วันหลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการศึกษาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย โดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

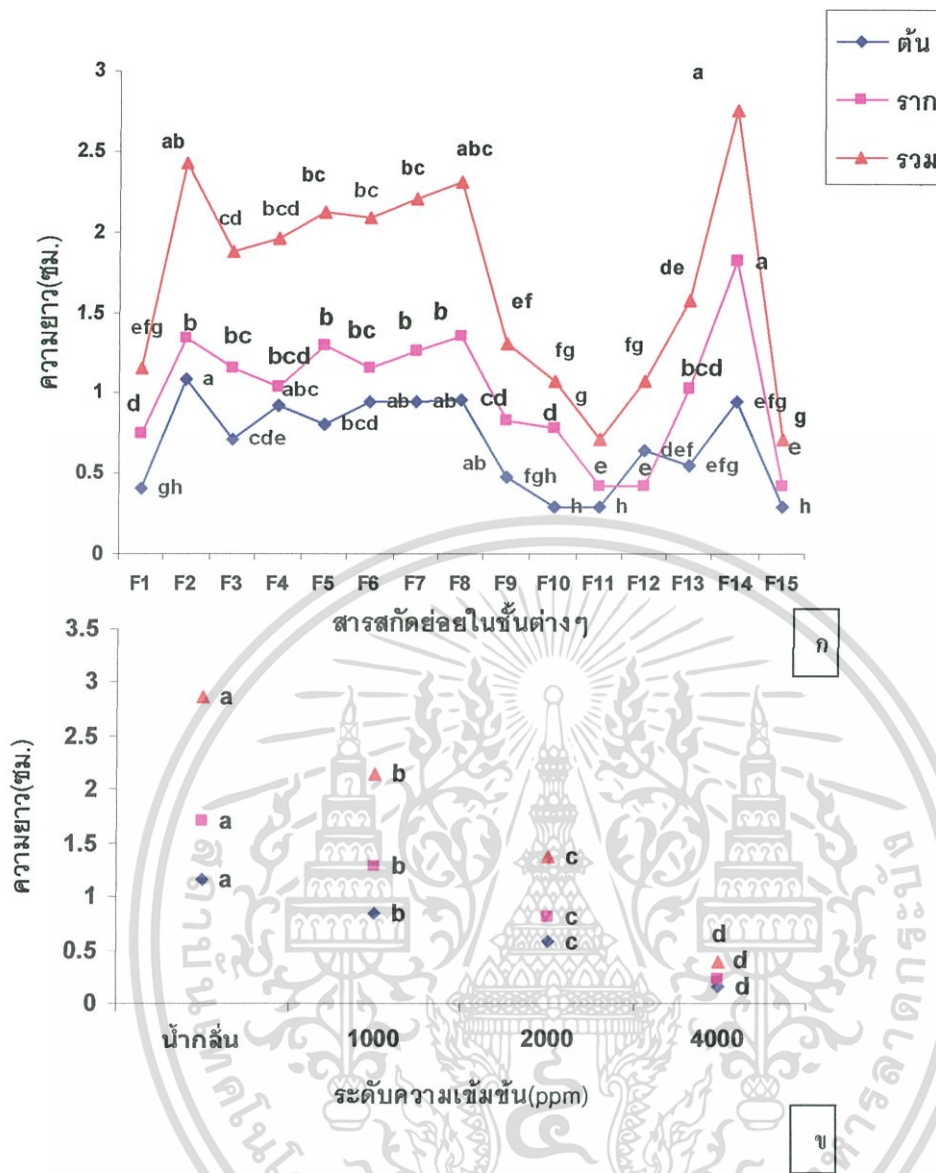
เมื่อพิจารณาความยาวรวมพบว่า สารสกัดในส่วนที่ 11 สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดในชั้นอื่น ๆ รองลงมาได้แก่ สารสกัดในส่วนที่ 13 ซึ่งสารสกัดในส่วนที่ 2 – 8 ให้ผลของความยาวรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (รูปที่ 4.13 ก) ในด้านระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบพบว่า ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปมีผลยับยั้ง ความยาวรวมของต้นกล้าหญ้าข้าวนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm นี้สามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 33.56 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำกลั่น (รูปที่ 4.13 ข) สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองพบว่า สารสกัดในส่วนที่ 5 และ 6 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สารสกัดในส่วนที่ 7 และ 8 ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm สารสกัดในส่วนที่ 9 – 14 ทุกระดับความเข้มข้น และ สารสกัดในส่วนที่ 15 ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ขึ้นไป ที่แสดงผลการยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าหญ้าข้าวนกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสารสกัดย่อยส่วนที่ 13 ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 4.14)

ผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักโขม

อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อยและปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักโขมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.5)

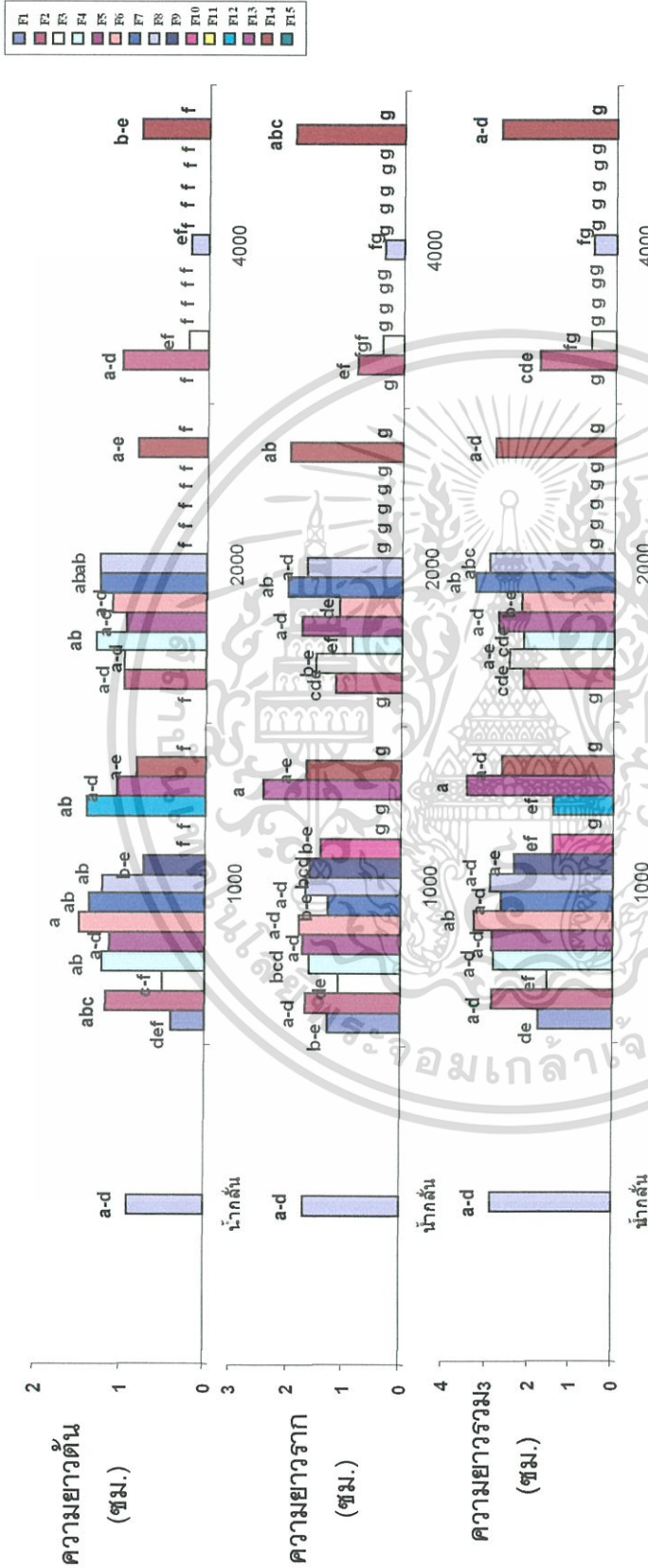
การใช้สารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นในชั้นเอทิล อะซีเตตในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าผักโขมพบว่าสารสกัดในส่วนที่ 10 11 และ 15 ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารสกัดย่อยในชั้นอื่น ๆ (รูปที่ 4.15 ก) ในขณะที่สารสกัดในส่วนที่ 4-8 ให้ผลการยับยั้งของต้นกล้าผักโขมไม่แตกต่างกัน ในด้านระดับความเข้มข้นของสารปรากฏว่า ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวต้นกล้าผักโขมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.15 ข) ซึ่งการเพิ่มความเข้มข้นเป็น 2000 ppm มีผลให้ความยาวต้นถูกยับยั้งมากขึ้นโดยที่ระดับความเข้มข้นนี้สามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าผักโขมในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวต้นของต้นกล้าผักโขม โดยพบว่า สารสกัดในส่วนที่ 1 ทุกระดับความเข้มข้น สารสกัดในส่วนที่ 3-8 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สารสกัดในส่วนที่ 9 12 และ 13 ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm เป็นต้นไป และสารสกัดในส่วนที่ 10 11 และ 15 ทุกระดับความเข้มข้น ให้ผลการยับยั้งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สารสกัดในส่วนที่ 10 และ 11 สามารถยับยั้งความยาวต้นของต้นกล้าผักโขมได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 4.16)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ผลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักโขม 7 วันหลังการเพาะ (ก. ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่างๆ ข. ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้น) ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยDMRT ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยของปริมาณพื้นที่ระหว่างสาขาสถิตโดยแยกกันในแต่ละต้น และระดับความไม่เข้มข้นที่ไม่ได้ออกการเจริญเติบโตของเมล็ดต้นใหม่ 7 วันหลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในด้านความยาวราก พบว่าสารสกัดในส่วนของ 11 12 และ 15 มีผลในการยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าผักโขมได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดในส่วนของ 1 และ 10 ตามลำดับ (รูปที่ 4.15 ก) สำหรับระดับความเข้มข้นปรากฏว่าสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไปมีผลให้ความยาวรากลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น (รูปที่ 4.15 ข) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 2000 ppm สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าได้มากขึ้น โดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 52.35 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกรใช้น้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวรากของต้นกล้าผักโขม โดยพบว่าการใช้สารสกัดในส่วนของ 1 9 10 และ 13 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ขึ้นไป สารสกัดในส่วนของ 2 -8 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm และ สารสกัดในส่วนของ 11 12 และ 15 ทุกระดับความเข้มข้น สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารสกัดในส่วนของ 11 12 15 ตั้งแต่ 1000 ppm ขึ้นไปนั้นสามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าผักโขมได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 4.16)

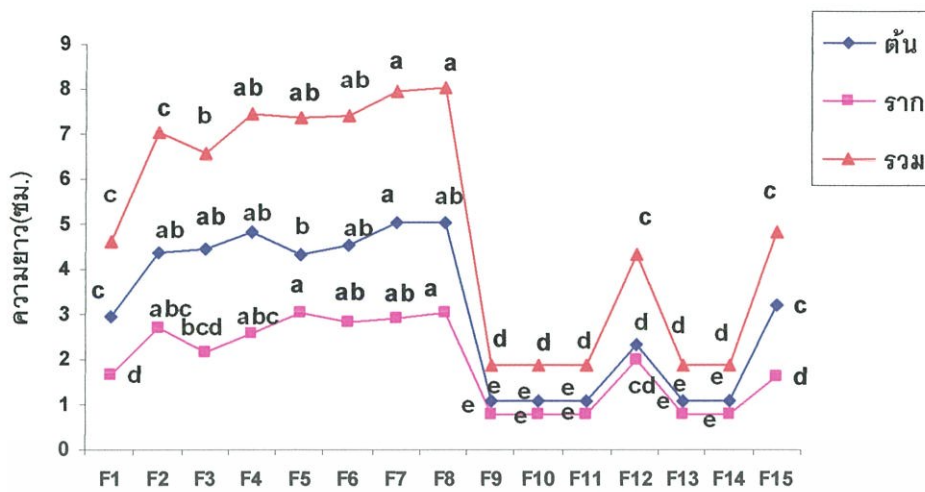
เมื่อพิจารณาความยาวรวมของต้นกล้าผักโขมพบว่า สารสกัดในส่วนของ 11 และ 15 มีผลในการยับยั้งต้นกล้าผักโขมได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดในส่วนของ 10 และสารสกัดในส่วนของ 3 - 8 ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.15 ก) สำหรับระดับความเข้มข้นปรากฏว่า เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 1000 ppm ขึ้นไปมีผลให้ความยาวรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรเพาะในน้ำกลั่น (รูปที่ 4.15 ข) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm นั้นสามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การยับยั้งความยาวรวมได้มากขึ้นโดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 25.17 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวรวมของต้นกล้าผักโขม โดยพบว่าการใช้สารสกัดในส่วนของ 1 ทุกระดับความเข้มข้น สารสกัดในส่วนของ 3 ที่ระดับความเข้มข้น 1000 และ 4000 ppm สารสกัดในส่วนของ 4 -8 ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สารสกัดในชั้นที่ 9 ตั้งแต่ 2000 ppm ขึ้นไป และสารสกัดในส่วนของ 10 - 13 รวมทั้ง สารสกัดในส่วนของ 15 ทุกระดับความเข้มข้น สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าผักโขมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสกัดในส่วนของ 15 ทุกระดับความเข้มข้นสามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 4.16)

ผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าไมยราบ

อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าไมยราบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.6)

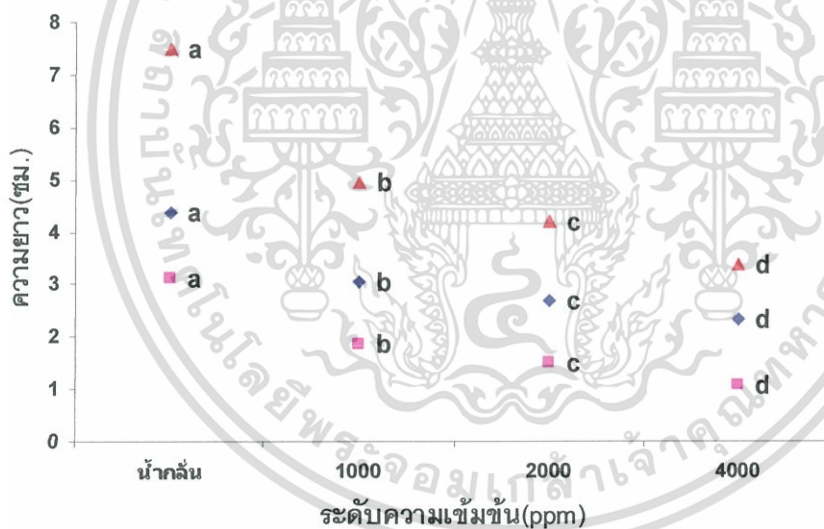
จากการเพาะต้นกล้าไมยราบในสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตจากผลกำจัดต้นพบว่าสารสกัดในส่วนที่ 9 - 11 และส่วนที่ 13 - 14 ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่สารสกัดในส่วนที่ 12 ในขณะที่สารสกัดในส่วนที่ 4-8 มีผลการยับยั้งความยาวต้นที่ไม่แตกต่างกัน (รูปที่ 4.17) สำหรับระดับความเข้มข้น ปรากฏว่าสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวต้นของต้นกล้าไมยราบได้อย่างนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.18) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm นั้น มีผลให้ความยาวต้นถูกยับยั้งมากยิ่งขึ้น โดยสามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 30.14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าไมยราบในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวต้นของไมยราบ โดยพบว่าการใช้สารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นในส่วนที่ 1 รวมทั้งส่วนที่ 9-14 ทุกระดับความเข้มข้น และสารสกัดในส่วนที่ 15 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งความยาวต้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารสกัดในส่วนที่ 9 - 11 และ 13 - 14 ทุกระดับความเข้มข้นสามารถยับยั้งความยาวต้นของต้นกล้าไมยราบได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 4.19)

ในด้านความยาวราก พบว่าสารสกัดในส่วนที่ 4-8 เช่นกันที่ให้ผลการยับยั้งความยาวรากไม่แตกต่างกัน ในขณะที่สารสกัดในส่วนที่ 9 - 11 และ 13 - 14 ให้ผลในการยับยั้งความยาวรากได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ส่วนที่ 1 และ 15 (รูปที่ 4.17) สำหรับระดับความเข้มข้น ปรากฏว่าสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าไมยราบได้อย่างนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.18) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm นั้น มีผลให้ความยาวรากถูกยับยั้งมากยิ่งขึ้น โดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 39.94 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าไมยราบในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวรากของไมยราบ โดยพบว่าการใช้สารสกัดในส่วนที่ 1 รวมทั้ง 9 - 14 ทุกระดับความเข้มข้น และสารสกัดในส่วนที่ 15 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ขึ้นไปสามารถยับยั้งความยาวรากได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะในน้ำกลั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารสกัดในส่วนที่ 9 - 11 และ 13 - 14 ทุกระดับความเข้มข้น สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าไมยราบได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 4.19)



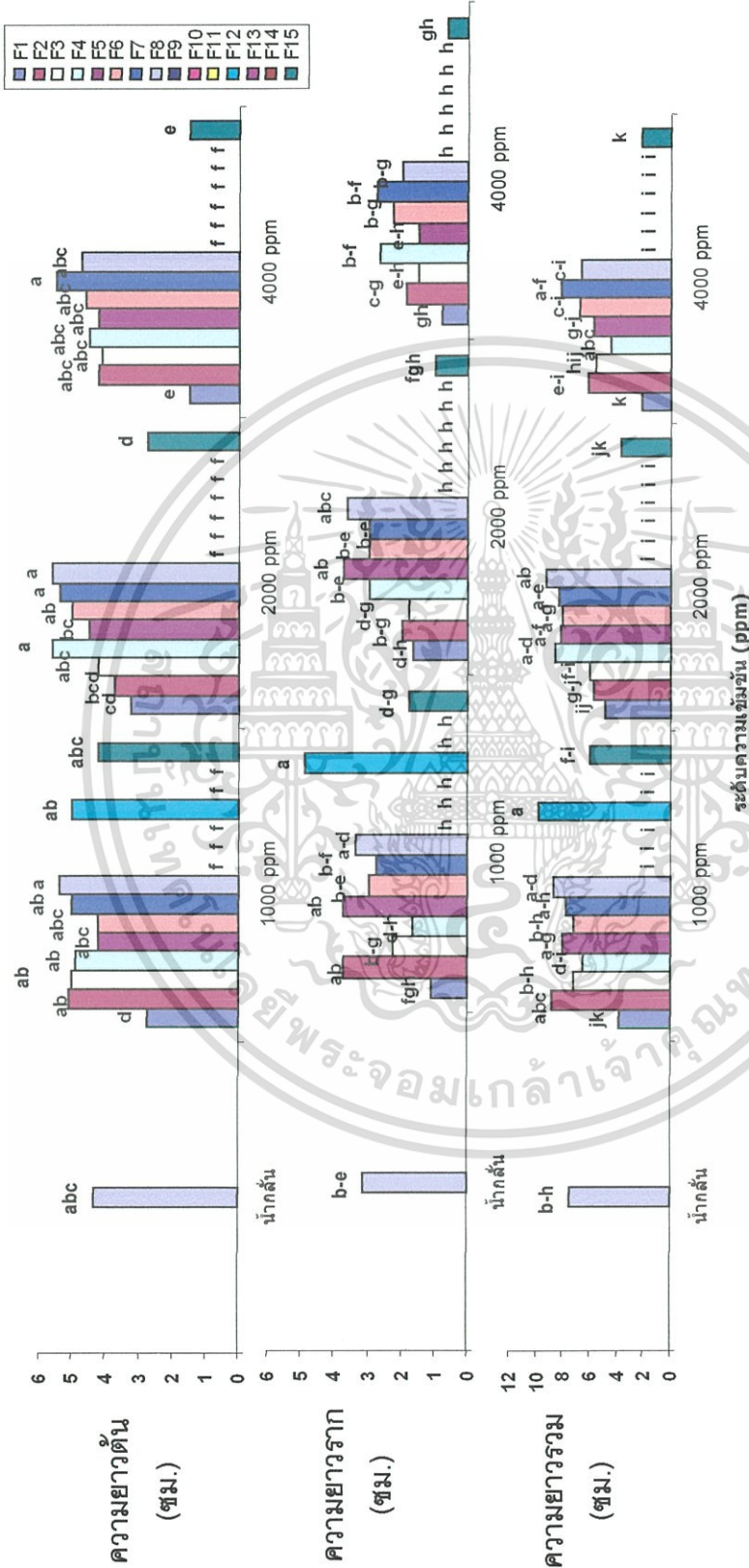
สารสกัดย่อยในชั้นต่างๆ

รูปที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่างๆ จากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับ ความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)



รูปที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่างๆ จากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับ ความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดไมยราบ 7 วันหลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยของปริมาณต้นและรากของสาหร่ายจากชั้นเอทิล จะแตกต่างกันเล็กน้อย และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดไม่ทราบ 7 วันหลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

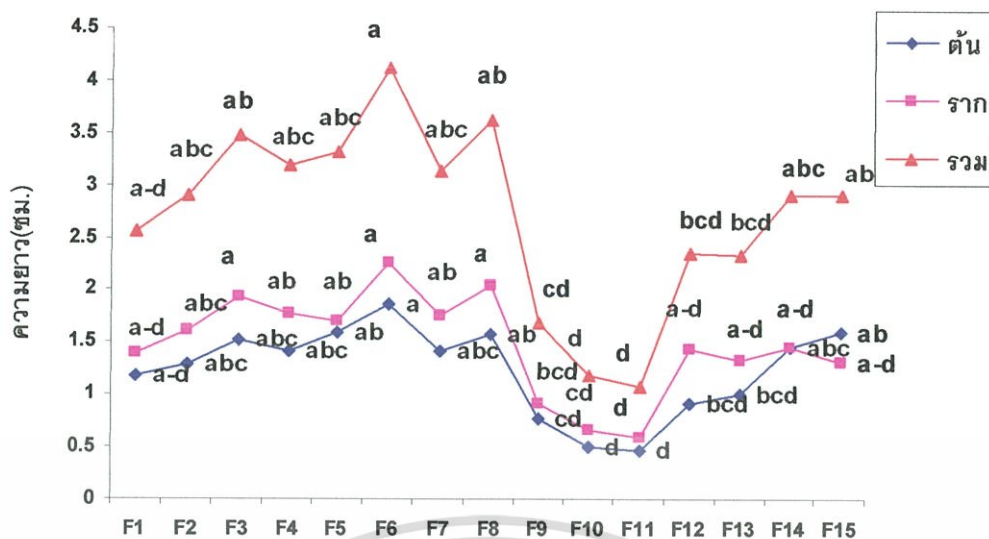
เมื่อพิจารณาความยาวรวมพบว่า สารสกัดในส่วนที่ 9 - 11 และ 13 - 14 ให้ผลในการยับยั้งความยาวรวมได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ส่วนที่ 112 และ 15 (รูปที่ 4.17) สำหรับระดับความเข้มข้นปรากฏว่าสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าไมยราบได้อย่างนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.18) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm นั้นมีผลให้ความยาวรวมถูกยับยั้งมากยิ่งขึ้น โดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 34.13 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าไมยราบในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความยาวรวมของไมยราบ โดยพบว่าการใช้สารสกัดในส่วนที่ 1 9-14 ทุกระดับความเข้มข้นและสารสกัดในส่วนที่ 15 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ให้ผลการยับยั้งที่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงในน้ำกลั่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารสกัดในส่วนที่ 9 - 11 และ 13 - 14 รวมทั้งสารสกัดในส่วนที่ 12 ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวรวมได้อย่างสมบูรณ์ (รูปที่ 4.19)

ผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง

อิทธิพลของสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น ระดับความเข้มข้นของสารสกัดย่อย มีผลต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง (ตารางที่ 4.7)

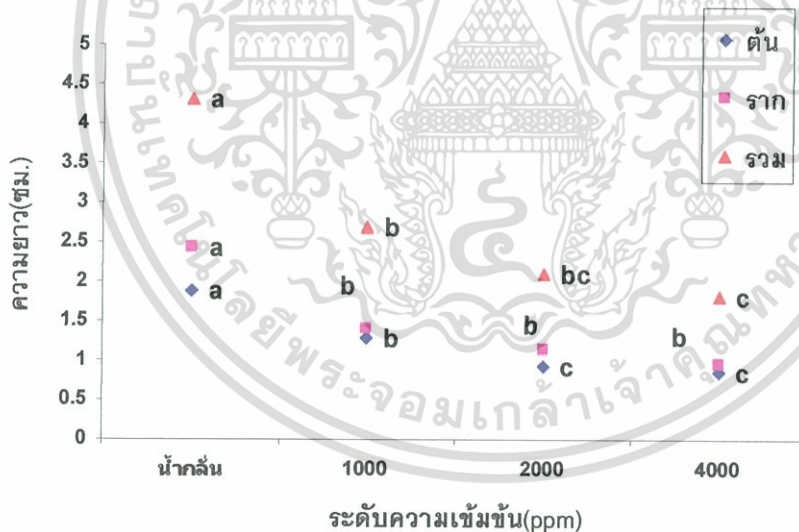
จากการเพาะต้นกล้าผักกวางตุ้งในสารสกัดย่อยในชั้นเอทิล อะซีเตตจากผลกำจัดต้นพบว่า สารสกัดในส่วนที่ 11 ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดในชั้นที่ 10 โดยสารสกัดในส่วนที่ 1-8 ให้ผลการยับยั้งที่ไม่แตกต่างจากการเพาะเลี้ยงต้นกล้าผักกวางตุ้งในน้ำกลั่น (รูปที่ 4.20) สำหรับระดับความเข้มข้น ปรากฏว่าสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวต้นของต้นกล้าผักกวางตุ้งได้อย่างนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.21) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm นั้น มีผลให้ความยาวต้นถูกยับยั้งมากยิ่งขึ้น โดยสามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 31.89 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าผักกวางตุ้งในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองที่มีผลต่อความยาวต้นของต้นกล้าผักกวางตุ้งนั้น ปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (รูปที่ 4.22)

ในด้านความยาวราก พบว่าสารสกัดในส่วนที่ 1-8 เช่นเดียวกันที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ในด้านความยาวรากของผักกวางตุ้ง เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าในน้ำกลั่น ในขณะที่สารสกัดในส่วนที่ 11 ให้ผลในการยับยั้งความยาวรากได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ส่วนที่ 10 และ 9 ตามลำดับ (รูปที่ 4.20) สำหรับระดับความเข้มข้น ปรากฏว่าสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าผักกวางตุ้งได้อย่างนัยสำคัญทางสถิติ



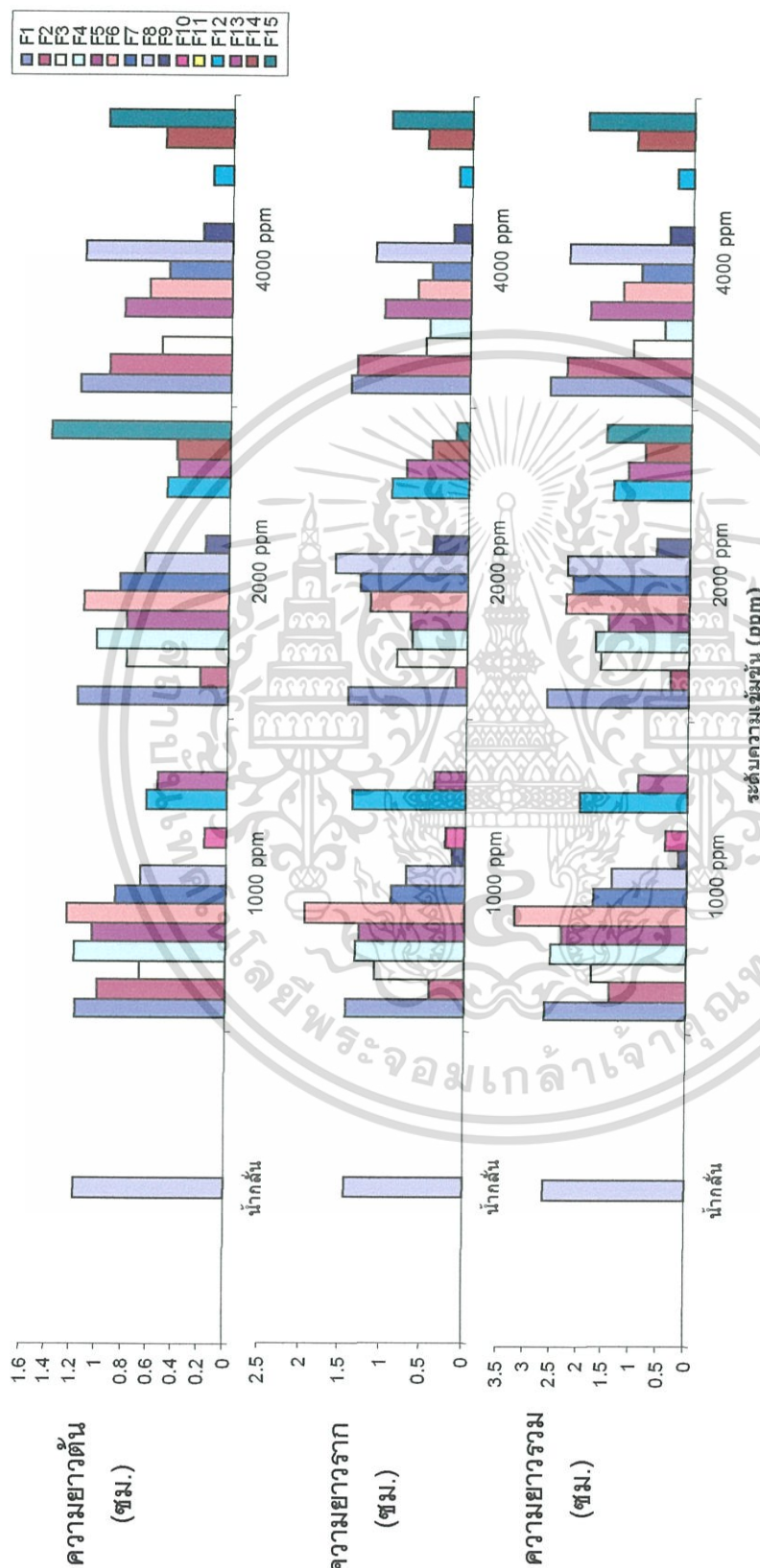
สารสกัดย่อยในชั้นต่างๆ

รูปที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่างๆ จากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับ ความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p= 0.05)



รูปที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยของสารสกัดย่อยส่วนต่างๆ จากชั้นเอทิล อะซีเตตของผลกำจัดต้น 3 ระดับ ความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะ ในด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้น ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p= 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ค่าเฉลี่ยของปริมาณพืชระหว่างสารสกัดย่อยจากชั้นเอทิล อะซีเตตจากเมล็ดักัดต้น และระดับความเข้มข้นที่มีต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดักัดวงตั้งแต่ 7 วันหลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากทศวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(รูปที่ 4.21) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm นั้น มีผลให้ความยาวรากถูกยับยั้งมากยิ่งขึ้น โดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 42.15 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าผักกวางตุ้งในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองที่มีผลต่อความยาวรากของต้นกล้าผักกวางตุ้งนั้น ปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (รูปที่ 4.22)

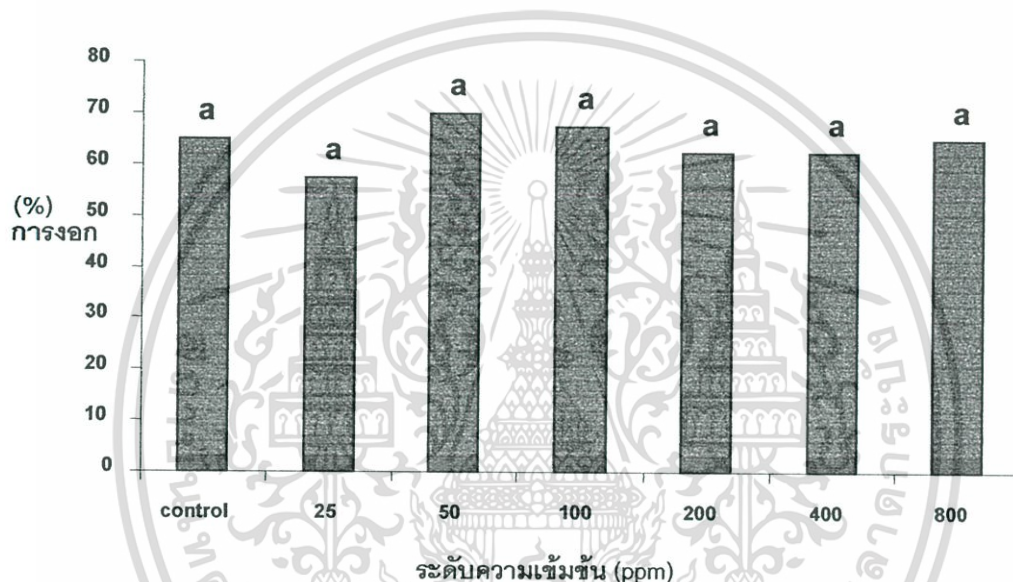
เมื่อพิจารณาความยาวรวมพบว่า สารสกัดในส่วนที่ 11 ให้ผลในการยับยั้งความยาวรวมได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ส่วนที่ 10 และ 9 ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดในส่วนที่ 1-8 รวมทั้ง สารสกัดในส่วนที่ 14 และ 15 ให้ผลการยับยั้งความยาวรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ (รูปที่ 4.20) สำหรับระดับความเข้มข้น ปรากฏว่าสารสกัดตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าผักกวางตุ้งได้อย่างนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 4.21) ซึ่งการเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 1000 ppm นั้น มีผลให้ความยาวรวมถูกยับยั้งมากยิ่งขึ้น โดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 37.67 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าผักกวางตุ้งในน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองที่มีผลต่อความยาวรวมของต้นกล้าผักกวางตุ้งนั้น ปรากฏว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติ (รูปที่ 4.22)



4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของแขนทอกซีลินต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบโดยวิธี water culture test

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าว

ผลต่อการงอก การใช้แขนทอกซีลิน 6 ระดับความเข้มข้น เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวในระยะเวลา 7 วัน พบว่า เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแขนทอกซีลินนั้น ไม่มีผลใดๆในด้านการยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าว เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น (รูปที่ 4.23)

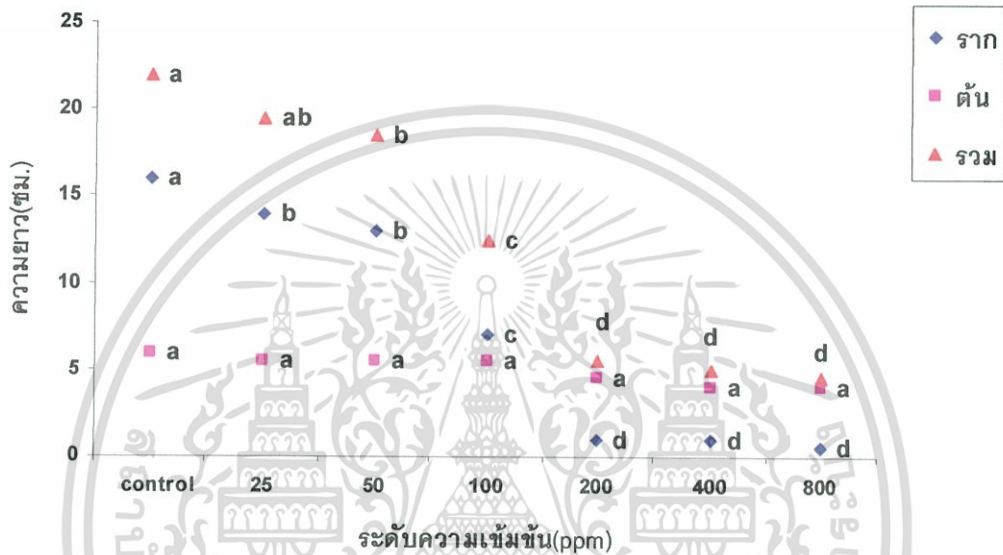


รูปที่ 4.23 ค่าเฉลี่ยของแขนทอกซีลินต่อการงอกของเมล็ดข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ด ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

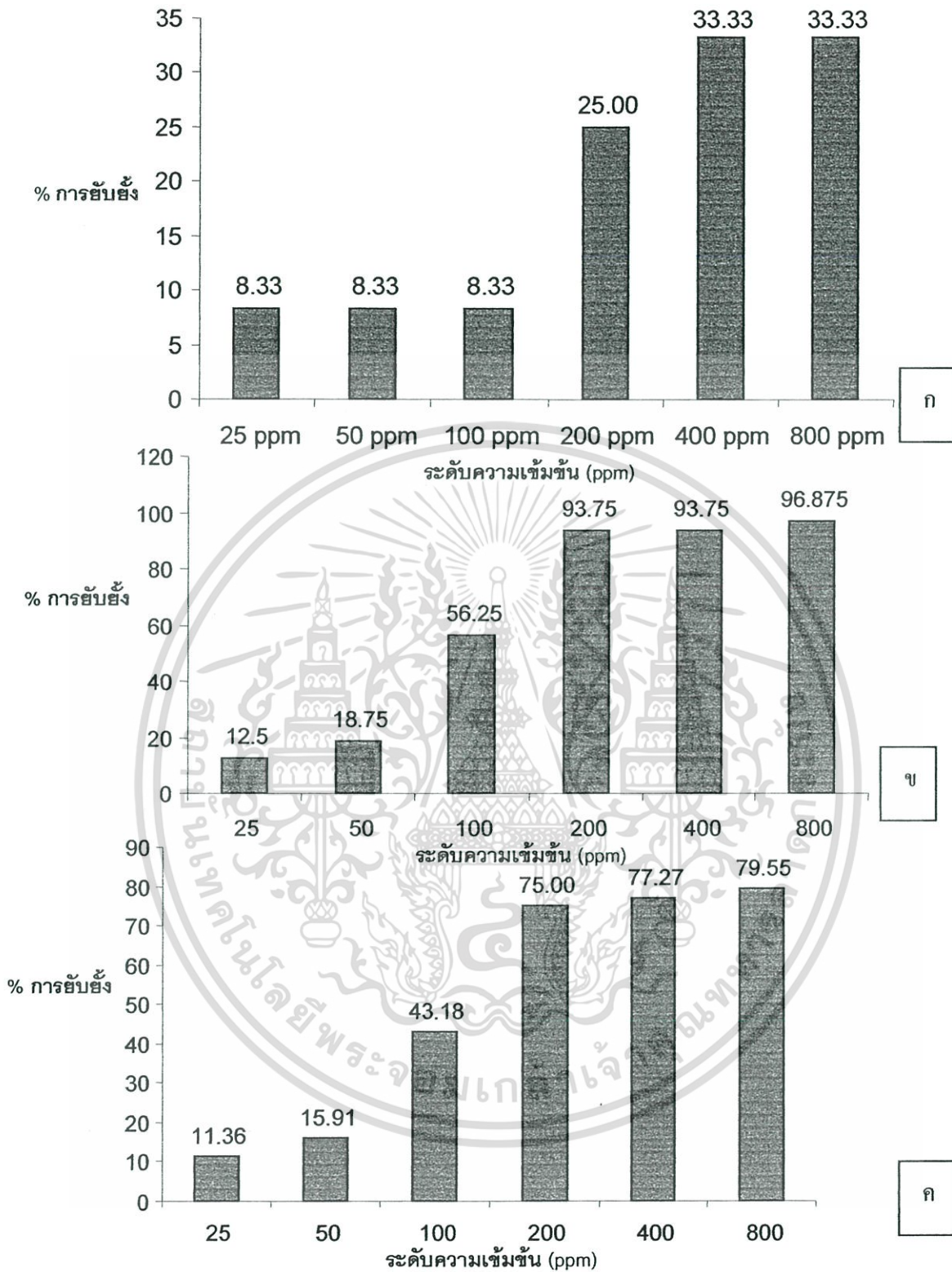
ผลต่อการเจริญเติบโต การใช้แขนทอกซีลินในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าว พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นมีผลต่อความยาวต้นของต้นกล้าข้าวไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าข้าวในน้ำกลั่น โดยระดับความเข้มข้นที่ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุดคือระดับความเข้มข้นที่ 800 ppm ซึ่งสามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 33.33 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

ในด้านความยาวรากพบว่า ระดับความเข้มข้นที่ให้ผลการยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าได้ดีที่สุดคือ ระดับความเข้มข้นที่ 800 ppm การเพิ่มระดับความเข้มข้นของแขนทอกซีลินตั้งแต่ 25

ppm สามารถยับยั้งความยาวรากได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดย ที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้ 93.75 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.24) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำกลั่น และเมื่อพิจารณาด้านความยาวรวมพบว่า แชนทอกซีลินที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm นั้น แชนทอกซีลินมีผลต่อความยาวรวมไม่แตกต่างจากการใช้น้ำกลั่น การเพิ่มระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 50 ppm ขึ้นไป มีผลยับยั้งความยาวรวมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm สามารถยับยั้งความยาวรากได้ 75 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น



รูปที่ 4.24 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วัน ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวม ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย โดย DMRT ($p = 0.05$)



รูปที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยของเซนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วัน ในด้านการงอก ก. ความยาวต้น ข. ความยาวราก และค. ความยาวรวม ของเมล็ดข้าว จากการเพาะเมล็ด 7 วันโดยวิธี Water Culture test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก

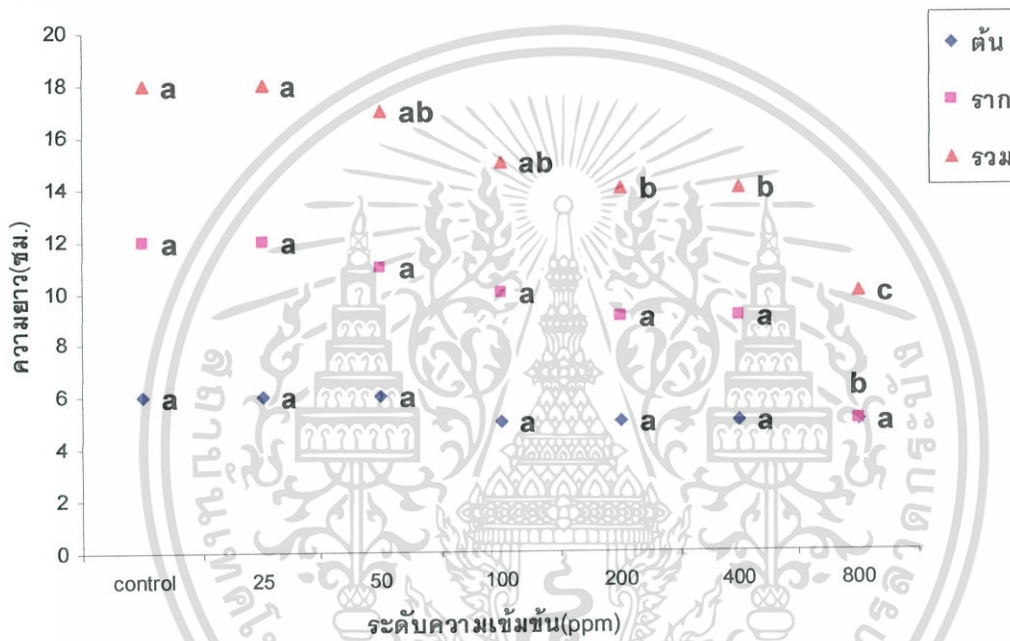
ผลต่อการงอก การใช้แชนทอกซีลิน 6 ระดับความเข้มข้น เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกในระยะเวลา 7 วัน พบว่า เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแชนทอกซีลินในช่วง 25 – 400 นั้น ไม่มีผลให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเมล็ดในน้ำกลั่น ในขณะที่ระดับความเข้มข้นที่ 800 ppm สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสามารถให้ผลการยับยั้งการงอกได้ 78.75 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.26)



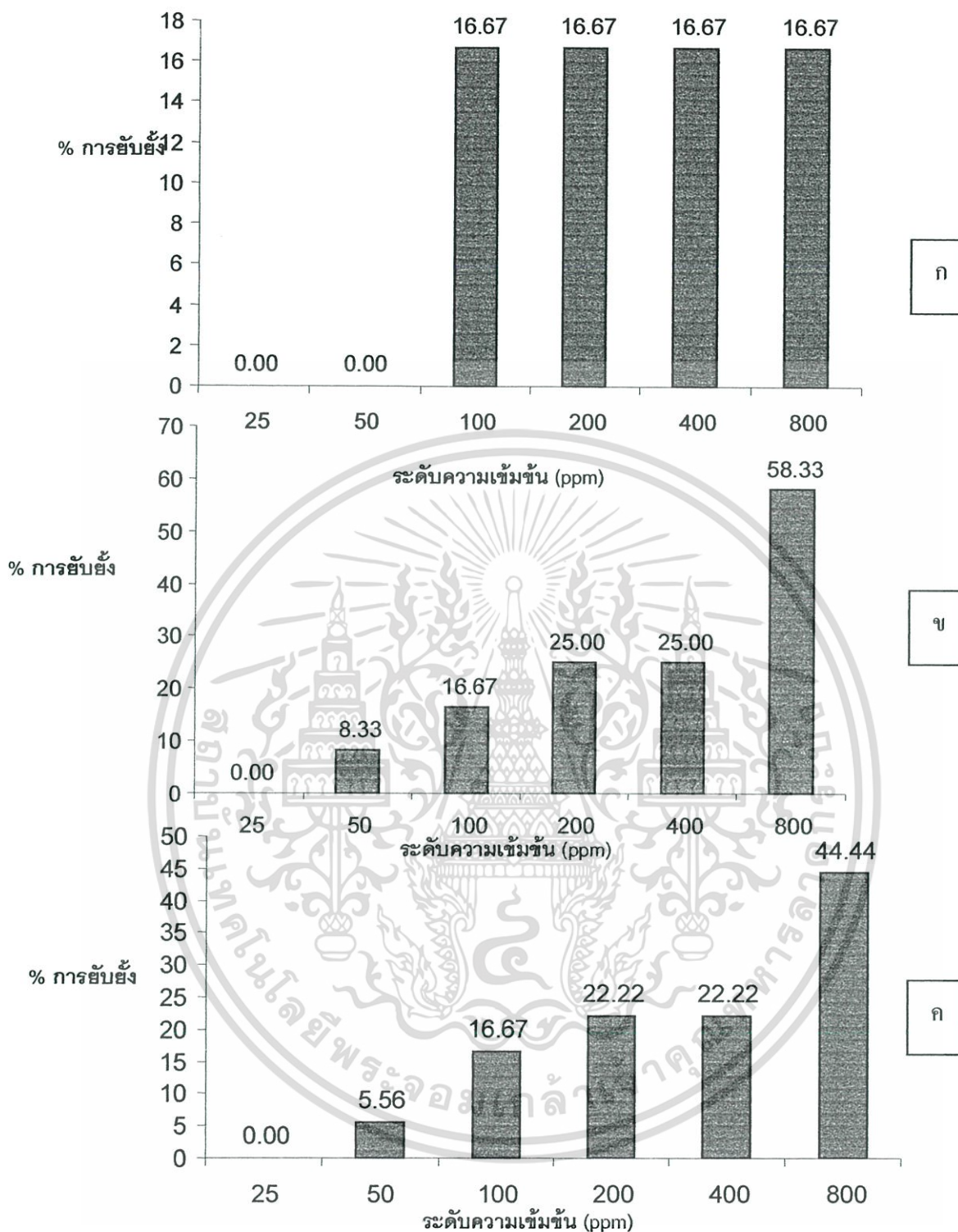
รูปที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลินต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ด โดยวิธี Water Culture test ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ผลต่อการเจริญเติบโต การใช้แชนทอกซีลินในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนก พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นมีผลการยับยั้งความยาวต้นของต้นกล้าหญ้าข้าวนกไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าในน้ำกลั่น โดยแชนทอกซีลินตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 100 ppm เป็นต้นไปสามารถยับยั้งความยาวต้นของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยสามารถยับยั้งความยาวต้นหญ้าข้าวนกได้ 16.67 เปอร์เซ็นต์ ในด้านความยาวรากพบว่า การเพิ่ม

ระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลิน มีผลต่อความยาวรากไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้น้ำกลั่น ในขณะที่ระดับความเข้มข้นที่ให้ผลการยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและให้ผลการยับยั้งที่ดีที่สุดคือ ระดับความเข้มข้นที่ 800 ppm ซึ่งสามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้ 58.33 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.27) และเมื่อพิจารณาถึงความยาวรวมพบว่า การเพิ่มระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลินตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 25 – 100 ppm นั้น มีผลต่อความยาวรวมไม่แตกต่างจากการใช้น้ำกลั่น ในขณะที่การเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารตั้งแต่ 200 ppm ขึ้นไป มีผลยับยั้งความยาวรวมได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm สามารถยับยั้งความยาวรากได้ 22.22 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น



รูปที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยของแซนโทกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ด 7 วันโดยวิธี Water Culture test ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวม ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)



รูปที่ 4.28 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวหน้างหลังเพาะเมล็ด 7 วัน โดยวิธี Water Culture test ในด้านการยับยั้ง ก. ความยาวต้น ข. ความยาวราก และ ค. ความยาวรวม ของเมล็ดข้าวจากการเพาะเมล็ด 7 วัน

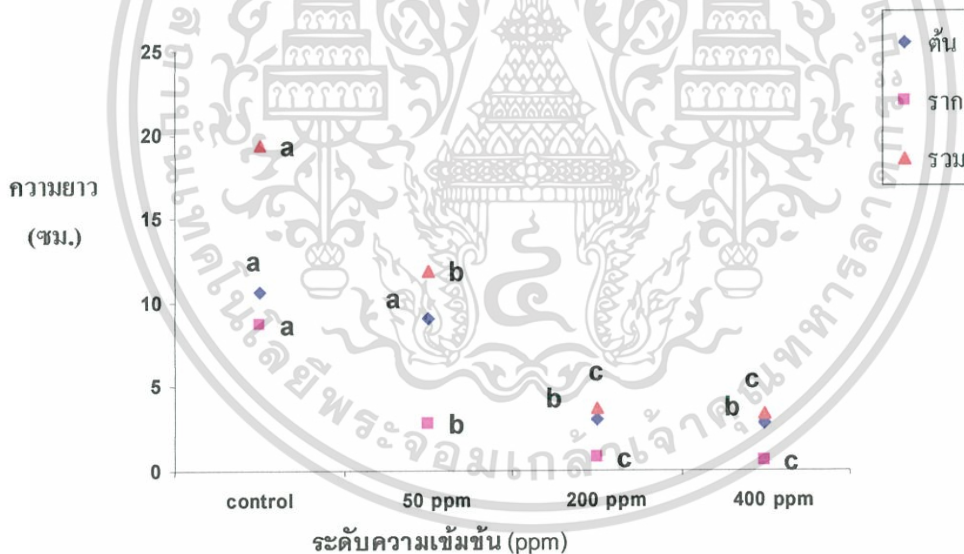
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาผลของแชนทอกซีลินต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบโดยวิธี Agar test

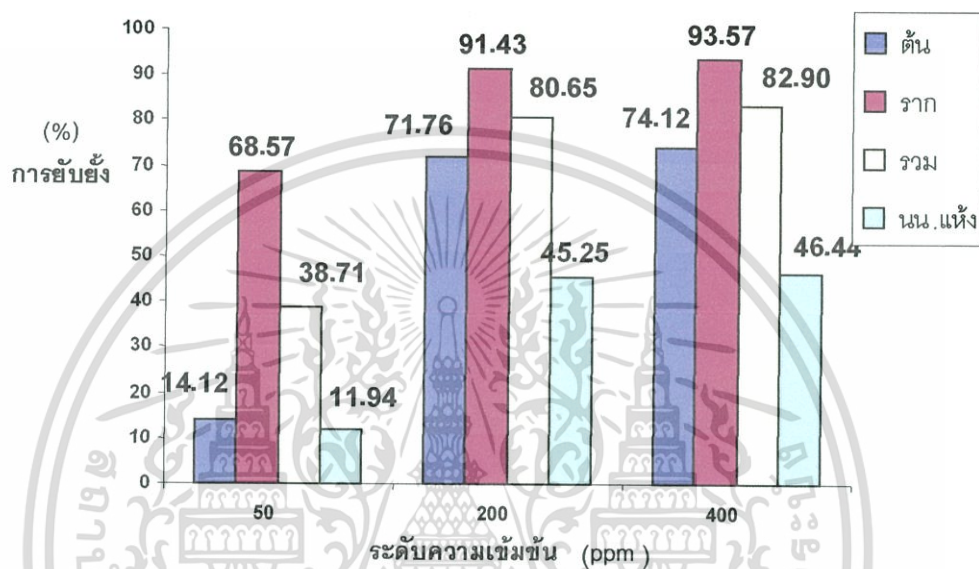
ผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว

การใช้แชนทอกซีลินในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าว พบว่าในระดับความเข้มข้น 50 ppm นั้น มีผลต่อความยาวต้นของต้นกล้าข้าวไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าข้าวในน้ำกลั่น โดยการเพิ่มระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 200 ppm ขึ้นไปมีผลการยับยั้งความยาวต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับความเข้มข้นที่ 400 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 74.12 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

ในด้านความยาวรากพบว่า ระดับความเข้มข้นที่ทำให้ความยาวรากของต้นกล้าลดลงได้ดีที่สุดคือ ระดับความเข้มข้นที่ 400 ppm โดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 93.57 เปอร์เซ็นต์ และการเพิ่มระดับความเข้มข้นของแชนทอกซีลินตั้งแต่ 50 ppm สามารถยับยั้งความยาวรากได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้ 91.43 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 4.29) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

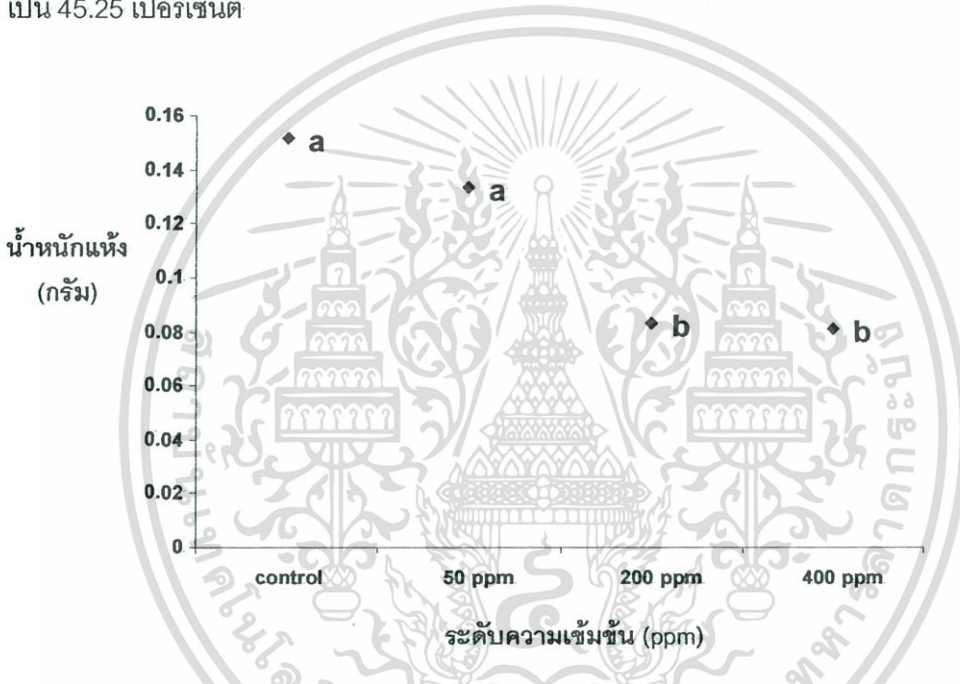


รูปที่ 4.29 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วันโดยวิธี Agar test ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวม ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)



รูปที่ 4.30 ค่าเฉลี่ยของแขนทอกซีลินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วัน ในด้านการยับยั้งความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวมของเมล็ดข้าวจากการเพาะเมล็ด 7 วันโดยวิธี Agar test

ในขณะที่ความยาวรวมของต้นกล้าข้าวจะถูกยับยั้งได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแชนทอกซีลินตั้งแต่ 50 ppm ขึ้นไปโดยแชนทอกซีลินระดับความเข้มข้นที่ 200 ppm นั้นสามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้ 80.65 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น และระดับความเข้มข้นที่ลดความยาวรวมของต้นกล้าข้าวได้มากที่สุดได้แก่ ระดับความเข้มข้นที่ 400 ppm ซึ่งสามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้ 82.90 เปอร์เซ็นต์ ในด้านน้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าว (รูปที่ 4. 30) พบว่า ระดับความเข้มข้นของแชนทอกซีลินที่ 50 ppm นั้นมีผลต่อน้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าข้าวในน้ำกลั่น ในขณะที่การเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารทดสอบเริ่มให้ผลต่อน้ำหนักแห้งที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm ขึ้นไป โดยที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm มีผลการยับยั้งน้ำหนักแห้งเป็น 45.25 เปอร์เซ็นต์

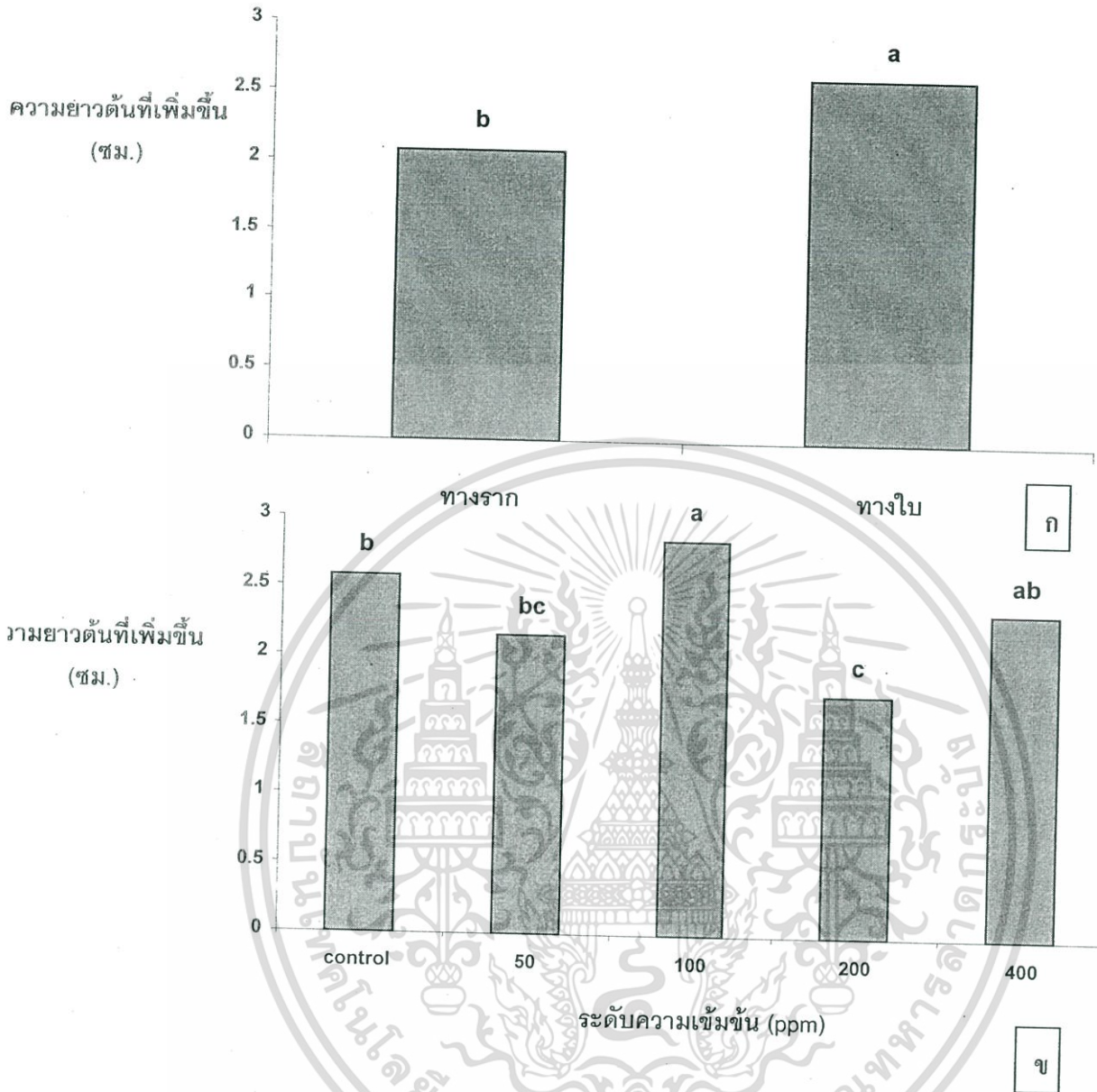


รูปที่ 4.31 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ด 7 วันโดยวิธี Agar test ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

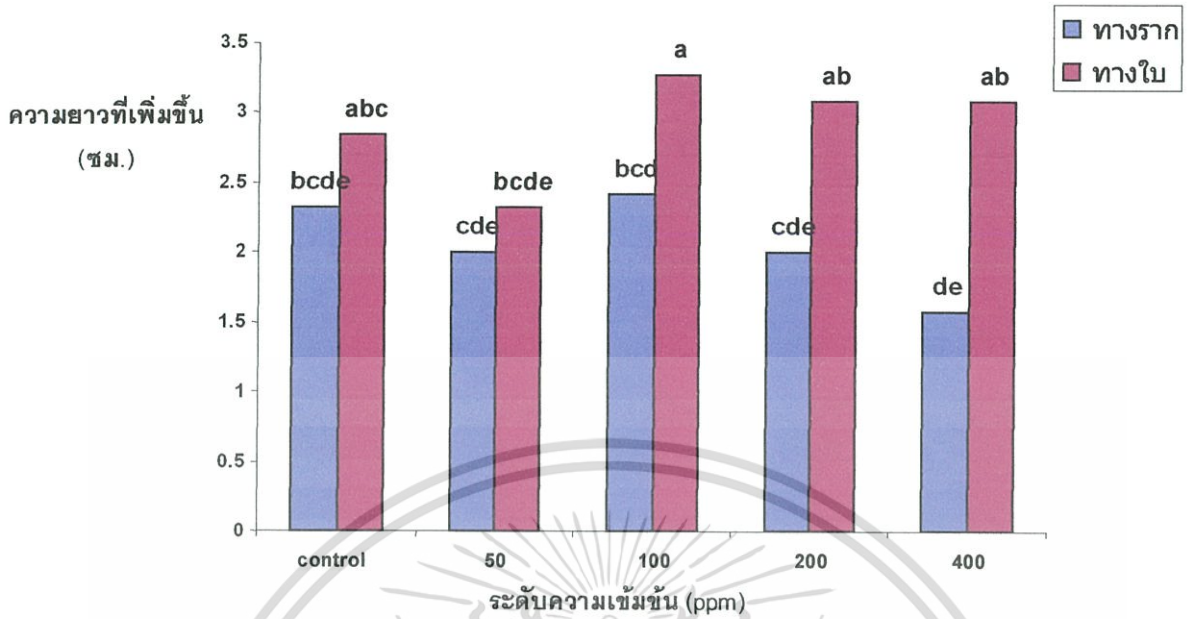
4.4 การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบผลของแขนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ

ผลต่อการเจริญเติบโต การเปรียบเทียบผลของแขนทอกซีลินด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 50 100 200 และ 400 ppm ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวในช่วงระยะเวลา 7 วันโดยใช้ต้นกล้าที่เพาะด้วยน้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบพบว่า อิทธิพลของวิธีการทดสอบทางรากและทางใบ ระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง มีผลต่อความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นในช่วงระยะเวลา 3 ถึง 7 วันหลังการเพาะ ในด้านความยาวรากพบว่า อิทธิพลของวิธีการทดสอบเท่านั้นที่ให้ผลแตกต่างกันระหว่างนำรากและใบไปจุ่มในสารทดสอบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ด้านความยาวรวมได้รับผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากวิธีการทดสอบ ระดับความเข้มข้น และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง ส่วนในด้านน้ำหนักแห้งพบว่าวิธีการทดสอบและระดับความเข้มข้นเท่านั้นที่ให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4.8 และ 4.9)

ในวันที่ 3-5 หลังการเพาะ (รูปที่ 4.32) พบว่า การจุ่มรากของต้นกล้าข้าวลงในแขนทอกซีลินมีผลการยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นได้ดีกว่าการจุ่มใบของต้นกล้าข้าวลงในสารทดสอบ และระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับความเข้มข้นที่ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นได้ดีที่สุดคือ 200 ppm โดยสามารถยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นได้ 32.80 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง พบว่าตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ขึ้นไป วิธีการจุ่มรากและจุ่มใบของพืชทดสอบลงในแขนทอกซีลินให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ระดับความเข้มข้น 200 ppm วิธีการจุ่มรากลงในสารทดสอบให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้น 14.16 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิธีการจุ่มใบลงในสารทดสอบให้ผลการเพิ่มความยาวต้นเป็น 15.14 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำกลั่นในวิธีการจุ่มใบด้วยกัน

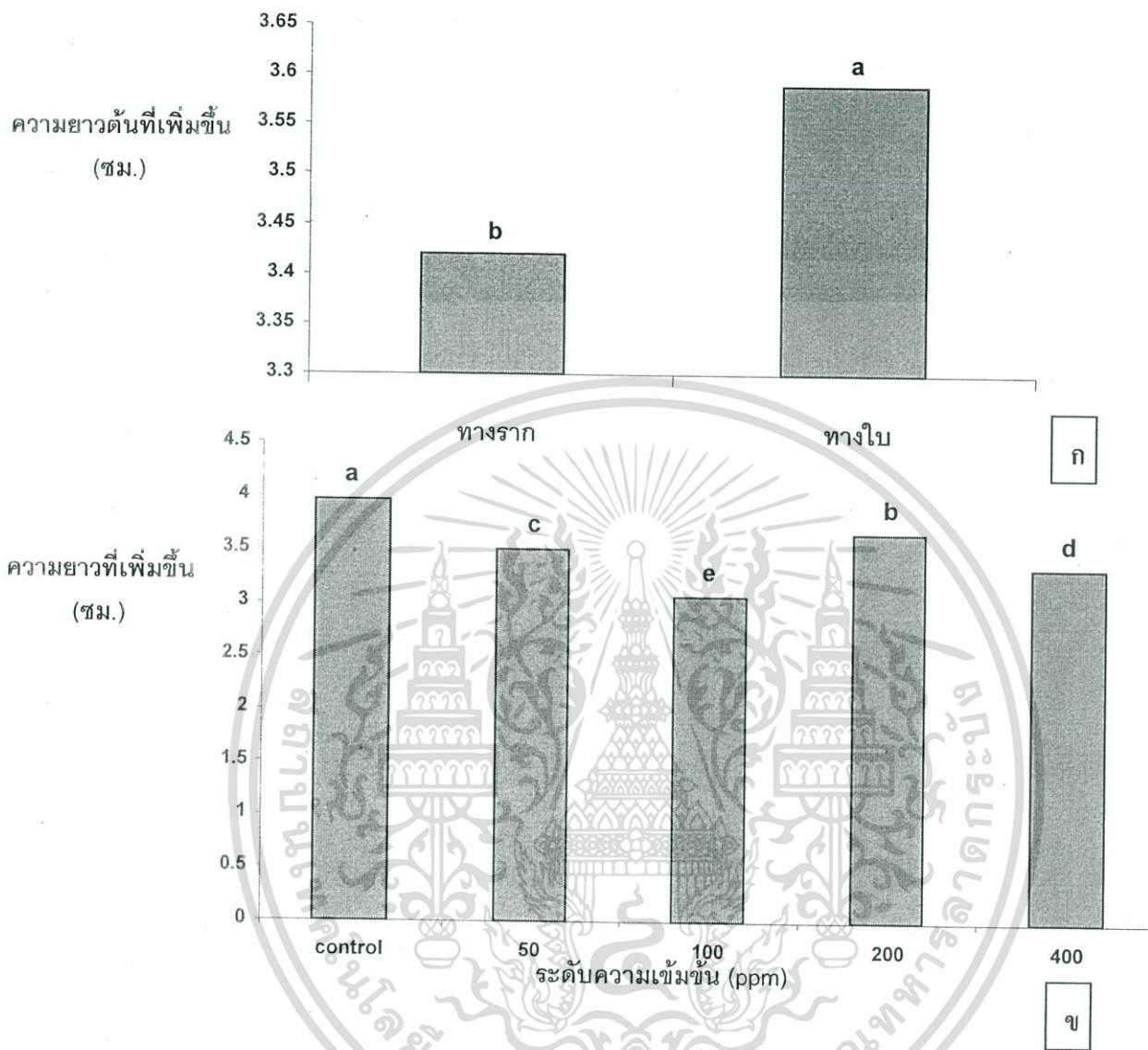


รูปที่ 4.32 ค่าเฉลี่ยของแขนทอกซีลินที่มีต่อความยาวรากที่เพิ่มขึ้นของข้าวในช่วงวันที่ 3-5 หลังการเพาะในด้าน ก.วิธีการทดสอบโดยการจุ่มรากและจุ่มใบของต้นกล้าลงในแขนทอกซีลิน ข.ผลของระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

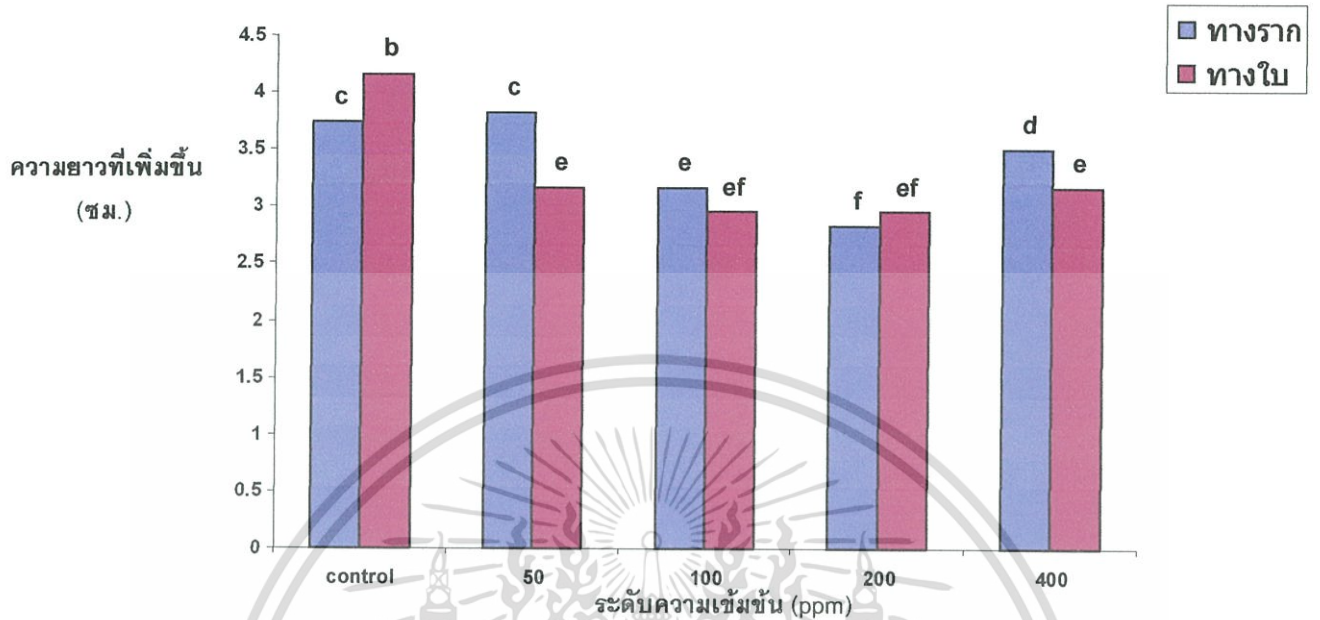


รูปที่ 4.33 ค่าเฉลี่ยของแซนโทกซีลีน 4 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นของข้าว ในช่วงวันที่ 3-5 หลังการเพาะ ในด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดสอบและระดับความเข้มข้น ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

ในวันที่ 5-7 หลังการเพาะ (รูปที่ 4.34) พบว่า การจุ่มรากของต้นกล้าข้าวลงในแซนโทกซีลีน มีผลการยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นได้ดีกว่าการจุ่มใบของต้นกล้าข้าวลงในสารทดสอบ และระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระดับความเข้มข้นที่ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นได้ดีที่สุดคือ 100 ppm โดยสามารถยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นได้ 22.47 เปอร์เซ็นต์ สำหรับอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง วิธีการจุ่มรากและจุ่มใบของพืชทดสอบลงในแซนโทกซีลีนให้ผลการทดลองที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm โดยวิธีการจุ่มรากลงในสารทดสอบให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่เพิ่มขึ้น 6.67 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิธีการจุ่มใบลงในสารทดสอบให้ผลการเพิ่มความยาวต้นเป็น 24.04 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่นของแต่ละวิธี



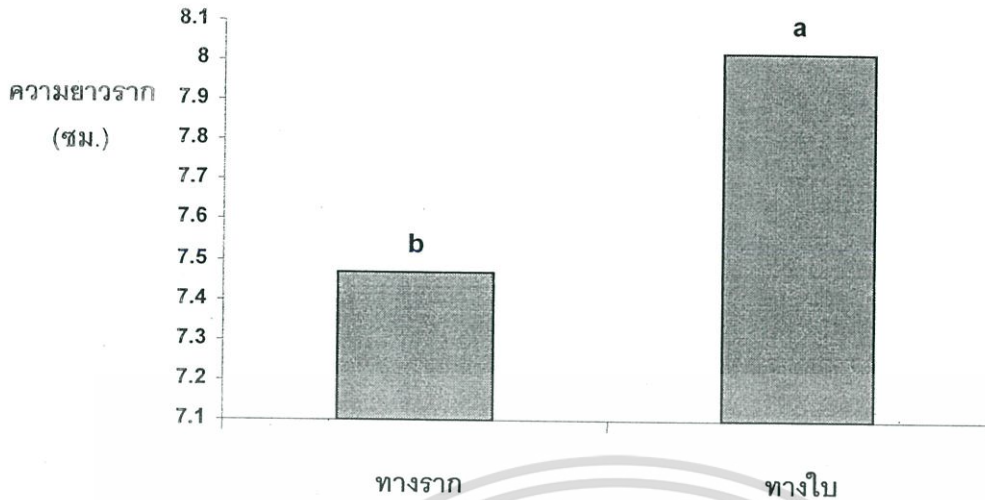
รูปที่ 4.34 ค่าเฉลี่ยของแซนโทกซีลีนที่มีต่อความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นของข้าวในช่วงวันที่ 5-7 หลังการเพาะ ในด้าน ก.วิธีการทดสอบโดยการจุ่มรากและจุ่มใบของต้นกล้าลงในแซนโทกซีลีน ข.ผลของระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p= 0.05$)



รูปที่ 4.35 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลิน 4 ระดับความเข้มข้นที่มีต่อความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นของข้าว ในช่วงวันที่ 5-7 หลังการเพาะ ในด้านปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดสอบและระดับความเข้มข้น ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เมื่อพิจารณาความยาวราก (รูปที่ 4.36) พบว่า อิทธิพลของวิธีการจุ่มใบและรากของต้นกล้าข้าวมีผลต่อความยาวรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่วิธีการจุ่มรากของต้นกล้าข้าวให้ผลการยับยั้งความยาวรากที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจุ่มใบ โดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 6.85 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระดับความเข้มข้นที่ใช้และปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยทั้งสองไม่มีผลต่อความยาวราก

ในขณะที่ ความยาวรวมของต้นกล้าข้าว (รูปที่ 4.37) ได้รับผลจากวิธีการทดสอบ ระดับความเข้มข้นที่ใช้ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยเมื่อพิจารณาวิธีการทดสอบพบว่า วิธีการจุ่มรากให้ผลการยับยั้งที่ดีกว่าวิธีการจุ่มใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 6.45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับวิธีการจุ่มใบ



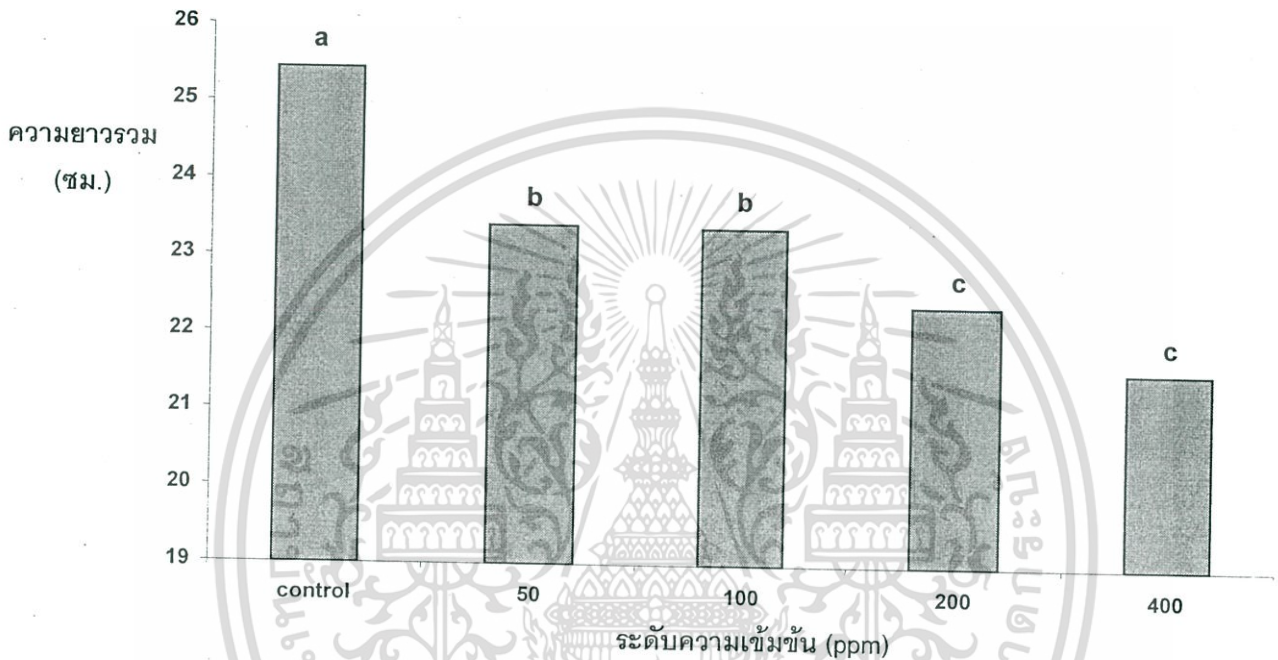
รูปที่ 4.36 ค่าเฉลี่ยของวิธีการจุ่มรากและใบของต้นกล้าข้าวลงในแซนทอกซีลินที่มีต่อความยาวรากในวันที่ 7 หลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)



รูปที่ 4.37 ค่าเฉลี่ยของวิธีการจุ่มรากและใบของต้นกล้าข้าวลงในแซนทอกซีลินที่มีต่อความยาวรวมของต้นกล้าข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

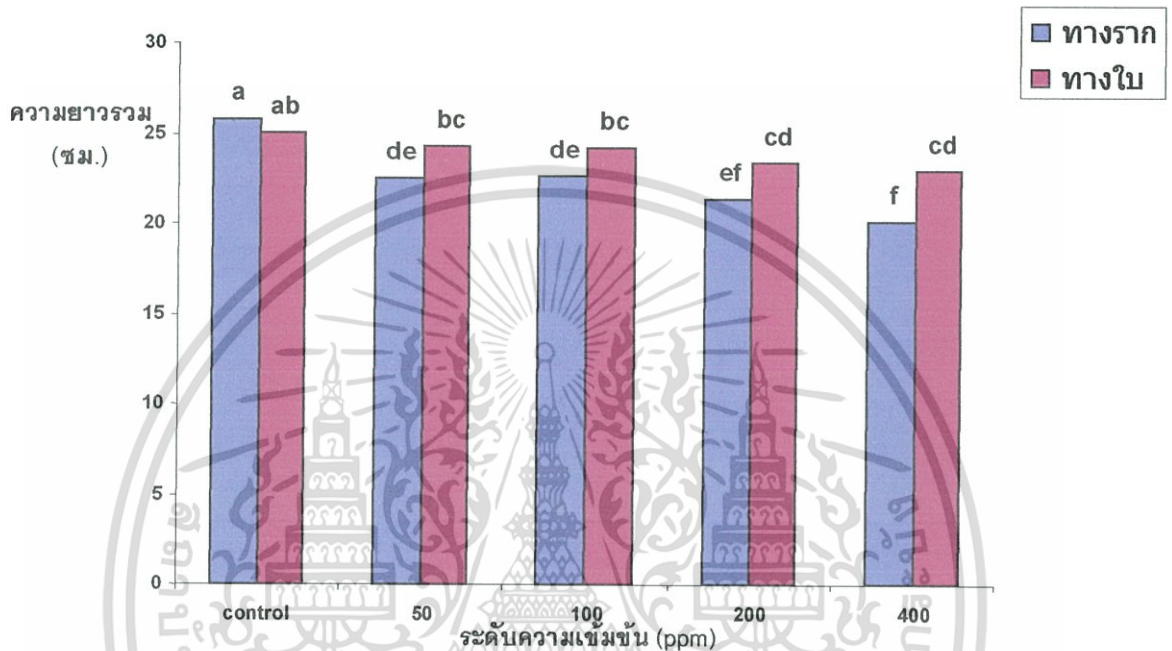
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบ (รูปที่ 4.38) มีผลต่อความยาวรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการเพิ่มระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 50 ppm ขึ้นไปมีผลให้ความยาวรวมของต้นกล้าข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับการเพาะเลี้ยงด้วยน้ำกลั่น ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm เป็นระดับความเข้มข้นที่ยับยั้งความยาวรวมได้มากที่สุด โดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 15.29 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น



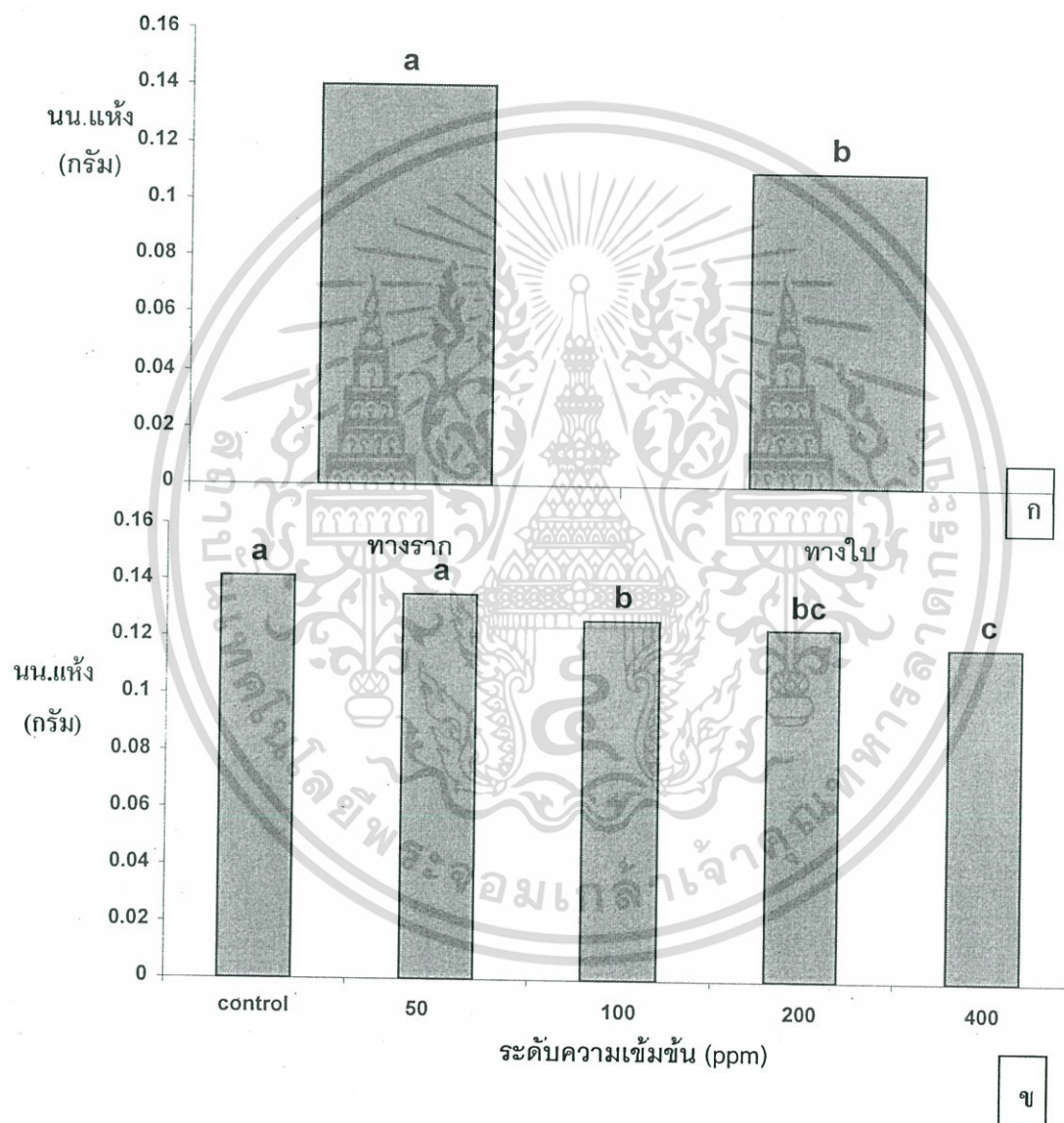
รูปที่ 4.38 ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อความยาวรวมของต้นกล้าข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

พิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง (รูปที่ 4.39) พบว่า วิธีการจุ่มรากและใบของต้นกล้าข้าวลงในแซนโทกซีลินทุกระดับความเข้มข้น ให้ผลการยับยั้งที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยแต่ละความเข้มข้นวิธีการจุ่มรากจะให้ผลการยับยั้งที่ดีกว่าการจุ่มใบของต้นกล้าข้าวที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm การจุ่มรากให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้ 12.70 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับวิธีการจุ่มใบต้นกล้าข้าว



รูปที่ 4.39 ค่าเฉลี่ยของปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการทดสอบและระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลิน ที่มีต่อความยาวรวมในวันที่ 7 หลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p=0.05$)

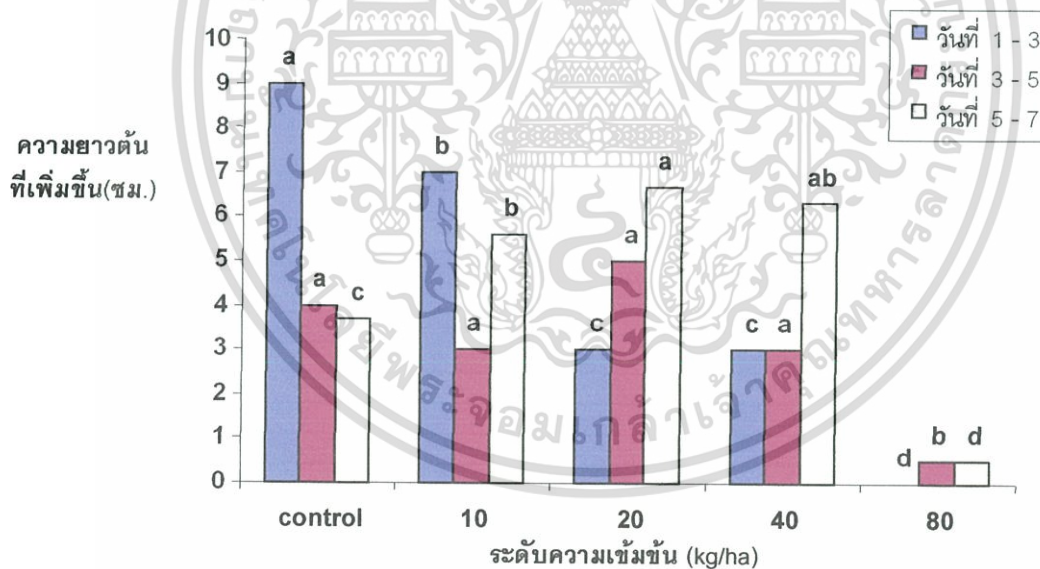
เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้ง (รูปที่ 4.40) พบว่าวิธีการจุ่มสาร ระดับความเข้มข้นที่ใช้มีผลต่อการลดลงของน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่อิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสองไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งโดยการจุ่มสารทางใบมีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าข้าวน้คยกว่าวิธีการจุ่มรากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลินที่ใช้มีผลต่อน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 100 ppm ขึ้นไป ซึ่งสามารถลดน้ำหนักแห้งที่ระดับความเข้มข้นนี้ได้ 16.78 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะด้วยน้ำกลั่น ในขณะที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง ไม่มีผลทางสถิติต่อน้ำหนักแห้ง



รูปที่ 4.40 ค่าเฉลี่ยของระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลินที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อ หนักรากแห้งของต้นกล้าข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะ ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ย ที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย โดย DMRT ($p = 0.05$)

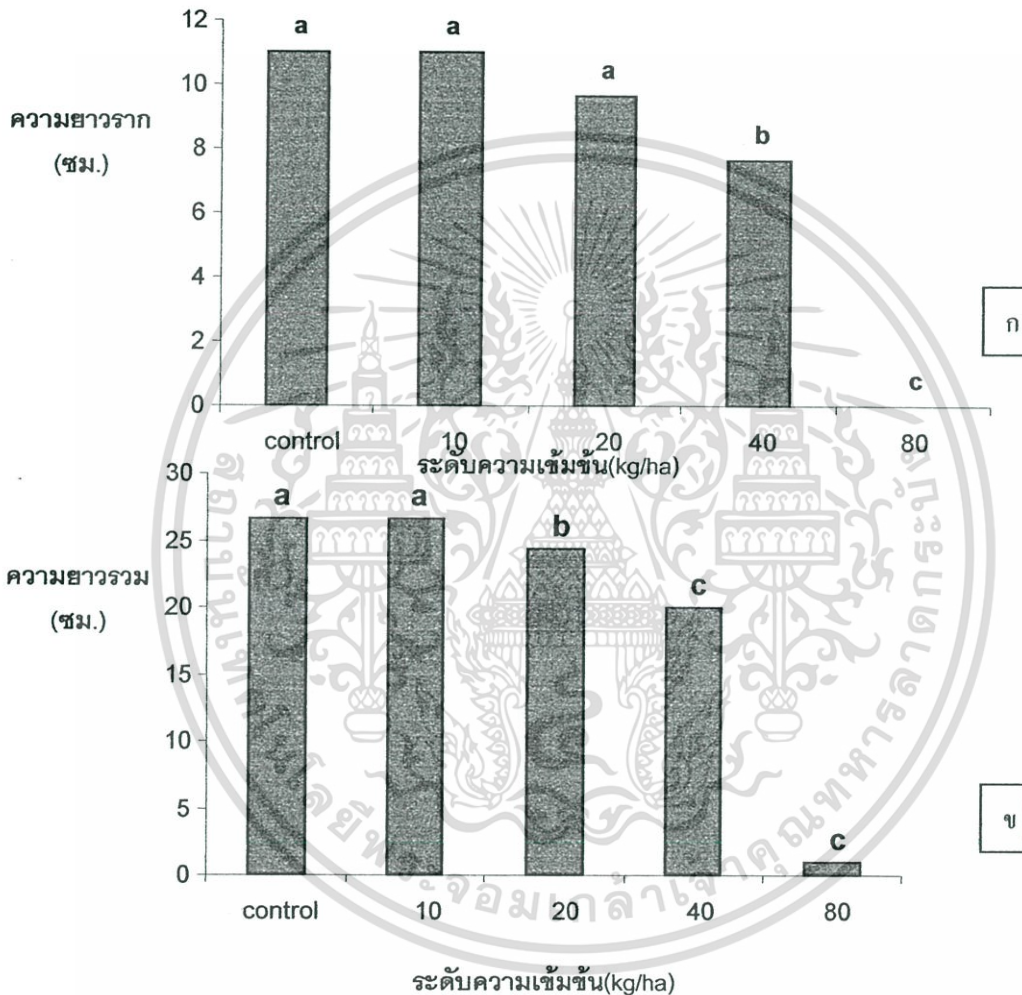
4.5 การทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของแชนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อ การเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง

ผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว การใช้แชนทอกซีลินในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าว พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นในวันที่ 1 - 3 ให้ผลการยับยั้งการเพิ่มความยาวต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ปริมาณ 10 kg/ha เป็นต้นไปโดยสามารถยับยั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าข้าวได้ 22.22 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น และแชนทอกซีลินที่ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวต้นได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 100 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าข้าวในน้ำกลั่น ในช่วงวันที่ 3 - 5 การเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 80 kg/ha เท่านั้น โดยสามารถยับยั้งการเพิ่มความยาวต้นกล้าข้าวได้ 87.5 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะต้นกล้าข้าวในน้ำกลั่น และในช่วงวันที่ 5-7 ของการทดสอบพบว่า ที่ปริมาณ 10 kg/ha ให้ผลการยับยั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าข้าวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ปริมาณสาร 80 kg/ha สามารถยับยั้งการเพิ่มความยาวต้นกล้าข้าวได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งได้เป็น 92.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำกลั่น (รูปที่ 4.41)



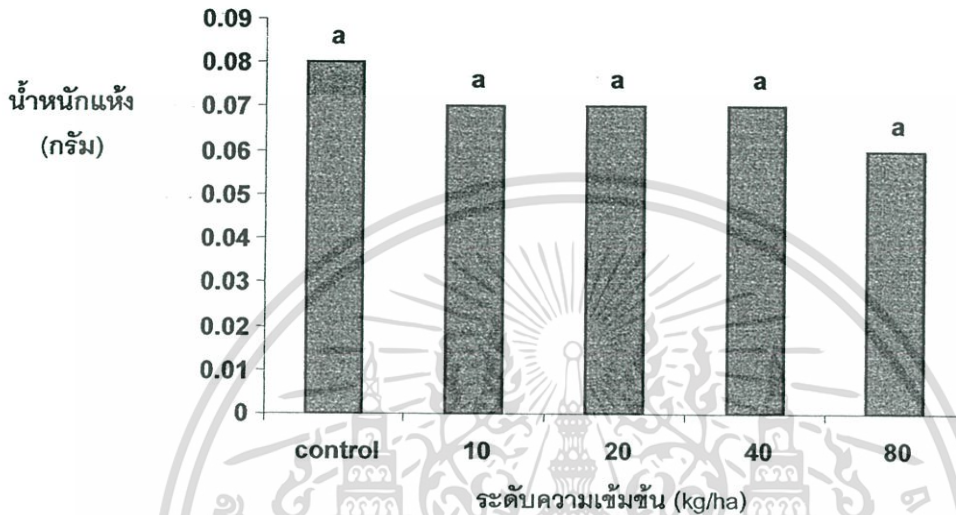
รูปที่ 4.41 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ในด้านความยาวรากพบว่า (รูปที่ 4.42 ก) การใช้แชนทอกซีลินในการเพาะต้นกล้าข้าว ในช่วงระยะเวลา 7 วันนั้นการเพิ่มระดับปริมาณสารตั้งแต่ 40 kg/ha ขึ้นไปสามารถให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารนี้สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้ 30.30 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวด้วยน้ำกลั่น โดยแชนทอกซีลินที่ระดับปริมาณ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าข้าวได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 100 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น



รูปที่ 4.42 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน (ก.ความยาวราก ข.ความยาวรวม) ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ในด้านความยาวรวมพบว่า (รูปที่ 4.42 ข) การใช้แชนทอกซีลินในการเพาะต้นกล้าข้าวในช่วงระยะเวลา 7 วันนั้นการเพิ่มระดับปริมาณสารตั้งแต่ 20 kg/ha ขึ้นไปสามารถให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารนี้สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้ 8.74 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวด้วยน้ำกลั่น โดยแชนทอกซีลินที่ระดับปริมาณ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าข้าวได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 96.25 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

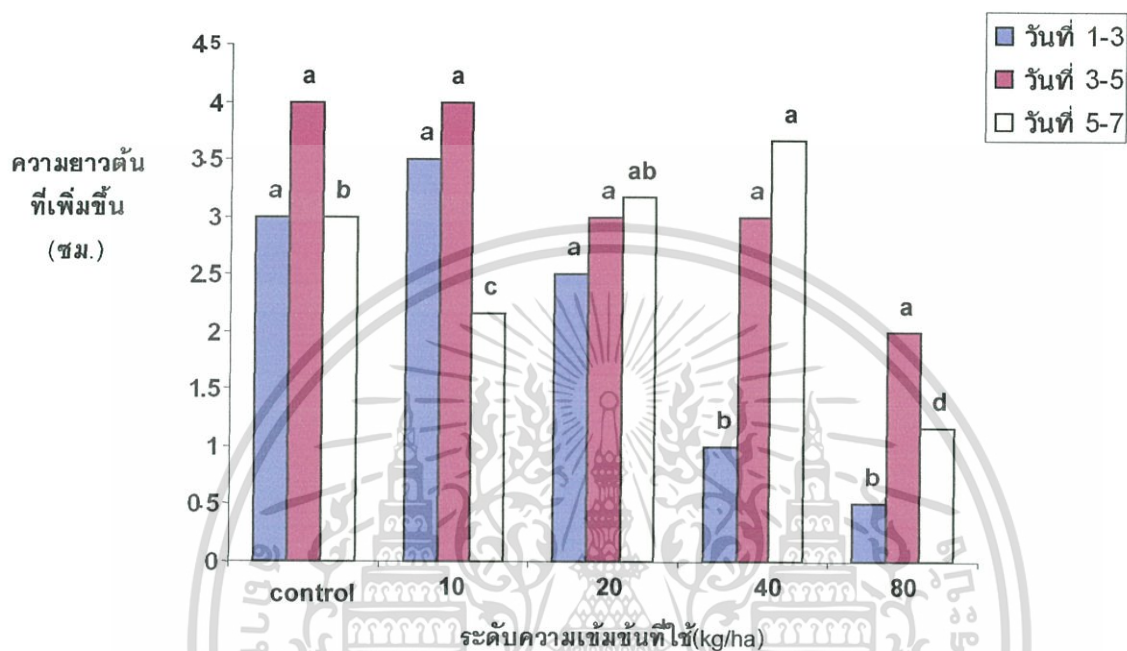


รูปที่ 4.43 ค่าเฉลี่ยของแชนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ในด้านน้ำหนักแห้งค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้ง (รูปที่ 4.43) พบว่าการเพิ่มระดับปริมาณแชนทอกซีลินที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ใช้ทดสอบ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ การเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวด้วยน้ำกลั่น

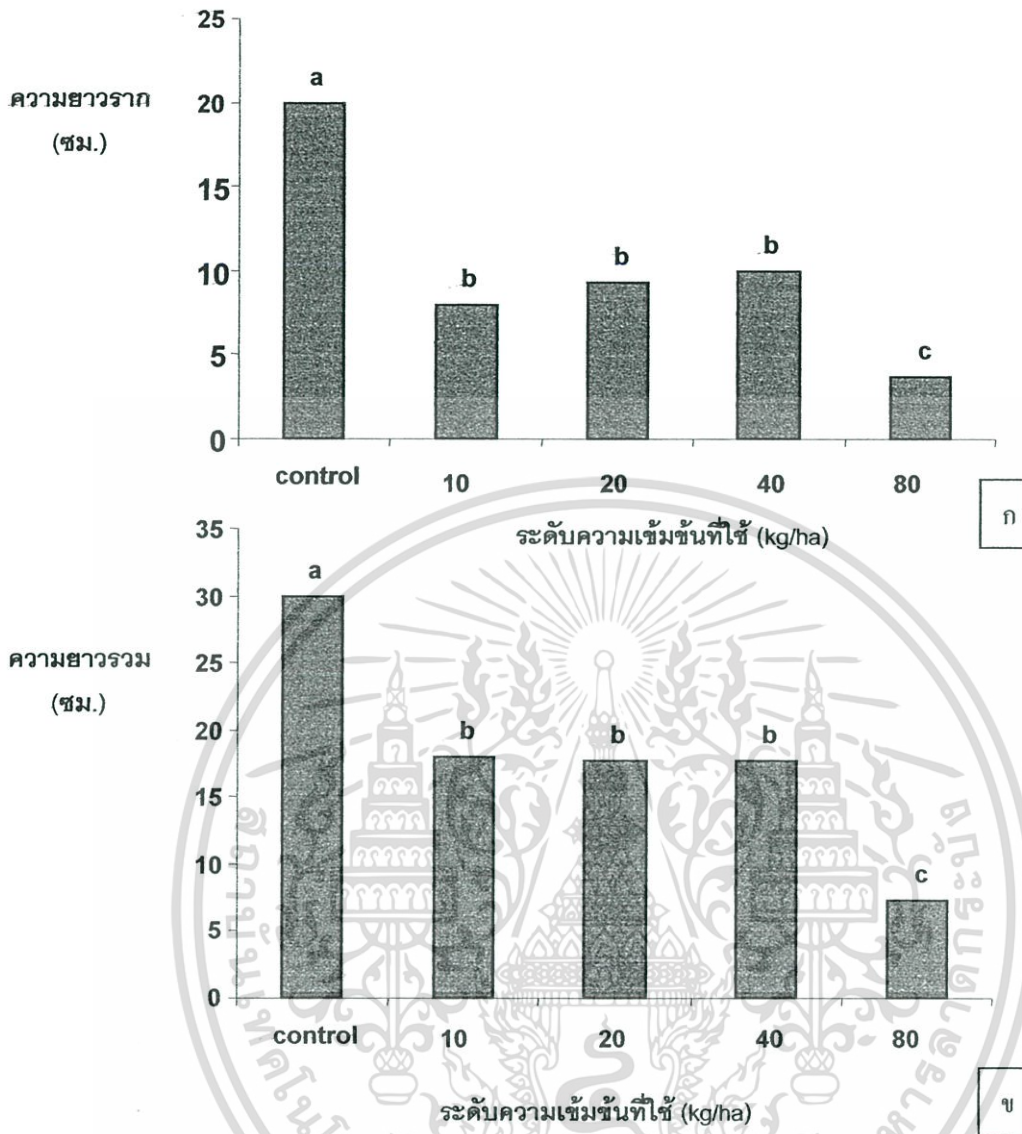
ผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก การใช้แชนทอกซีลินในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนก พบว่าการเพิ่มระดับความเข้มข้นในวันที่ 1 - 3 ให้ผลการยับยั้งการเพิ่มของความยาวต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ปริมาณ 40 kg/ha เป็นต้นไปโดยสามารถยับยั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้ 66.67 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับ การใช้น้ำกลั่น และแชนทอกซีลินที่ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวต้นได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวต้นได้ 83.33 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะต้นกล้าหญ้าข้าวนกในน้ำกลั่น ในช่วงวันที่ 3 - 5 การ

เพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกที่ระดับความเข้มข้นต่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับการใช้น้ำกลั่น ส่วนในช่วงวันที่ 5-7 ของการทดสอบพบว่า ที่ปริมาณ 10 kg/ha ให้ผลการยับยั้งการเพิ่มขึ้นของความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่ปริมาณสาร 80 kg/ha สามารถยับยั้งการเพิ่มของความยาวต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งได้เป็น 61.08 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น (รูปที่ 4.44)



รูปที่ 4.44 ค่าเฉลี่ยของเซนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

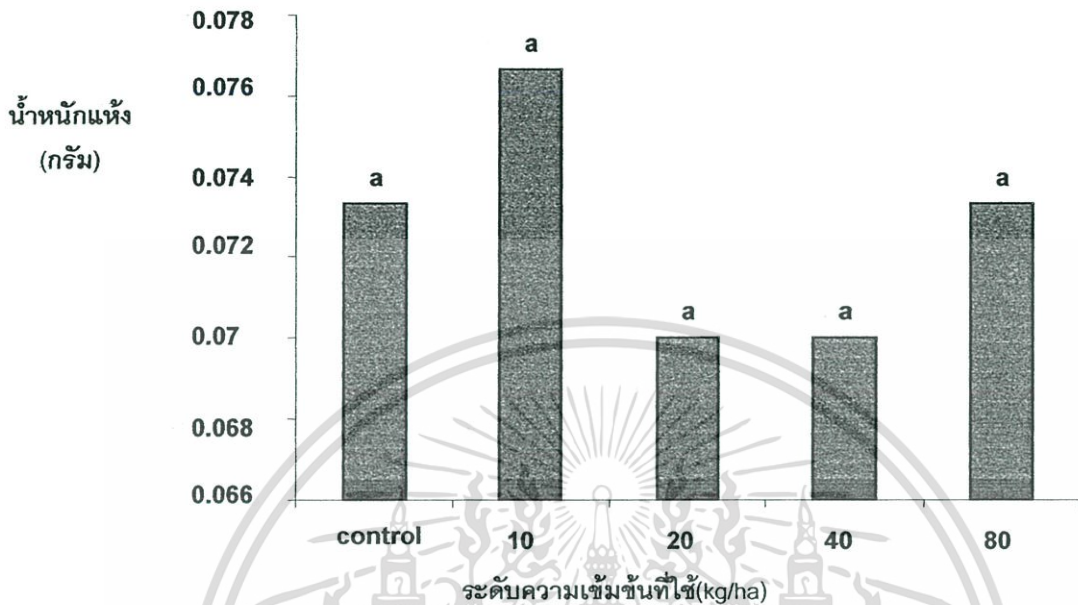
ในด้านความยาวรากพบว่า (รูปที่ 4.45 ก) การใช้เซนทอกซีลินในการเพาะต้นกล้าหญ้าข้าวนกในช่วงระยะเวลา 7 วันนั้นการเพิ่มระดับปริมาณสารตั้งแต่ 10 kg/ha ขึ้นไปสามารถให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารนี้สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้ 60.00 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนกด้วยน้ำกลั่น โดยเซนทอกซีลินที่ระดับปริมาณ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวรากได้ 81.65 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น



รูปที่ 4.45 ผลของแชนทอกซีลินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวรกหลังเพาะเมล็ดในวันที่ 7 ของการทดสอบ (ก.ความยาวราก ข.ความยาวรวม) ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

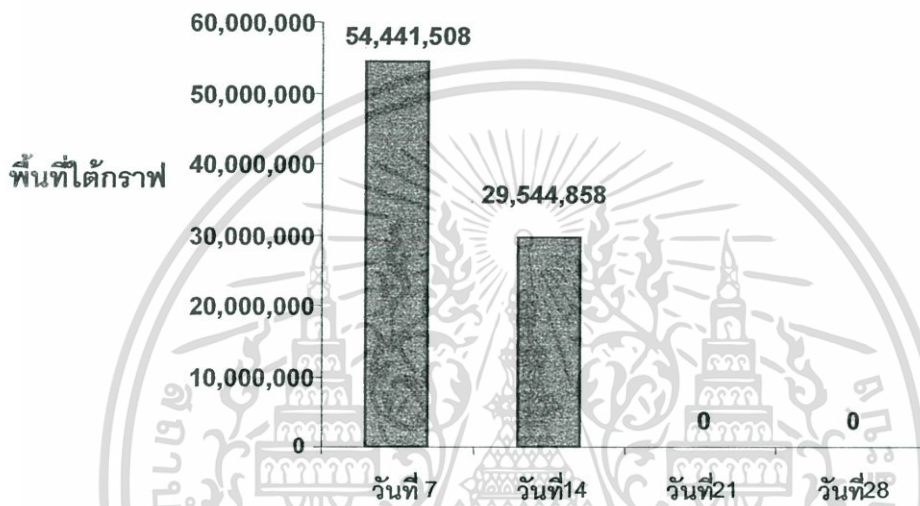
ในด้านความยาวรวมพบว่า (รูปที่ 4.45 ข) การใช้แชนทอกซีลินในการเพาะต้นกล้าหญ้าข้าวรกในช่วงระยะเวลา 7 วันนั้นการเพิ่มระดับปริมาณสารตั้งแต่ 10 kg/ha ขึ้นไปสามารถให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารนี้สามารถให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้ 8.74 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวรกด้วยน้ำกลั่น โดย

แขนทอกซีลินที่ระดับปริมาณ 80 kg/ha สามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้มากที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวรวมได้ 75.54 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น



รูปที่ 4.46 ผลของแขนทอกซีลินต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าหญ้าข้าวนกหลังเพาะเมล็ดในช่วงเวลา 7 วัน ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักแห้ง (รูปที่ 4.46) พบว่าการเพิ่มระดับปริมาณแขนทอกซีลินที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนก ไม่มีความแตกต่างทางสถิติต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ใช้ทดสอบ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ การเพาะเลี้ยงต้นกล้าหญ้าข้าวนกด้วยน้ำกลั่น



รูปที่ 4.47 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์จากเครื่องแกสโครมาโตกราฟ – แมสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ โดยเปรียบเทียบพื้นที่ได้กราฟต่อวันที่ทดสอบสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดลองที่ 6 การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของ แซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้น

การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของแซนโทกซีลินออกแบบวิธีการทดลองจากผลการทดลองของการทดลองที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารในปริมาณต่อพื้นที่เป็น 20 kg/ha นั้นเป็นปริมาณสารที่น้อยที่สุดที่สามารถให้ผลการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวและหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงเลือกนำระดับปริมาณสารที่ 20 kg/ha มาใช้ในการทดสอบหาปริมาณสารตกค้างในช่วงระยะเวลาประมาณ 1 เดือน (28วัน) ซึ่งเมื่อครบกำหนด 7 14 21 และ 28 วันจะนำดินที่ปลูกในบีกเกอร์ในกระถางจำลองไปทำการสกัดแยกสารที่เหลืออยู่ภายในดิน โดยใช้ตัวทำละลายเป็น เอทิล อะซิเตต หลังจากสกัดได้เป็นสารละลาย นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี - แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ และได้ผลการทดลองเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์จากเครื่องแกสโครมาโตกราฟี - แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์(พื้นที่ได้กราฟ)

Sample	พื้นที่ได้กราฟ
Blank (ethyl acetate)	0
วันที่ 7	54,441,508
วันที่ 14	29,544,858
วันที่ 21	not detect
วันที่ 28	not detect

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าในช่วงระยะเวลา 28 วัน แซนโทกซีลินที่ใช้ในการทดสอบในนาข้าวจำลองปริมาณลดลงตามลำดับ โดยในช่วงวันที่ 21-28 ไม่สามารถตรวจพบแซนโทกซีลินในสารละลายที่สกัดจากดินในกระถางจำลองได้

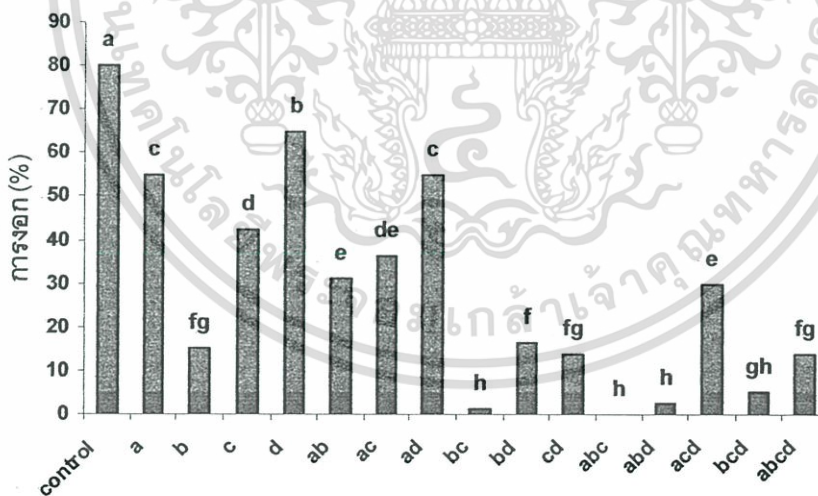
7. การทดลองที่ 7 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่อื่น ๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ

ผลต่อการงอกของเมล็ดข้าว

การใช้แซนโทกซีลินผสมกับสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่อื่น ๆ ได้แก่

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

ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการงอกของข้าวในจานเพาะทดลองในช่วงระยะเวลา 7 วันพบว่าสารผสมทุกชนิดให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น และสารผสมที่ให้ผลยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าวได้มากที่สุดคือ สารผสม abc (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด + แซนโทกซีลิน) โดยสามารถให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบได้โดยสมบูรณ์ซึ่งสารผสม bc abc abd และ bcd ต่างให้ผลการยับยั้งที่ไม่แตกต่างกัน

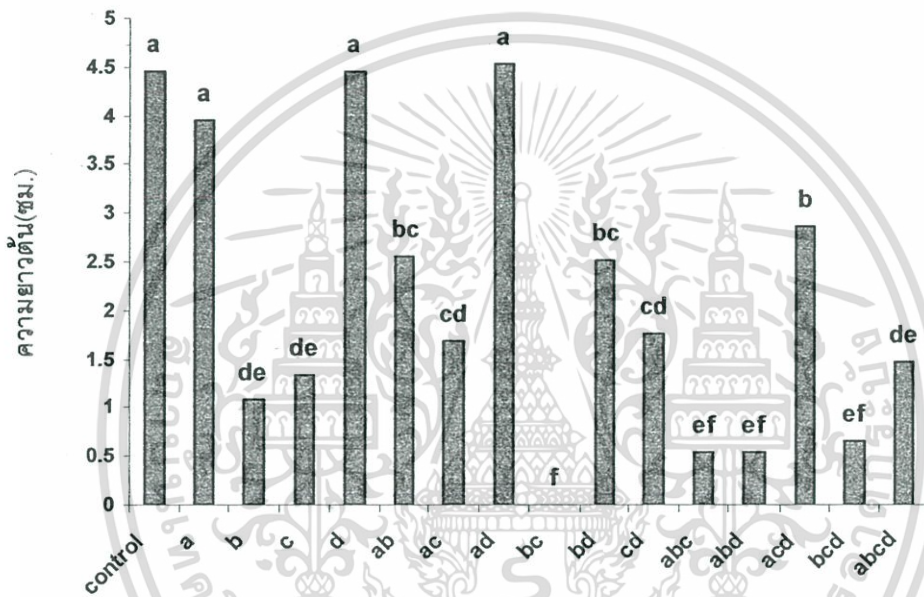


รูปที่ 4.48 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

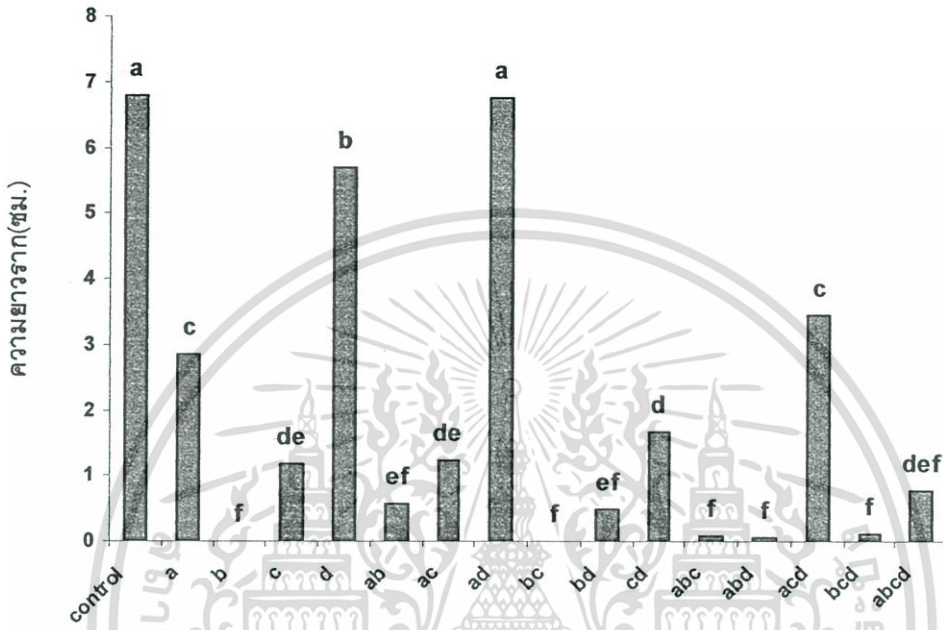
ผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว

การใช้สารผสมที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่กับแซนทอกซีลินที่สกัดได้ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการเจริญเติบโตของข้าวในระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารผสม a d และ ad นั้นให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำกลั่น ส่วนสารผสมอื่น ๆ ต่างให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมในกลุ่มแรก โดยสารผสมที่ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมทั้งหมด พบว่าสารผสม bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซีลิน) ให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดโดยสามารถยับยั้งความยาวต้นข้าวได้โดยสมบูรณ์ (รูปที่ 4.49)



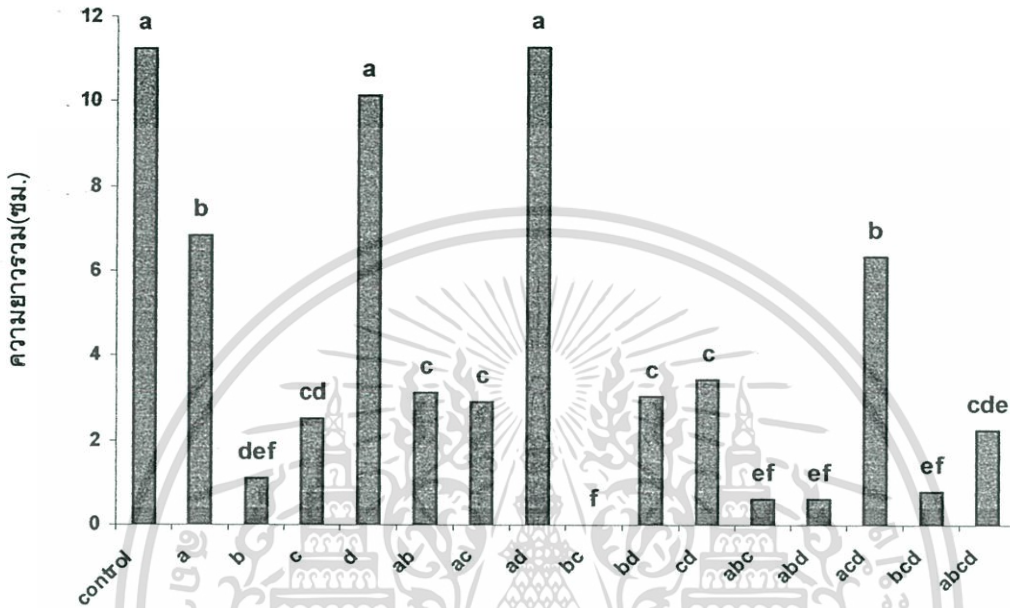
รูปที่ 4.49 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวต้นข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ในด้านความยาวรากพบว่า สารผสม ad ที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับการใช้น้ำกลั่นในการเพาะ ในขณะที่สารผสมในกลุ่มอื่น ๆ ให้ผลการยับยั้งที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสารสกัด b (ซินนามิก แอซิด) และ bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซีลิน) ให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมทั้งหมด โดยสามารถยับยั้งความยาวรากของต้นข้าวได้โดยสมบูรณ์ (รูปที่ 4.50)



รูปที่ 4.50 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวรากของต้นข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เมื่อพิจารณาถึงความยาวรวมจากการใช้สารผสมในการเพาะเลี้ยงต้นกล้าข้าวในจานเพาะทดลอง (รูปที่ 4.51) พบว่าสารผสม b bc abc abd และ acd นั้นให้ผลการยับยั้งความยาวรวมที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงในน้ำกลั่น โดยสารผสม bc (ซินนามิก แอซิด + แซนโทกซีลิน) ให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นโดยสามารถยับยั้งความยาวรวมของต้นกล้าข้าวได้โดยสมบูรณ์



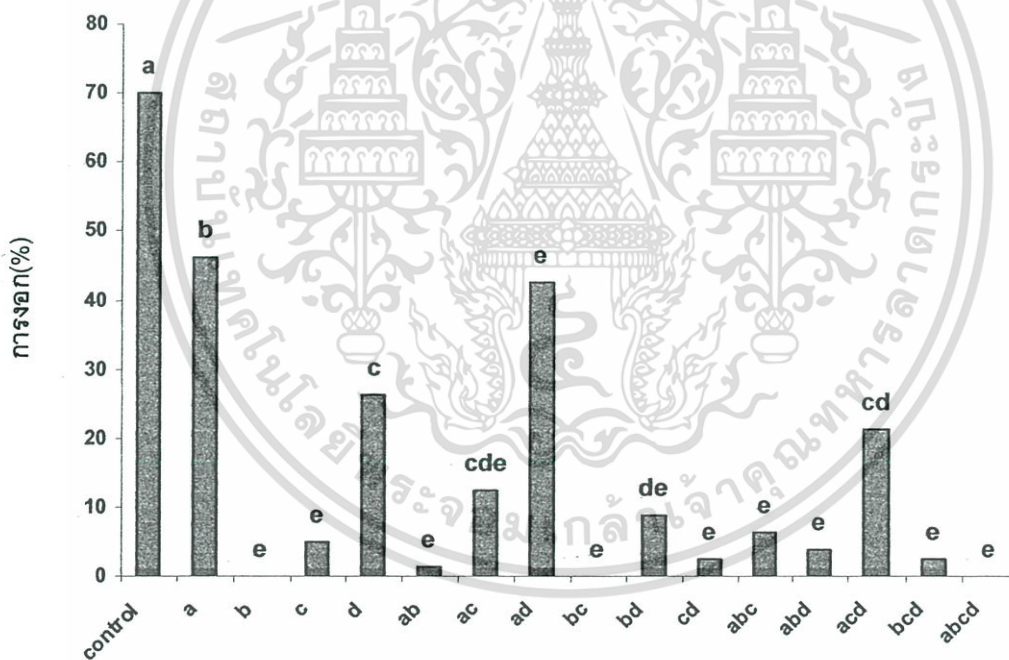
รูปที่ 4.51 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวรวมของต้นข้าวในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

ผลต่อการงอกของผักโขม

การใช้สารผสมของแซนโทกซีลีนกับสารอินทรีย์อื่น ๆ ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีได้แก่

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

ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm เปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการงอกของผักโขมในจานเพาะทดลองในช่วงระยะเวลา 7 วันพบว่า สารผสมทุกชนิดต่างให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการใช้น้ำกลั่น โดยสารสกัดในกลุ่ม b c ab bc cd abc abd acd bcd และ abcd ให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยสารผสม b (ซินนามิก แอซิด) bc (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด) และ abcd (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด + แซนโทกซีลีน+พาราไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด) ให้ผลการยับยั้งการงอกได้ดีที่สุดโดยสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้โดยสมบูรณ์ (รูปที่ 4.52)

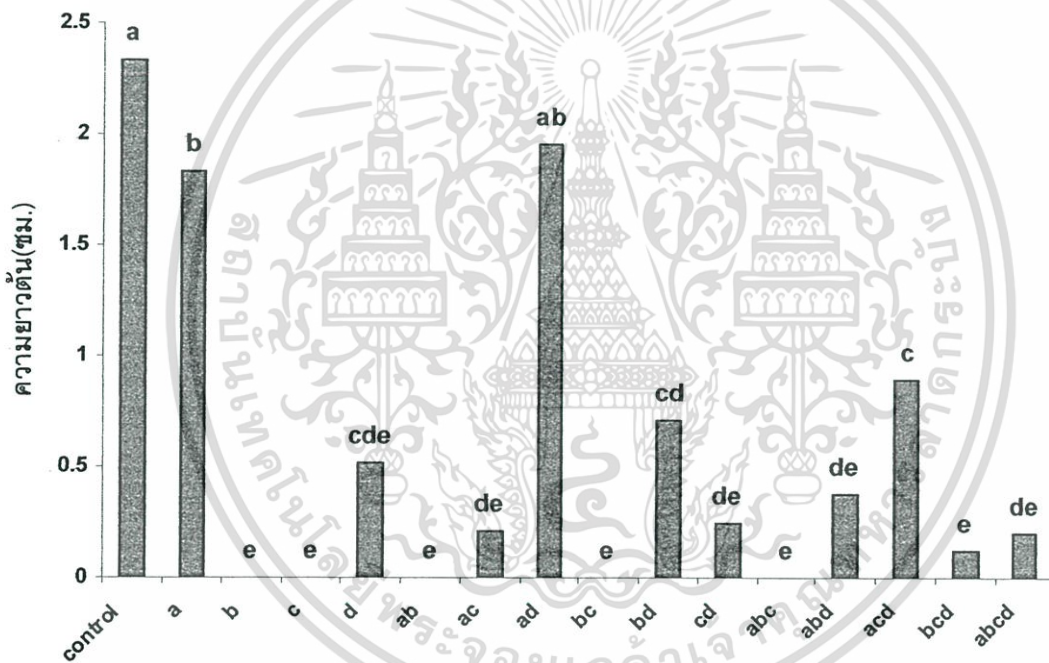


รูปที่ 4.52 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดผักโขมในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลต่อการเจริญเติบโตของผักโขม

การใช้สารผสมที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่กับแขนทอกซีลินที่สกัดได้ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อการเจริญเติบโตของผักโขมในระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารผสมทุกชนิดต่างให้ผลการยับยั้งความยาวต้นที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น โดยสารผสมกลุ่มที่ให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมทั้งหมด คือสารผสม b (ซินนามิก แอซิด)c (แขนทอกซีลิน) ab (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด) bc (ซินนามิก แอซิด + แขนทอกซีลิน) และ abc (ไซรินจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด + แขนทอกซีลิน) โดยสามารถยับยั้งความยาวต้นของผักโขมได้โดยสมบูรณ์ และ สารผสม d ac cd abd bcd และ abcd เป็นสารผสมอีกกลุ่มที่ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมในกลุ่มแรก (รูปที่ 4.53)



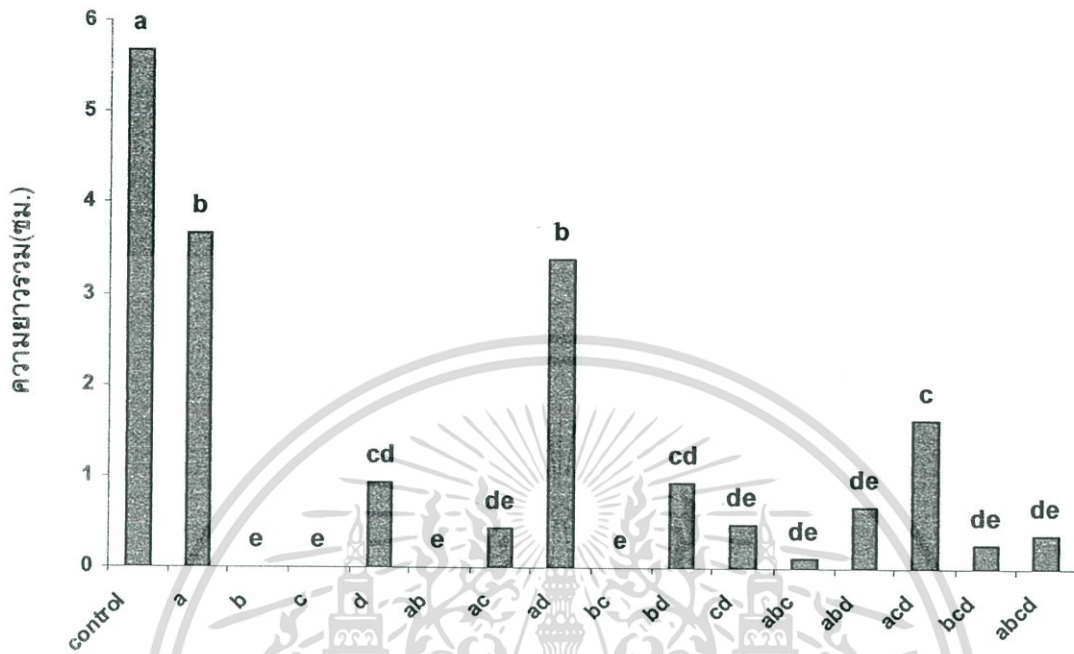
รูปที่ 4.53 ค่าเฉลี่ยของสารผสมต่อความยาวต้นผักโขมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย โดย DMRT ($p = 0.05$)

ในขณะที่การใช้สารผสมที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่กับแซนทอกซีลินที่สกัดได้ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm เปรียบเทียบกับน้ำกลั่นในการทดสอบผลต่อความยาวรากของผักโขมในระยะเวลา 7 วัน พบว่า สารผสมทุกชนิดต่างให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความยาวรากของผักโขม และสารผสม b (ซินนามิก แอซิด) c (แซนทอกซีลิน) ab (ไซโรนจิก แอซิด + ซินนามิก แอซิด) bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซีลิน) ให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้โดยสมบูรณ์ และสารผสม ac bd cd abc abd bcd และ abcd เป็นสารผสมกลุ่มที่ให้ผลการทดลองไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมในกลุ่มแรก (รูปที่ 4.54)



รูปที่ 4.54 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวรากของผักโขมในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในงานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p = 0.05)

เมื่อพิจารณาความยาวรวม พบว่า สารผสมทุกชนิดที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm นั้นให้ผลการทดลองที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงต้นผักโขมในน้ำกลั่น โดยสารผสม b (ซินนามิก แอซิด) c (แซนทอกซีลิน) และ bc (ซินนามิก แอซิด + แซนทอกซีลิน) ให้ผลการยับยั้งความยาวรวมได้โดยสมบูรณ์ และสารผสม ac cd abc abd bcd และ abcd ให้ผลการยับยั้งที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับสารผสมในกลุ่มแรก (รูปที่ 4.55)



รูปที่ 4.55 ค่าเฉลี่ยของสารผสมที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อความยาวรวมของผักโขมในวันที่ 7 หลังการเพาะเมล็ดในจานเพาะทดลอง ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากทวิวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT ($p = 0.05$)

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

การศึกษาดังกล่าวของสารสกัดย่อยส่วนต่าง ๆ ในชั้นเอทิล อะซีเตตจากผลกำจัดต้นที่ระดับความเข้มข้น 0 1000 2000 4000 ppm ที่มีต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ 5 ชนิดด้วยกันคือ มะเขือเทศ หนุ่ยข้าวนก ผักโขม ไมยราบและผักกวางตุ้ง โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบพบว่า สารสกัดย่อยในส่วนที่ 9-14 ให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบทั้ง 5 ชนิดได้มากกว่าสารสกัดย่อยในส่วนที่ 1-8 โดยเฉพาะสารสกัดในส่วนที่ 10 ซึ่งสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดมะเขือเทศ ผักโขม และไมยราบได้อย่างสมบูรณ์ การเพิ่มระดับความเข้มข้นมีผลให้การงอกของเมล็ดพืชทดสอบลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทำนองเดียวกันกับการใช้สารสกัดย่อยในส่วนที่ 9-14 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทั้งความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวมรวมทั้งน้ำหนักแห้งได้มากกว่าสารสกัดในส่วนที่ 1-8

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทดลองที่ 5.1 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นต่อการงอกของพืชทดสอบ

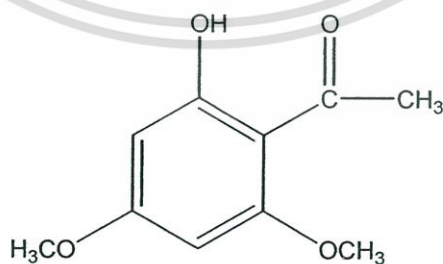
พืชที่ใช้ทดสอบ	สารสกัดย่อยส่วนที่ออกฤทธิ์	ระดับความเข้มข้นที่ออกฤทธิ์	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้งสอง
1. มะเขือเทศ	ส่วนที่ 10 และ 15	1000 ppm ขึ้นไป	สารสกัดย่อยที่ 9-14 1000 ppm ขึ้นไป
2. หนุ่ยข้าวนก	ส่วนที่ 11	1000 ppm ขึ้นไป	สารสกัดย่อยที่ 14 1000 ppm ขึ้นไป
3. ผักโขม	ส่วนที่ 10 และ 15	1000 ppm ขึ้นไป	สารสกัดย่อยที่ 9-13 และ 15 1000 ppm ขึ้นไป
4. ไมยราบ	ส่วนที่ 9-13	1000 ppm ขึ้นไป	สารสกัดย่อยที่ 9-13 1000 ppm ขึ้นไป
5. ผักกวางตุ้ง	ส่วนที่ 11	1000 ppm ขึ้นไป	สารสกัดย่อยที่ 11 1000 ppm ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการทดลองที่ 5.1 การศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดย่อยจากผล
กำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

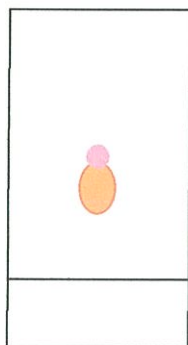
พืชที่ใช้ทดสอบ	สารสกัดย่อยส่วนที่ออกฤทธิ์	ระดับความเข้มข้นที่ออกฤทธิ์	สารสกัดย่อยส่วนที่ออกฤทธิ์
มะเขือเทศ	ต้น , ราก , รวม : 10-13	1000 ppm ขึ้นไป	ต้น , ราก , รวม : 9-14
หญ้าข้าวนก	ต้น : 11-13 ราก : 9-14 รวม : 11 , 13	1000 ppm ขึ้นไป	ต้น : 9-14 ราก : 10-15 รวม : 9-14
ผักโขม	ต้น : 10 , 11 , 15 ราก : 11 , 12 , 15 รวม : 10 , 11 , 15	1000 ppm ขึ้นไป	ต้น : 10 , 11 , 15 ราก : 11 , 12 , 15 รวม : 10 , 13 , 15
ไมยราบ	ต้น , ราก , รวม : 9-14	1000 ppm ขึ้นไป	ต้น , ราก , รวม : 9-14
ผักกวาดุ้ง	ต้น , ราก , รวม : 9-11	1000 ppm ขึ้นไป	ไม่มีผลใด ๆ

หลังจากนำสารสกัดย่อยในส่วนที่ 10 มาแยกและพิสูจน์เอกลักษณ์ของสารพบว่าเป็นสารในกลุ่มอนุพันธ์ของฟีนอลิก ชื่อ Xanthoxylin (1-(2-hydroxy-4,6-dimethoxyphenyl)-ethanone) น้ำหนักโมเลกุลเป็น 196 มีปริมาณ 6.717 % โดยน้ำหนักของสารสกัดหยาบในชั้นเอทิล อะซีเตต มีลักษณะเป็นผลึกสีขาว มีกลิ่นเฉพาะตัวจุดหลอมเหลวประมาณ 80.4 °C R_f มีค่าเท่ากับ 0.525 (ใช้ระบบตัวทำละลายคือ 100 % CH₂Cl₂ + 3 หยดของ 2 - butanol) มีโครงสร้างดังนี้

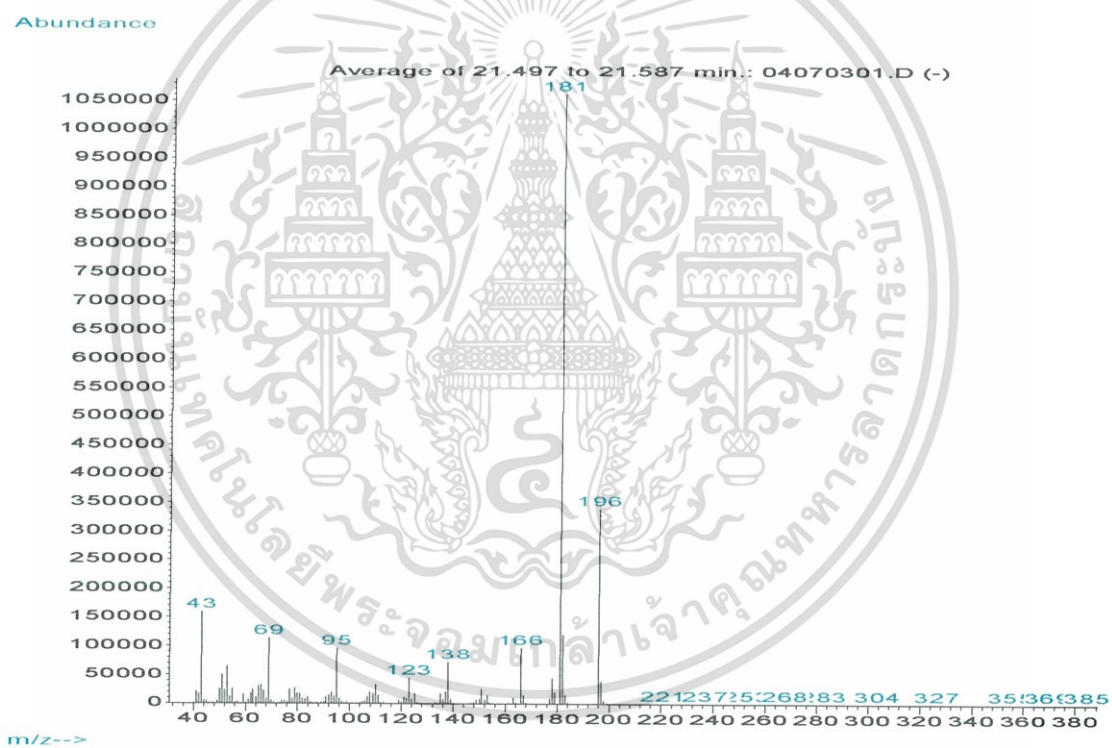


รูปที่ 5.1 Xanthoxylin (M.W. = 196)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 ทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี (TLC) ของสารสกัดในชั้นที่ 10 (spot สีส้มคือแซนโทกซีลิน)



รูปที่ 5.3 Mass spectrum ของแซนโทกซีลิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดง ^1H -NMR ของแซนโทกาลีดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของแซนโทกซีลินจาก ^1H NMR spectra

Chemical shift	Splitting	Number of proton	Function group
14.00	Singlet	1	ฟีนอลิก โปรตอนที่เกิด H-bond
6.00	Doublet	2	โปรตอนของวงเบนซีนที่มีหมู่แทนที่ 4 หมู่
3.85 , 3.80	Singlet	6	หมู่เมทอกซี 2 หมู่ที่เกาะกับวงเบนซีน
2.60	Singlet	3	หมู่ เมทิล คีโตน (-CO-CH ₃)

ตารางที่ 5.4 แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของสารด้วย Mass Spectra

มวลต่อประจุ (m/z)	ผลการวิเคราะห์
196	สารมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 196 g/mol
181	หมู่ methyl ของ Ketone
138 , 123 , 95	หมู่ methoxy 2 หมู่หลุด

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า สารสกัดย่อยในส่วนที่ 9-14 มีผลต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบทั้ง 5 ชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งพืชทดสอบทั้งหมดต่างเป็นตัวแทนของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหญ้าข้าวฉ่ำซึ่งถือเป็นวัชพืชร้ายแรงและเป็นปัญหาใหญ่ในปัจจุบันกับเกษตรกรที่ทำนาข้าวจึงเป็นจุดสนใจที่จะนำพืชทดสอบชนิดนี้ไปทดสอบในการทดลองขั้นต่อไป

5.2 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Water Culture test

การศึกษาการเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินที่สกัดได้จากสารสกัดย่อยส่วนที่ 10 ในชั้นเอทิล อะซีเตตจากผลกำจัดต้นที่ระดับความเข้มข้น 0 25 50 100 200 400 และ 800 ppm ที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้แก่ ข้าว และหญ้าข้าวฉ่ำโดยวิธี Water Culture test และใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบพบว่า การเพิ่มระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลินไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าว ส่วนในกรณีของหญ้าข้าวฉ่ำก็มีผลยับยั้งการงอกอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับความเข้มข้น 800 ppm ส่วนในด้านการเจริญเติบโตพบว่า ต้นกล้าข้าวที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm ได้รับผลทางด้านการยับยั้งความยาวราก เช่นเดียวกับในด้านความยาวรวมที่มีผลการยับยั้งอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ส่วนในด้านความยาวต้นนั้นไม่ได้รับผลใด ๆ จากการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารทดสอบ ในกรณีของหญ้าข้าวานั้นปรากฏว่าความยาวต้นของพืชทดสอบไม่มีผลการยับยั้งการเจริญเติบโตเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลิน ในทางตรงกันข้ามการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารทดสอบส่งผลอย่างมีนัยสำคัญต่อหญ้าข้าวในด้านการยับยั้งความยาวรากและความยาวรวมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแซนโทกซีลินที่สกัดได้จากผลกำจัดต้นนั้น ส่งผลต่อเมล็ดข้าวในด้านการเจริญเติบโตมากกว่าการงอกของเมล็ดข้าว ส่วนในกรณีของหญ้าข้าววนก ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดคือ 800 ppm จึงมีผลต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าววนก จากข้อสังเกตดังกล่าวจึงเป็นข้อมูลในการนำไปประยุกต์ใช้ในการควบคุมวัชพืชในนาข้าวของเกษตรกรได้ โดยอาจนำแซนโทกซีลินที่ระดับความเข้มข้นสูงใช้ในระยะเวลาแรกของการหว่านเมล็ดข้าวเพื่อกำจัดหญ้าข้าววนกในบริเวณที่ต้องการทำการเพาะปลูก แต่ทั้งนี้ปริมาณของแซนโทกซีลินที่หลงเหลืออยู่ในนาข้าวอาจส่งผลต่อเมล็ดข้าวได้ด้วยเมื่อเมล็ดข้าวเริ่มงอกและเจริญเติบโตขึ้นมา

ตารางที่ 5.5 แสดงผลการทดลองที่ 5.2 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Water Culture test

พืชทดสอบที่ใช้	ผลการทดลอง
ข้าว	การงอก : ไม่มีผลต่อการงอก การเจริญเติบโต : ต้น – ไม่มีผลใด ๆ ราก – ที่ 25 ppm ขึ้นไป รวม – ที่ 50 ppm ขึ้นไป
หญ้าข้าววนก	การงอก : ที่ 800 ppm การเจริญเติบโต : ต้น – ไม่มีผลใด ๆ ราก – ที่ 800 ppm รวม – ที่ 200 ppm ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาเรื่องฤทธิ์ทางอัลลีโลพาทีของแซนทอกซีลินที่สกัดได้จากผลกำจัดต้นนั้นแสดงให้เห็นว่าสารในกลุ่มฟีนอลิก แอซิดเป็นสารที่ออกฤทธิ์ทางด้านอัลลีโลพาทีได้อย่างชัดเจน ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Jack [119] ที่กล่าวถึงสารในกลุ่มนี้ว่า สารในกลุ่มฟีนอลิกให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบที่ทดลองในห้องปฏิบัติการที่ได้รับการควบคุมได้อย่างเป็นอย่างดี นอกจากนี้ Cotton และคณะ [120] ได้กล่าวไว้ในงานวิจัยว่าเมล็ดข้าวฟ่างถูกยับยั้งการเจริญเติบโตและการปริมาณน้ำในเมล็ดโดยสารสกัดจาก velvet leaf (*Abutilon theophrasli* Medic.) ผลในด้านสมดุลของน้ำเป็นผลจากสารในกลุ่มฟีนอลิก แอซิดหรือคูมาริน ในทำนองเดียวกัน Patterson [121] รายงานว่า ทรานซินนามิก แอซิด พารา - คูมาริก แอซิด วานิลิก แอซิด แคฟเฟอิก แอซิด และแกลลิก แอซิดลดอัตราการสังเคราะห์แสงของถั่วเหลือง (*Glycine max* L.) ได้อย่างสมบูรณ์ ถั่วเหลืองที่ทดสอบโดยแคฟเฟอิก แอซิด และแกลลิก แอซิดมีผลต่อใบของถั่วเหลืองชัดเจนกว่าสารชนิดอื่น และงานของ Onwugbuta [122] เกี่ยวกับสารสกัดจากใบและรากของต้น *Chromolaena Odorata* L. ต่อการเจริญเติบโตและการดูดซึมน้ำทางใบของ *Lycopersicon esculentum* Mill. สนับสนุนว่าผลต่อการขาดน้ำที่มาจากสารสกัดจากพืชชนิดนี้อาจเป็นผลจากสารในกลุ่มฟีนอลิก แอซิดและสารอัลลีโลเคมีคัลตัวอื่น ๆ เช่นกัน เนื่องจากกลไกในการทำงานของสารเป็นการรบกวนระบบการรักษสมดุลของน้ำภายในเมล็ดพืชทดสอบ

5.3 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Agar Test

จากการศึกษาผลของการเพิ่มระดับความเข้มข้นของแซนทอกซีลินที่ระดับความเข้มข้น 0 50 200 400 ppm ต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้แก่ ข้าวพบว่า การเพิ่มระดับความเข้มข้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้า 3 ด้านด้วยกันคือ ในด้านความยาวต้น ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 200 ppm ขึ้นไปให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ความยาวรากและความยาวรวม สารทดสอบเริ่มยับยั้งการเจริญเติบโตตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 50 ppm ขึ้นไป โดยแซนทอกซีลินที่ระดับความเข้มข้น 400 ppm สามารถยับยั้งความยาวต้น ความยาวราก ความยาวรวมและน้ำหนักแห้งได้ 74.12 93.57 82.90 และ 46.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำกลั่น

ตารางที่ 5.6 แสดงผลการทดลองที่ 5.3 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อ การเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบด้วยวิธี Agar Test

ผลต่อการเจริญเติบโตของข้าว	ระดับความเข้มข้นที่ยับยั้งการเจริญเติบโตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
ความยาวต้น	200 ppm ขึ้นไป
ความยาวราก	50 ppm ขึ้นไป
ความยาวรวม	50 ppm ขึ้นไป

ในการศึกษาถึงฤทธิ์ของสารอัลลีโลพาที่ที่สกัดได้จากผลกำจัดต้นนี้แสดงให้เห็นว่า สารในกลุ่มฟีนอลิกนี้มีฤทธิ์ทางการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ดีในระดับหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Chung และคณะ [123] ที่ทำการทดสอบสารอัลลีโลพาที่จำนวน 23 ชนิดที่สกัดได้จากข้าว (*O. sativa* L.) โดยในการทดสอบเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารอัลลีโลเคมีคัลจาก 10^{-5} ถึง 10^{-3} โมลาร์ทำให้ผลการยับยั้งดียิ่งขึ้น และสารที่ออกฤทธิ์ในการยับยั้งการงอก ซะล่อัตรการงอก น้ำหนักแห้ง ล้วนเป็นสารในกลุ่มฟีนอลิกทั้งสิ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่ง พารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด ที่ระดับความเข้มข้น 10^{-3} โมลาร์ pH 4.1 เช่นเดียวกับ Tran และคณะ [124] ที่ศึกษาถึงศักยภาพทางอัลลีโลพาที่ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของสะเดาที่มีต่อพืชปลูกและวัชพืชหลายชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่น ข้าว (*O. sativa*) และหญ้าข้าวนก (*E. crus-galli*) จากการทดสอบทางดินและการทดสอบทางชีวภาพ จากนั้นจึงนำเปลือกและใบของ neem มาทำการแยกและพิสูจน์โครงสร้างพบว่าสาร 6 ชนิดที่ตรวจพบเป็นสารกลุ่มในกลุ่มฟีนอลิก ได้แก่ แคฟเฟอิก แอซิด แกลลิก แอซิด เบนโซอิก แอซิด พารา-คูมาริก แอซิด พารา-ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด วานิลิก แอซิด และ ทราน-ซินนามิก แอซิด นอกจากนี้ผลการทดลองยังแสดงให้เห็นถึงการเลือกทำลายของสารต่อพืชทดสอบแต่ละชนิด และการเพิ่มระดับความเข้มข้นช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งให้สูงขึ้น งานวิจัยอีกชิ้นหนึ่งที่สอดคล้องกับผลการทดลองคือ งานของ Chi และคณะ [125] ซึ่งได้ทำการศึกษามลของสารอัลลีโลเคมีคัล 3 ชนิดด้วยกันคือ ฮอโท-ไฮดรอกซิลฟีนิล อะซีติก แอซิด เฟอรูริก แอซิด และ พารา-คูมาริก แอซิดต่อการยับยั้งการสร้างคลอโรฟิลล์ในข้าว โดยปลูกทดสอบในสารละลายที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ 25 50 และ 100 ppm ซึ่งผลปรากฏว่า เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารทดสอบ ยิ่งลดระดับ การสร้างคลอโรฟิลล์ในใบข้าวลง โดยลำดับประสิทธิภาพของสารแต่ละตัวสรุปได้เป็น เฟอร์ริก > พารา - คูมาริก > ออโท - ไฮดรอกซิลฟีนอล อะซีติก แอซิด

จากผลการทดลองในเรื่องระดับความเข้มข้นนี้พบว่า ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ทดสอบเพิ่มมากขึ้นเมื่อระดับความเข้มข้นของแซนโทกซีลีนเพิ่มสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามการใช้ สารทดสอบที่ระดับความเข้มข้นต่ำมีผลให้พืชทดสอบบางชนิดมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ซึ่ง สอดคล้องกับรายงานของ Einhellig [126] ที่กล่าวว่าสารอัลลีโลพาทีจะมีผลในการกระตุ้นหรือ ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับระดับความเข้มข้นของสารนั้น ๆ โดยสารอัลลีโลพาทีที่มี ความเข้มข้นต่ำจะมีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโต [127] และสอดคล้องกับผลการศึกษาค ศึกษภาพทางด้านอัลลีโลพาทีของพืชชนิดต่าง ๆ เช่น สารสกัดจาก common lambsquarters [128] สารสกัดจาก mesquite [129] สารสกัดจาก *Echinacea angustifolia* [130] สารสกัดจาก หญ้าไฆมุก [131] สารสกัดจากยูคาลิปตัส (*Eucalyptus globulus* Labill.) [132] สารสกัดจากปอ กระเจา (*Corchorus capsularis*) [133] สารสกัดจากใบบัวตอง [134] สารสกัดจากมะเขือเทศ [135] และสารสกัดจากหญ้าแพรก [136] สารสกัดจากใบประยงค์ [137] สารสกัดจากใบ มะฮอกกานี [138] สารสกัดจากใบเลี่ยน [139] เป็นต้น ซึ่งสารสกัดจากพืชเหล่านี้ล้วนมีศักยภาพ ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้นเมื่อใช้สารสกัดที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น

5.4 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลีนจากผลกำจัดต้นต่อ การ เจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ

จากการศึกษาผลของแซนโทกซีลีนจากผลกำจัดต้นต่อ การเจริญเติบโตของต้นกล้าพืช ทดสอบได้แก่ ต้นกล้าข้าว ด้วยวิธีการจุ่มใบและรากของพืชทดสอบลงในสารทดสอบที่ระดับความ เข้มข้น 50 100 200 และ 400 ppm โดยในช่วง 3 วันแรกของการทดสอบยังไม่มีผลใด ๆ แต่ ในช่วงวันที่ 3 - 5 พบว่าความยาวต้นข้าวที่ใช้วิธีการจุ่มรากในสารทดสอบมีความยาวสั้นกว่า ความยาวต้นข้าวที่ใช้วิธีการจุ่มใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยความยาวต้นของวิธีการจุ่มรากใน สารทดสอบลดลงเป็น 20.68 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับความยาวต้นของวิธีการจุ่มใบ ใน ทำนองเดียวกันความยาวต้นข้าวในวันที่ 5-7 ซึ่งใช้วิธีการจุ่มรากในสารทดสอบมีความยาวสั้นกว่า ความยาวต้นข้าวที่นำไปจุ่มใบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน โดยความยาวต้นของวิธีการจุ่ม รากลดลงเป็น 4.73 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับความยาวต้นของวิธีการจุ่มใบ และการเพิ่ม

ระดับความเข้มข้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าว เมื่อพิจารณาความยาวราก ความยาวรวม และน้ำหนักแห้งเมื่อครบกำหนดการทดลองแล้วนั้น ในด้านของวิธีการทดสอบปรากฏว่าวิธีการจุ่มรากลงในสารทดสอบให้ผลยับยั้งการเจริญเติบโตดีกว่าวิธีการจุ่มใบลงในสารทดสอบ ยกเว้นในส่วนชั่งน้ำหนักแห้งที่ผลเป็นตรงกันข้าม ในด้านระดับความเข้มข้นที่ใช้ไม่มีผลใด ๆ ต่อความยาวราก ในทางตรงกันข้าม ความยาวรวมและน้ำหนักแห้งต่างได้รับผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากระดับความเข้มข้นของสารที่ใช้ที่ 50 และ 100 ppm โดยสามารถยับยั้งได้ 7.94 และ 10.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากการทดลองดังกล่าวข้างต้นเกี่ยวกับการศึกษาการดูดซึมสารทดสอบของพืชทดสอบ ได้แก่ต้นกล้าข้าว นั้นผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ต้นกล้าข้าวสามารถดูดซึมแชนทอกซีลินเข้าทางรากได้ดีกว่าทางใบ ทั้งนี้ในการนำไปประยุกต์ใช้อาจนำไปฉีดพ่นในบริเวณที่ทำการเพาะปลูกโดยเน้นที่บริเวณรากของพืชปลูกหรือวัชพืชที่ต้องการควบคุม

ตารางที่ 5.7 แสดงผลการทดลองที่ 5.4 การเปรียบเทียบผลของแชนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อ การเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ (ในด้านความยาวต้น)

วันที่ทำการทดสอบ	ผลการทดลอง
วันที่ 1-3	ไม่มีผลใด ๆ
วันที่ 3-5	วิธีการทดสอบ : จุ่มรากดีกว่าใบ ระดับความเข้มข้น : 200 ppm ขึ้นไป ปฏิสัมพันธ์ : 100 ppm รากและใบเริ่มยับยั้ง 200 ppm ราก - 14.16 % ใบ - 15.14
วันที่ 5-7	วิธีการทดสอบ : จุ่มรากดีกว่าใบ ระดับความเข้มข้น : 100 ppm ขึ้นไป ปฏิสัมพันธ์ : 400 ppm รากและใบเริ่มยับยั้ง ราก - (-)6.67 % ใบ -(+) 24.04 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าแซนทอกซีลินมีลักษณะการทำงานหรือการออกฤทธิ์โดยผ่านทาง การดูดซึมทางรากที่คล้ายคลึงกับลักษณะการทำงานของสารกำจัดวัชพืชที่ใช้กันในปัจจุบันหลายชนิด ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Rodrigo และคณะ [140] ที่ศึกษาเกี่ยวกับการดูดซึมสารกำจัดวัชพืช ไกลโฟเสททางรากโดยเมล็ดข้าวโพดและพบว่าปริมาณสารที่ถูกพืชดูดซึมเข้าไปทางรากมีผลต่อน้ำหนักสดของต้นกล้าข้าวโพด ซึ่งให้ผลทั้งทางด้านการกระตุ้นการเจริญเติบโตที่ปริมาณต่ำ และการยับยั้งการเจริญเติบโตโดยแสดงผลทางใบใหม่ที่งอกออกมา เมื่อได้รับสารปริมาณมากขึ้นโดยการดูดซึมทางราก เช่นเดียวกันกับการทดลองของ Bovey และคณะ [141] ที่ทดสอบการทำงานของสาร picloram triclopyr และ clopylarid ทั้งทางใบและทางราก เมื่อครบ 30 วันจึงนำมาตรวจหาปริมาณสารและพบสารปริมาณมากในเซลล์เนื้อเยื่อของรากมากกว่าการฉีดพ่นทางใบ

ตารางที่ 5.8 แสดงผลการทดลองที่ 5.4 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อ การเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการจุ่มใบและรากลงในสารทดสอบ

ความยาวราก	วิธีการทดสอบ : จุ่มรากดีกว่าใบ ระดับความเข้มข้นที่ใช้ : ไม่มีผลใด ๆ ปฏิสัมพันธ์ : ไม่มีผลใด ๆ
ความยาวรวม	วิธีการทดสอบ : จุ่มรากดีกว่าใบ ระดับความเข้มข้นที่ใช้ : 50 ppm ขึ้นไป ปฏิสัมพันธ์ : 400 ppm รากยับยั้ง 12.70 % เทียบกับใบ
น้ำหนักแห้ง	วิธีการทดสอบ : จุ่มใบดีกว่าราก ระดับความเข้มข้นที่ใช้ : 100 ppm ขึ้นไป ปฏิสัมพันธ์ : ไม่มีผลใด ๆ

ส่วน Mayeux และคณะ [142] ได้ศึกษาระบบการทำงานของสารกำจัดวัชพืช picloram ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ในกระถางที่ปลูกในเรือนกระจก โดยปลูกพืชทดสอบได้แก่ ต้น Lindheimer เป็นระยะเวลา 30 วันร่วมกับการใช้สารกำจัดวัชพืชไปพร้อมกัน จากนั้นจึงย้ายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกในกระถางใหม่และนำดินที่ปลูกไปตรวจสอบ พบว่ามีสารกำจัดวัชพืชในกระถางใหม่ที่ยังไม่ได้ใช้สารกำจัดวัชพืชปะปนอยู่ด้วยแต่ในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่ากระถางเก่า แสดงให้เห็นว่าพืชทดสอบได้ดูด picloram เข้าทางรากและปลดปล่อยออกมาเมื่อทำการย้ายกระถาง อย่างไรก็ตามเมื่อได้ทำการทดสอบไปเป็นระยะเวลา 6 เดือนทำให้สามารถสรุปได้ว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดนี้มีลักษณะการทำงานโดยการดูดซึมเข้าทางรากมากกว่าทางใบ นอกจากนี้ Chou และคณะ [143] ได้ทำการศึกษาดังสาร ฟินิล อะซีติก แอซิดและอนุพันธ์ของสารชนิดนี้จำนวนมากและสรุปได้ว่ามีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีโดยให้ความสำคัญถึงการปลดปล่อยสารชนิดนี้ออกมาทางรากและดูดซึมเข้าไปทางรากของต้นพืชอีกชนิดหนึ่ง ตัวอย่างเช่น อัลฟา เมททอกซีฟีนิลอะซีติก แอซิด (α - methoxyphenylacetic acid , MOPA) เป็นสารประกอบที่ทราบกันดีถึงฤทธิ์ทางด้านการกระตุ้นการเจริญเติบโตและเป็นที่น่าสนใจของ Preston และคณะ [144] จึงทำการทดสอบเพื่อหาผลสรุปว่าสารชนิดนี้ถูกปลดปล่อยออกจากรากของพืชที่ใช้สารทดสอบทางรากไปยังพืชอีกต้นหนึ่งที่ไม่ได้ใช้สารทดสอบได้หรือไม่ โดยใช้ MOPA กับพืชทดสอบกลุ่มหนึ่งโดยให้สารผ่านทางดิน และเมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์จึงถอนพืชทดสอบกลุ่มนั้นทิ้ง และปลูกพืชทดสอบชนิดเดียวกันกลุ่มใหม่ลงไปในบริเวณเดิม ปรากฏว่าพืชทดสอบกลุ่มใหม่ได้รับผลจากสาร MOPA ได้เช่นเดียวกับพืชทดสอบในกลุ่มแรก 2-3 วันหลังจากนั้น

5.5 การเปรียบเทียบผลของแซนทอกซิลินจากผลกำจัดต้นต่อ การเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง

จากการศึกษาเรื่องการเปรียบเทียบผลของแซนทอกซิลินจากผลกำจัดต้นที่ใช้ปริมาณสารต่อพื้นที่เป็น 0 10 20 40 80 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทดสอบได้แก่ ข้าว โดยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ปรากฏว่าในวันที่ 1-3 ปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ 10 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์เป็นต้นไปสามารถให้ผลการยับยั้งความยาวต้นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในวันที่ 3-5 ระดับปริมาณสารต่อพื้นที่ที่เริ่มยับยั้งความยาวต้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเป็น 20 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์เป็นต้นไป และในวันที่ 5-7 ระดับปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของในด้านความยาวต้นของพืชทดสอบได้อยู่ที่ 80 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์โดยสามารถยับยั้งได้ 92.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำกลั่น ในขณะที่หญ้าข้าวนก ในวันที่ 1-3 ได้รับผลจากสารทดสอบตั้งแต่ปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ 40 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ในวันที่ 3-5 พืชทดสอบไม่ได้รับผลใด ๆ จากแซนทอกซิลินที่ใช้ในทุกระดับความเข้มข้น ส่วนในวันที่ 5-7 นั้นปรากฏว่าความยาวต้นหญ้าข้าวนกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่ 10 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์เมื่อพิจารณาผลการเจริญเติบโตในด้านความยาวรากของต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล้าข้าวพบว่า ปริมาณสารต่อพื้นที่ตั้งแต่ 40 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ให้ผลการยับยั้งความยาวรากได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยปริมาณสารต่อพื้นที่ที่ 80 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ดีที่สุด ส่วนในกรณีของหญ้าข้าววกนั้นพืชทดสอบได้รับผลทางอัลลีโลพาที่ตั้งแต่ 10 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์เป็นต้นไป ในทางตรงกันข้าม น้ำหนักแห้งของต้นกล้าพืชทดสอบทั้งสองชนิดที่ตรวจวัดหลังการทดลองสิ้นสุดนั้นไม่ได้รับผลใด ๆ จากการใส่สารแซนโทกซีลินกับพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบในกระถางจำลองนี้

ตารางที่ 5.9 แสดงผลการทดลองที่ 5.5 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง

พืชทดสอบ	ข้าว	หญ้าข้าววก
ความยาวต้น	วันที่ 1-3 : 10 kg/ha วันที่ 3-5 : 20 , 80 kg/ha วันที่ 5-7 : 80 kg/ha	วันที่ 1-3 : 40 kg/ha วันที่ 3-5 : ไม่มีผลใด ๆ วันที่ 5-7 : 80 kg/ha
ความยาวราก	40 kg/ha 80 kg/ha ยับยั้งมากที่สุด - 100 %	10 kg/ha 80 kg/ha ยับยั้งมากที่สุด - 100 %
ความยาวรวม	20 kg/ha 80 kg/ha ยับยั้งมากที่สุด - 96.25 %	10 kg/ha 80 kg/ha ยับยั้งมากที่สุด - 96.25 %
น้ำหนักแห้ง	ไม่มีผลใด ๆ	ไม่มีผลใด ๆ

จากการทดลองการเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถางจำลอง แสดงให้เห็นว่าแซนโทกซีลินสามารถให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้แก่ ข้าวและหญ้าข้าววกได้ดีในระดับหนึ่ง โดยมีการทดลองหนึ่งที่ที่น่าสนใจโดยที่มคณะผู้วิจัยของ Preston และคณะ [144] คือการทดสอบอัลฟา เมทโทกซีฟีนิลอะซีติก แอซิด (α -methoxyphenylacetic acid) กับพืชทดสอบ 5 ชนิดด้วยกันได้แก่ ทานตะวัน แดงกวา snap bean buckwheat ฝ้าย และข้าวโพด โดยทดสอบสารผ่านทางรากของพืช 1 ชนิดที่ปลูกร่วมกันในกระถางเดียว สลับกันไป 5 กระถางผลผลปรากฏว่า MOPA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการถ่ายเทระหว่างพืชแต่ละชนิดในแต่ละกระถางได้ แสดงให้เห็นว่าสารที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่ชนิดนี้สามารถถ่ายเทและส่งผลกันทางระบบราก เช่นเดียวกับกับ Linder และคณะ [145] ซึ่งได้ทดสอบสาร 2,3,6-ไตรคลอโรเบนโซอิก แอซิด และ 2,3,5,6-เตตระคลอโรเบนโซอิก แอซิด โดยให้สาร 2 ชนิดนี้ผ่านทางใบ หรือกิ่งของ bean plant พืชทดสอบจะดูดซับ ถ่ายเทและปลดปล่อยออกทางรากลงสู่ดิน และถูกดูดซับโดยรากของพืชข้างเคียงและส่งผลต่อพืชที่ไม่ได้ทดสอบสารเหล่านั้น นอกจากนั้นผลการทดสอบยังแสดงให้เห็นว่าสารทดสอบไม่ได้สลายไปจากการระเหยหรือการแพร่กระจายไปทั่วในอนุภาคของดิน การทดลองที่สนับสนุนการออกฤทธิ์ของสารอัลลีโลพาที่ผ่านทางรากคือ งานของ Foy และคณะ [146] ที่ทดสอบสาร 2-เมทอกซี-3,6-ไดคลอโรเบนโซอิก แอซิด (dicamba) 2-เมทอกซีไดคลอโรเบนโซอิก แอซิด 2,3,6-ไตรคลอโรเบนโซอิก แอซิด ว่ามีการถ่ายเทไปยังรากของต้นถั่ว ปลดปล่อยออกจากรากของถั่วที่ได้รับสาร และดูดซึมเข้าไปทางรากสู่พืชทดสอบที่อยู่ใกล้เคียงกัน ปริมาณน้อยที่สุดที่ทำให้เกิดผลต่อพืชทดสอบใกล้เคียงคือ 2.2 μg การทดสอบครั้งนี้ได้ทำในวัสดุปลูกที่เป็นดินทรายและสารละลายแร่ธาตุของพืช

5.6 การตรวจวัดปริมาณสารตกค้างของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นในระยะเวลา 1 เดือน

จากการศึกษาการตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของแซนโทกซีลินโดยพิจารณาว่าการใช้สารในปริมาณต่อพื้นที่เป็น 20 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์นั้นเป็นปริมาณสารที่น้อยที่สุดที่สามารถให้ผลการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวและหญ้าข้าวนกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อครบกำหนด 7 14 21 และ 28 วันและนำดินที่ปลูกในบีกเกอร์ในกระถางจำลองไปทำการสกัดแยกสารที่เหลืออยู่ในดิน โดยใช้ตัวทำละลายเป็น เอทิล อะซีเตต หลังจากสกัดได้เป็นสารละลายนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ – แมสสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าแซนโทกซีลินที่สกัดได้จากผลกำจัดต้นนั้นมีปริมาณสารที่ลดลงเมื่อระยะเวลาการทดสอบสารเพิ่มมากขึ้น โดยในวันที่ 7 มีปริมาณสารอยู่ที่ระดับความเข้มข้น 1.43 ppm และลดลงเหลือ 1.11 ppm หลังจากผ่านไป 7 วัน (วันที่ 14) ส่วนวันที่ 21 และ 28 นั้นไม่สามารถตรวจพบแซนโทกซีลินจากสารละลายที่สกัดโดยเอทิล อะซีเตต จากดินที่ใช้ในการทดสอบ ดังนั้นจากผลการทดสอบและวิเคราะห์เบื้องต้นนี้ทำให้สรุปได้ว่าแซนโทกซีลินที่อยู่ในสภาพแวดล้อมสามารถย่อยสลายได้ในช่วงระยะเวลา 14 – 21 วัน

จากการทดลองเรื่องปริมาณสารตกค้างของแซนโทกซีลินที่สกัดได้จากผลกำจัดต้นซึ่งนำมาทดสอบในกระถางจำลองที่ระดับปริมาณสารต่อพื้นที่ 20 kg/ha ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับรายงานการวิจัยของ Tsutomu [147] ซึ่งศึกษาถึงปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารฟีนอลิกในดินและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจสอบปริมาณสารภายในดินตามลำดับ ดินที่ใช้จะถูกทดสอบด้วยสารละลายของสารในกลุ่ม ฟีนอลิก เป็นเวลา 18 ชม.ที่ระดับความเข้มข้น 0.25 มิลลิโมลต่อลิตร ผลการทดลองสรุปว่า ลำดับของการออกซิไดส์สารในกลุ่มนี้เป็น 3,4 -ไดไฮดรอกซี > 4-ไฮดรอกซี-3-เมทอกซี > 4-ไฮดรอกซี เท่ากันกับ 2-ไฮดรอกซี-เบนโซอิกและซินนามิก แอซิดและแสดงให้เห็นว่า การย่อยสลายของสารฟีนอลิกเกิดในกระบวนการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากสารตั้งต้นคือฟีนอลิกไปเป็น เมทอลออกไซด์ที่ทีมงานผู้วิจัยได้สรุปผลการทดลองว่าปฏิกิริยาการย่อยสลายสารฟีนอลิกนี้เป็นสิ่งที่จำกัดระบบการทำงานของสารอัลลิโลเคมีคัลและเป็นตัวบ่งชี้การควบคุมในระบบการกำจัด วัชพืชด้วยสารอัลลิโลพาที่ แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารกลุ่มนี้ยังมีผลในระยะแรกของการงอกของ เมล็ดวัชพืช จึงทำให้สารในกลุ่มฟีนอลิกยังมีบทบาทสำคัญในการควบคุมวัชพืชเช่นเดิม อีกการทดลองหนึ่งที่น่าสนใจคือการศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ในการย่อยสลายซากพืชในดินของ Dean [148] โดยผู้วิจัยได้ทำการเติมซากพืชที่ได้ตรวจสอบปริมาณของสารฟีนอลิกมาก่อนหน้านี้แล้วลงไปในดิน 2 ประเภทด้วยกันคือ กลุ่มที่มีสารฟีนอลิกในปริมาณมากและกลุ่มที่มีสารฟีนอลิกใน ปริมาณน้อย (high and low content) ใช้ระยะเวลาในการบ่มดินเป็นเวลา 84 วันหลังจากนั้นจึง นำดินมาตรวจวัดหา MWD (mean weight diameter) พบว่าคาร์บอนที่เหลืออยู่ในดินจากการ ย่อยสลายนั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณของสารฟีนอลิกก่อนการทดลอง และการย่อยสลายของ จุลินทรีย์ในดินนั้นถูกกระตุ้นมีอัตราเพิ่มมากขึ้นจากสารฟีนอลิกที่อยู่ในดินเนื่องจากการเพิ่มของ ปริมาณสารวานิลินหรือวานิลิก แอซิดในดินที่จุลินทรีย์ปลดปล่อยออกมาหลังกระบวนการย่อย สลาย

5.7 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้น และสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลิโลพาที่อื่น ๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโต ของเมล็ดพืชทดสอบ

จากการเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มี ฤทธิ์ทางอัลลิโลพาที่อื่น ๆ ได้แก่

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

ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบได้แก่ ข้าวและผักโขม โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ปรากฏว่าสารผสมของไซรินจิก แอซิด ซินนามิก แอซิด และ

แซนโทกซีลิน ให้ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าวได้อย่างสมบูรณ์ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm เมื่อเปรียบเทียบกับสารพืชน้ำกลั่น และซินนามิก แอซิด สารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดกับแซนโทกซีลิน และสารทั้ง 4 ชนิดผสมกัน ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm นั้นสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักโขมได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับสารพืชน้ำกลั่น

ในด้านการเจริญเติบโต จากการเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ในกรณีของต้นกล้าข้าว ปรากฏว่าสารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดและแซนโทกซีลินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวได้แก่ ความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวมได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับสารพืชน้ำกลั่น ส่วนในกรณีของต้นกล้าผักโขม สารซินนามิก แอซิด แซนโทกซีลินและสารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดกับแซนโทกซีลิน ให้ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ น้ำกลั่น

ตารางที่ 5.10 แสดงผลการทดลองที่ 5.7 การเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่อื่น ๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบ

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

- กำหนดให้ 1. ไซรินจิก แอซิด (Syringic acid) เป็นสาร a
2. ซินนามิก แอซิด (Cinnamic acid) เป็นสาร b
3. แซนโทกซีลิน (Xanthoxylin) เป็นสาร c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

จากการทดสอบสารอัลลีโลพาที่ที่พบในธรรมชาติ 4 ชนิดได้แก่ พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด ซินนามิก แอซิด แซนโทกซีลินและ ไซรินจิก แอซิด จากการนำมาในรูปของสารบริสุทธิ์และ สารผสม 2 และ 3 ตัวด้วยกัน ทำให้เราทราบว่า สารในกลุ่มฟีนอลิกนี้สามารถเพิ่มฤทธิ์ในด้าน การสนับสนุนผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ งานวิจัยที่สนับสนุนผลการทดลองใน ลักษณะเดียวกันนี้คืองานของ Manievel และคณะ [149] ได้ทำการศึกษาถึงการยับยั้งพืชชนิด เดียวกันของข้าวฟ่าง โดยทางที่คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสารสกัดจากดินที่ปลูกข้าวฟ่างและ พบว่ามีองค์ประกอบเป็นสารประกอบในกลุ่มฟีนอลิกเป็นจำนวนมากเช่น พารา – ไฮดรอกซีเบนโซอิก แอซิด พารา – คูมาริก แอซิด จากนั้นจึงนำมาทดสอบกับเมล็ดถั่วในน้ำ สารสกัดน้ำจากดิน สารบริสุทธิ์ในกลุ่มฟีนอลิกแต่ละชนิด สารผสมของสารในกลุ่มฟีนอลิก ผลการทดลองปรากฏว่า สารสกัดน้ำจากดิน และสารผสมของสารในกลุ่มฟีนอลิกที่ให้ผลการยับยั้งคล้ายคลึงกันและ มากกว่าสารในวิธีการทดสอบอื่น ๆ แต่ยังไม่พบความแตกต่างมากนักระหว่างสารทั้งสองชนิดนี้ เช่นเดียวกันกับงานของ Peirce [150] ซึ่งทำงานเกี่ยวกับการทดสอบสารซินนามิก แอซิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของ *asparagus* (*Asparagus officinalis* L.) ซึ่งพืชชนิดนี้ปลดปล่อยสารที่ยับยั้ง การเจริญของพืชชนิดเดียวกันเอง จากการเหนี่ยวนำให้เกิดเชื้อรา *Fusarium* โดยการทดสอบถูก ออกแบบให้ใช้เฟอรูริก แอซิด (FA) แคฟเฟอิก แอซิด (CA) หรือ เมทิลดีไฮดรอกซีซินนามิก แอซิด (MDA) และสารผสมของสารเหล่านี้ 2 และ 3 ตัวทดสอบกับเมล็ด *asparagus* โดยกำหนดให้การ งอกของเมล็ดในแต่ละกระถางเป็นตัวบ่งชี้ถึงฤทธิ์ของสารในแต่ละวิธีการทดสอบ ผลปรากฏว่า ซินนามิก แอซิดเพียง 1 %สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้เมื่อเปรียบเทียบกับชุด ควบคุม สารละลายผสมระหว่าง FA และ CA (0.5 %/0.5% ,v/v) ให้ผลการยับยั้งที่มากกว่า สารละลาย 1 %ของสารบริสุทธิ์แต่ละตัว การจุ่มเมล็ดพืชทดสอบลงในสารผสมระหว่าง FA/CA ก่อนการเพาะเป็นเวลา 10 นาทีมีผลยับยั้งการงอกของพืชทดสอบในกระถาง ส่วนการจุ่มเมล็ดพืช ทดสอบในสารบริสุทธิ์ของ FA และ CA ให้ผลไม่แตกต่างกับตัวแปรควบคุม ทางคณะผู้วิจัยได้สรุป ลำดับของสารผสมและสารบริสุทธิ์ได้เป็น FA/CA > CA > FA ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการผสมสารช่วย เพิ่มฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตหรือการงอกของเมล็ดพืชทดสอบชนิดหนึ่งได้

5.8 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองในงานวิจัยทั้งหมดแสดงให้เห็นว่า แซนโทกซีลินซึ่งเป็นสารในกลุ่มฟีนอลิกนั้น สามารถแยกได้จากสารสกัดหยาบในชั้นเอทิล อะซีเตต โดยเมื่อนำไปทดสอบฤทธิ์ด้วยวิธี ทางชีวภาพได้แก่ Water Culture test และ Agar test ผลการทดลองของทั้งสองวิธีต่างชี้ให้เห็นว่า แซนโทกซีลินมีฤทธิ์ในทางอัลลีโลพาที่ในด้านการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอบได้ดีในระดับหนึ่งจากข้อสังเกตเบื้องต้นในการทดลองเกี่ยวกับการนำไปประยุกต์ใช้ในการเกษตรหรือการเพาะปลูกจริง ความเป็นไปได้อยู่ที่การนำไปใช้ในนาข้าวในแง่ของการควบคุมวัชพืชได้แก่หญ้าข้าวนก ซึ่งในปัจจุบันเป็นวัชพืชร้ายแรงที่เป็นปัญหาต่อเกษตรกรอยู่ จากผลการทดสอบฤทธิ์ทำให้เรามองเห็นว่าหญ้าข้าวนกถูกยับยั้งโดยแซนโทกซีลินที่ระดับความเข้มข้นสูง ได้แก่ 800 ppm ในขณะที่ข้าวไม่ได้รับผลในด้านนี้เลย ซึ่งในการนำไปประยุกต์ใช้กับพืชที่เราต้องการควบคุม นั้นวิธีการที่เหมาะสมคือการปลดปล่อยสารให้เข้าสู่ต้นพืชทางราก ทั้งนี้จากผลการทดลองในเรื่องของการศึกษาทิศทางการเข้าทำงานของแซนโทกซีลินต่อพืชทดสอบ และการทดสอบแซนโทกซีลินในกระถางจำลอง แสดงให้เราเห็นว่าแซนโทกซีลินสามารถเข้าทำงานหรือทำการยับยั้งกลไกในการเจริญเติบโตได้ดีจากทางรากมากกว่าทางใบ แต่ทั้งนี้การใช้สารเคมีในธรรมชาตินั้นอาจไม่เป็นที่ยอมรับนักในสังคมปัจจุบัน ผลการทดลองในด้านการย่อยสลายตัวในธรรมชาติของแซนโทกซีลินแสดงให้เห็นว่า สารชนิดนี้มีอายุอยู่ในระบบตามธรรมชาติในช่วงระยะเวลาเพียง 14 – 21 วันเท่านั้น จึงจัดได้ว่าแซนโทกซีลินเป็นสารสกัดจากธรรมชาติที่เป็นต้นแบบหรือเป็นแนวทางในการศึกษาและค้นคว้าหาสารกำจัดศัตรูพืช หรือควบคุมวัชพืชเพื่อนำมาทดแทนสารเคมีเดิมต่อไปในอนาคต

5.9 ข้อเสนอแนะ

1. จากการศึกษาผลทางอัลลีโลพาตีของสารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ พบว่าสารสกัดในชั้นที่ 9 – 14 สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบทั้ง 5 ชนิดได้ดี รวมทั้งมีผลให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทดสอบลดลงที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm ดังนั้นในการศึกษาค้างต่อไปอาจลดระดับความเข้มข้นลงให้น้อยกว่า 1000 ppm เพื่อระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ให้ผลการยับยั้งในลักษณะเดียวกันและใช้พืชทดสอบชนิดอื่นๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบในลักษณะของการเลือกทำลายของสารกำจัดวัชพืชจากธรรมชาติชนิดนี้
2. จากการศึกษาผลทางอัลลีโลพาตีของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นโดยวิธีการทดสอบทางชีวภาพต่าง ๆ นั้นพบว่าแซนโทกซีลินมีผลต่อการเจริญเติบโตมากกว่าการงอกของเมล็ดพืชทดสอบเสียเป็นส่วนใหญ่ และชนิดของพืชทดสอบที่ใช้ยังมีจำนวนน้อย ทำให้ไม่สามารถพิจารณาผลในด้านการเลือกทำลายได้ ดังนั้นการทดสอบครั้งต่อไป จึงควรเลือกพืชทดสอบให้หลากหลายยิ่งขึ้น
3. จากการศึกษาเรื่องการตรวจวัดปริมาณสารตกค้างและอัตราการย่อยสลายของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้น ลักษณะของดินเป็นอนุภาคที่ค่อนข้างซับซ้อนและมีองค์ประกอบมากมาย การวิเคราะห์ในการทดลองครั้งนี้เป็นเพียงการทดลองเบื้องต้นเท่านั้น การศึกษาค้างต่อไปจึงควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์ถึงคุณสมบัติของดินและองค์ประกอบของดินให้มากกว่านี้ ประกอบกับมีวิธีการสกัดสารจากดินอีกหลากหลายชนิด อาจนำมาประยุกต์ใช้และวิเคราะห์ผลในลักษณะอื่น ๆ ที่ต่างออกไปได้อีก

4. จากการการเปรียบเทียบผลของสารผสมของแซนทอกซีลินจากผลกำจัดต้นและสารอินทรีย์ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่อื่น ๆ ต่อการงอกของเมล็ดพืชทดสอบนั้นพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สารผสมระหว่างซินนามิก แอซิดและแซนทอกซีลินสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ดีที่สุดเมื่อเทียบกับสารบริสุทธิ์และสารผสมชนิดอื่น ๆ การศึกษาในครั้งต่อไปจึงอาจปรับระดับความเข้มข้นของสารผสมของสารสองชนิดนี้ให้ต่ำลงเพื่อตรวจหาปริมาณที่น้อยที่สุดที่สามารถออกฤทธิ์ต่อพืชทดสอบได้ใกล้เคียงกับระดับความเข้มข้นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- ¹จรัล ล้อมรัตนศิริ. การศึกษาฤทธิ์ของสารสกัดจากผลกำจัดต้นในทางเกษตรและเภสัชวิทยา โครงการพิเศษ ภาควิชาเคมีสาขาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544.
- ²Theophrastus. Enquiry into Plants and Minor Works on Odors and Weather Signs. vol. 2. book 8. London : W. Heinemann. 1916.
- ³Plinius, C. Secundus. Natural History. Mass : Harvard University Press Cambridge. 1938.
- ⁴MA-P DeCandolle. Physiologie Vegetale. Vol.III. Paris : Bechet Jeune Lib. Fac. Med. 1832.
- ⁵Molisch, H. Der Einfluss siner Pflanze auf der Ander - Allelopathie. Jena : G.Fischer. 1937.
- ⁶Massersmith, C.G. and Adkins S. "Intergrating weed – feeding insects and herbicides for weed control" Weed Technol. 1995,9. pp.199 – 208.
- ⁷Moses. Bible.23. Exodus pp.11.
- ⁸Patrick, Z. A. and Koch, L. W. "Inhibition of respiration , germination , and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in the soil" Can J. Bot. 1958. pp.621 – 647.
- ⁹Kooper, W.J.C. "Sociological and ecological studies on the tropical weed – vegetation of Pasuruan (the islands of Java)" Recueil Travaux Botaniques Neerlandais 24 1927.pp.1–255.
- ¹⁰Putnam, A.R. Weed Allelopathy. Chapter 5. pp.131–155 , Weed Physiology , vol.1 , Reproduction and Ecophysiology (S.O. Duke , Ed.) Florida : CRC Press Boca Raton 1985.
- ¹¹Stickney, J.S. and P.R. Hoy. "Toxic action of black walnut" Trans. Wis. State Hort. Soc. 11 : 1881. pp.166 –167
- ¹²Massey, A.B. "Antagonism of the walnuts (*Juglans nigra* L. and *J. Cinera* L.) in certain plant associations" Phytopath. 16. 1925. pp 773-784.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ¹³Davis, R.F. "The toxic principle of *Juglans nigra* as identified with synthetic juglone and its toxic effects on tomato and alfalfa plants" *Am. J. Bot.* vol.15. 1928. pp. 620
- ¹⁴Muller, W.H. and Muller C.H. "Volatile growth inhibitors produced by *Salvia* species". *Bull. Torrey Bot. Club.* vol.91. 1964. pp. 327-330.
- ¹⁵Rice, E.L. "Allelopathy" Academic Press. New York. 1974. pp. 353.
- ¹⁶Rice, E.L. "Allelopathy – an update." *Bot. Rev.* 45 1979 pp. 15-109.
- ¹⁷Thompson, A.L. (Ed.). "The Chemistry of Allelopathy – Biochemical Interaction among Plants" *Am. Chem. Soc. Symp. Series No.268.* 1985. American Chemical Society. Washington. D.C. pp.470.
- ¹⁸Putnam, A.L. Phytotoxicity of plant residues , in *Managing Agricultural Residues* (P.W. Unger , Ed.). Boca Raton , Florida : Lewis Pubs. (CRC Press). 1994.
- ¹⁹Putnam, A.R. "Allelopathic chemicals." *Chem. & Eng. News* vol.61 (19) 1983. pp.34-43.
- ²⁰Koch, R. And George, T.L. *Complete Works* 1. vol.10. Int. Medical Congr. Berlin. 1912. pp.650-660.
- ²¹Smith, E.F. *Bacteria in Relation to Plant Disease.* Vol. 1. Washinton D.C. Carnegie Inst. Of Washinton. 1905.
- ²²Aldrich, R.J. *Weed –crop ecology-Principles in weed management* , Chapter 8. Breton N. Scituate Massachusetts. 1984.
- ²³Rice, E.L. *Allelopathy.* 2 nd ed. New York : Academic Press. 1984.
- ²⁴Devi, S.R. "Allelochemicals" In Prased M.N.V. (ed.) *Plant Ecophysiology.* New York : John Wiley & Sons. 1997. pp. 253-303.
- ²⁵Sarabol, E. and Anderson, I.C. " Improving Yield of Corn- Soybean Rotation : Role of Allelopathy" Rizvi S.J.H. and Rizvi V. (eds.) *Allelopathy : Basic and Applied Aspects .* London : Chapman &Hall. 1992. pp. 87-100.
- ²⁶Daknishi, K.M.M. *Allelopathy : One Component in Multifaceted Approach to Ecology* . Inderjit , Daknishi K.M.M. and Foy C.L. (eds.) *Principles and Practices in Plant Ecology :Allelochemical Interactions.* Boca Raton : CRC Press. 1999.
- ²⁷Barnes, J.P.andPutnam, A.R. "Rye residues contribute to weed suppression in no tillage cropping system." *J. Chem. Ecol.* vol.9 1983. pp.1045-1057.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ²⁸Barnes, J.P. and Putnam, A.R. "Evidence for allelopathy by residue and aqueous extract of rye (*Secale cereale*)." *Weed Sci.* vol.34 1986. pp. 384-390.
- ²⁹Liebl, R. "Worsham. Inhibition of pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa* L.) and certain other weed species by phytotoxic compounds of wheat (*Triticum aestivum* L.) straw." *J. Chem Ecol.* vol.9 1983. pp. 1027-1043.
- ³⁰Kozlov, A. "Weed woes." *Discover.* vol.24. February. 1990.
- ³¹Guenzi, W. and McCalla, T. "Phenolic acids in oat , wheat,sorghum,and corn residues and their phtotoxicity." *Agron J.* vol.58 1966. pp. 303-304.
- ³²Hussain, F.Jr. and Gadoon, M.A. "Allelopathic effects of *Sorghum vulgare* Pers." *Oecologia* vol.51. 1981 pp. 284-288.
- ³³Schon M.K. and Einhellig F.A. "Allelopathic effects of cultivated sunflower on grain sorghum." *Bot. Gaz.* vol.143. 1982 pp. 505-510.
- ³⁴Leather, G.R. "Sunflowers (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds" *Weed Sci.* vol.31: 1983. pp.37-42
- ³⁵Lodhi, M.A.K., Bilal, R., and Malik, K.A. "Allelopathy in agroecosystems : Wheat phytotoxicity and its possible role in crop rotation." *J.Chem. Ecol.* Vol.13 1987 pp. 1881-1889.
- ³⁶Walker, D.W. and Jenkins, D.D. "Influence of sweet potato plant residues on growth of sweet potato vine cuttings and cowpea plants." *Hort. Sci.* vol.21 1986. pp. 426-428.
- ³⁷Walker D.W. , Hubbell T.J. and Sedberry J.E. "Influence of sweet potato crop residues on nutrient uptake of sweet potato plants." *Agri. Ecosystems and Environ.* vol.26 1989. pp. 45-52
- ³⁸Harrison, H.F.Jr. and Peterson, J.K. "Evidence that sweet potato (*Ipomoea batatas*) is allelopathic to yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*)." *Weed Sci* vol..39 1991 pp. 308-312.
- ³⁹Muller, W.H. and Muller, C.H. "Volatile growth inhibitors produced by salvia species." *Bull. Torrey Bot. Club.* Vol.91. 1964 pp. 327-330.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ⁴⁰Abbas, H.K., Tanaka, T. , Duke, S.O. , and Boyette, C.D. "Susceptibility of various crop and weed species to AAL-toxin, a natural herbicide." *Weed Technol.* vol.9. 1995 pp. 125-130.
- ⁴¹Massy, AB. *Phytopathology.* vol.15 1952 pp. 177
- ⁴²Funk, DT. In:Proc. First North Central Tree Improv, Conf. Madison : Wis. 1979 pp. 28-32.
- ⁴³Funk, DT , Schlesinger R.C and Ponder F. Jr. *Bot. Gaz.(suppl.)* Vol.140 1979 pp. 5110-5114.
- ⁴⁴Rietveld, W.J , Schlesinger, R.C. , and Kessler, K.J. *J. Chem . Ecol.* Vol.9. 1983 pp.1119.
- ⁴⁵Agikar, N.V. , Vaz, A.X. , Abraham, G.J.S. *Pharmac.* Vol.1 (3) 1969. pp. 22-26.
- ⁴⁶Ko, F.N. , Hsiao G. , Chen, I.S. , Wu, S.J. , Teng, C.M. , *Biochem Pharmacol.* Oct 5 vol.46 (7) 1993 pp. 1165-1173.
- ⁴⁷Chao, M.D. , Chen, I.S. , Cheng, J.T. *Planta Med.* Vol.64 (7) 1998 pp. 662 – 663.
- ⁴⁸Bastos, J.K. , Albuquerque, S. , Silva, M.L. *Planta Med.* Aug vol.65 (6) 1999 pp. 541-544.
- ⁴⁹Punchavee S. 2000. Chemical Constituents of Aroma Compound from Local Herbs [Online]. Available : <http://www.grad.cmu.ac.th/abstract/2000/sci/abstract/sci13004.html>.
- ⁵⁰Tsutomu, O. *J. Environ Qual.* vol.30. 2000. pp. 1631-1635.
- ⁵¹Hashimoto, K. , Satoh, K. , Kase, Y. , Ishige, A. , Kubo, M. , Sasaki, H. , Nishikawa, S. , Kurosawa, S. , Yasaki, K. , Nakamura, T. *Planta Med.* Mar vol.67 (2) 2001 pp. 179-81.
- ⁵²Tulimat, M.A. , Ishigushi, T. , Kurosawa, S. , Nakamura, T. , Takaha, T. *Am J Chin Med* vol.29(1) 2001 pp. 111-118.
- ⁵³Ming, J.C. , Cheng, H.Y. , Wen, Y.L. , Wei, Y. L. , lah, L. T. , lh, S.C. *Journal of the Chinese Chemical Society* vol.49. 2002 pp. 125-128.
- ⁵⁴He, W. , Van Puyvelde, L. , De Kimpe, N. , Verbruggen, L. , Anthoni, K. , Van der Flaas, M. , Bosselaers, J. , Mathenge, S.G. , Mudida, F.P. *Phyto.ther Res.* Feb vol.16.(1) 2002 pp. 66-70.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ⁵⁵ Jo, Y.S. , Huong D.T. , Bae, K. , Lee, M.K. , Kim, Y.H. *Planta Med.* Jan. vol.68(1) 2002. pp. 84-85.
- ⁵⁶ Yang, Y.P. , Cheng, M.J. , Teng, C.M. , Chang, Y.L. , Tsai, I.L. , Chen, I.S. , *Phytochemistry* Nov. Vol.61 (5) 2002 pp. 567–572.
- ⁵⁷ Chi, M. Y. , Chyoung, N.L. and Chang, H.C. *Bot . Bull. Acad. Sin.* Vol.43 2002 pp. 299–304.
- ⁵⁸ Bonasera, J. , Lynch, J. and Leck, M.A. "Comparison of allelopathic potential of four march species" *Bull Torrey Bot. Club* vol.106 1979 pp. 217.
- ⁵⁹ Del Moral, R. and Cates, R.G. "Allelopathic potential of the dominant vegetation of western Washington" *Ecology* vol.52 1971 pp. 1030.
- ⁶⁰ Paria, N. and Mukherjee, A. "Allelopathic potential of a weed *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb, Bangladesh" *J.Bot.* vol.10 1981 pp. 86.
- ⁶¹ Komai, K. , Sukiwaka, Y. and Sato, S. "Plant – growth retardant of extracts obtained from water nutgrass (*Cyperus serotinus* Rottb.)," *Kinke Daigaku Nogakubu Kigo.* vol.14 1981 pp.57.
- ⁶² Kobayashi, A. , Morimoto, S. , Shibata, Y. , Yamashita, K. and Nunata, M. "C-10 polyactelenes as allelopathic substances in domain in early stages of secondary succession." *J. Chem. Ecol.* vol.6 1980 pp. 119.
- ⁶³ Tames, R.S. , Gesto, M.D.V. and Vieitez, E. "Growth substances isolated from tubers of *Cyperus esculentus* var *aureus*." *Physiol. Plant* vol.28 1973. pp. 195.
- ⁶⁴ El-Ghazal, R.A.K. and Riemer, D.N. "Germination suppression by extracts of aquatic plants" *J.Aquat . Plant Manage.* vol.24 1986 pp. 76.
- ⁶⁵ Singhvi, N.R. and Sharma, K.D. "Allelopathic effects of *Ludwigia adscendens* Linn. And *Ipomoea aquatica* forsk on seedling growth of pearl millet (*Pennisetum typhoideum* Rich.)." *Trans. Isdt Ucds* vol. 9 1984 pp. 95.
- ⁶⁶ Stevens, K.L. and Merrill, G.B. "Growth inhibitors from spikerush" *J.Agric. Food Chem* vol. 28 1980 pp. 644.
- ⁶⁷ Castaneda, P. , Garcia, M.R. , Hernandez, B.E. , Torres, B.A. , Anaya, A.L. , and Mata, R. "Effects of some compounds isolated from *Celaenodendron mexicanum* Standl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (Euphorbiaceae) on seeds and phytopathogenic fungi "J Chem. Ecol. Vol.18 1992. pp. 1025.
- ⁶⁸ Baruah, N.C. , Sarna, J.C. , Barua, N.C. , Sarna, S. and Sharma, R.P. "Germination and growth inhibitory sesquiterpene lactones and a flavone from *Tithonia diversifolia*." *Phytochemistry* vol.36 1994 pp. 29.
- ⁶⁹ Paszowski, W.L. and Kremer, R.J. "Biological activity and intensive identification of flavonoid components in velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.) seed coats." *J. Chem Ecol.* Vol.14 1988 pp. 1573.
- ⁷⁰ Arai, M. , Haneichi, T. , Kitahara, N. , Enokita, R. , Kawakubo, K. , and Kondo, Y. "Herbicidins A and B , two new antibiotics with herbicidal activity . I. Producing organism and biological activities " *J. Antibiot.* vol.29. 1963 pp. 863.
- ⁷¹ Haneishi, T., Tehara, A., Kayamori, H., Yabe, J. , and Arai, M. "Herbicidins A and B , two new antibiotics with herbicidal activity . II. Fermentation , isolation and physico-chemical characterization." *J. Antibiot.* Vol.29 1976 pp. 870.
- ⁷² Takigushi, Y., Yoshikawa, H., Terahara, A., Torikata, A. and Terao, M. "Herbicidins F and G , two new nucleoside antibiotics" *J. Antibiot.* vol. 32 1976b pp. 862.
- ⁷³ Terahara, A., Haneishi, T., Arai, M., Hata, T., Kuwano, H. and Tamura, C. "The revised structure of herbicidins" *J. Antibiot.* vol. 35 1982 pp. 1711.
- ⁷⁴ Yoshida, H. , Arai, N. , Sugoh, M. , Iwabushi, J. , Shiomi, K. , Sinose, M. , Tanaka, Y. , and Omura, S. "4 - Chlothreonine , a herbicidal antimetabolite produced by *Streptomyces* sp. OH - 5093" *J antibiot.* vol.47 1994 pp. 1165.
- ⁷⁵ Jimenez, J.J. , Schultz , K. , Anaya , A.L. , Hernandez, J. and Espejo ,O. " Allelopathic Potential of corn Pollen " *J.Chem. Ecol.* Vol.9 1983. pp. 1011.
- ⁷⁶ Anaya, A. , Ramos L. , Hernandez, L.J. and Ortega, R.C. "Allelopathy in Mexico , in *Allelochemicals : Role in Agriculture and Forestry* (ACS Symposium Series 330) , Waller ,G.R.,Ed.," American Chemical Society Press Washinton D.C. 1987 pp. 89.
- ⁷⁷ Anaya, A.L. , Hernandez - Bautista, B.E. , Jimenez - Estrada, M. And Velasco-Ibara, L. "Phenylacetic acid as a phytotoxic compound of corn Pollen" *J. Chem. Ecol.* Vol.18 1992 pp. 897.

- ⁷⁸ Anaya, A.L. , Ortega, R.C. and Rodriguez, V.N. "Impact of allelopathy in the traditional management of agroecosystems in Mexico" in **Allelopathy :Basic and Applied Aspects** Rizvi S.J.H. and Rizvi V. Eds. , Chapman and Hall , London , UK 1992 pp. 271.
- ⁷⁹ Isaac, B.G. Ayer, S.W. , Lentendre, L.J. , and Stonard, R. J. "Herbicidal nucleosides from microbial sources" **J. Antibiot.** Vol.44 1991 pp. 729.
- ⁸⁰ Waller ,G.R. , Jurzysta , M. And Thorne , R.L.Z. "Alleopathic activity of root saponins from alfafa (*Medicago sativa* L.) on weeds and wheat " **Bot.Bull.Acad.Sin.** vol.34. 1993. pp. 1.
- ⁸¹ Grummer, G. "The role of toxic substances in the Interrelationships between higher plants , in **Mechnisms in Biological Competition** , Milthorpe , E.L. Ed." Academic Press , New York. 1961 pp. 219.
- ⁸² Kuiters, A.T. "Role of phenolic substances from decomposing forest litter in plant - soil interactions" **Acta Bot. Neerl.** Vol.39 1990 pp. 329.
- ⁸³ Siqueira, J.O. , Nair, M.G. , Hammerschmidt, R. , and Safir, G.R. "Significance of phenolic compounds in plant soil-microbial systems" **Crit. Rev. Plant Sci.** vol.10. 1991 pp. 63.
- ⁸⁴ Harborne, J.B. "Phenolic glycosides and their natural distribution , in **Biochemistry of Phenolic Compounds** Harborne , J.B., Ed." Academic Press London, 1964 pp. 129.
- ⁸⁵ Harborne, J.B. "Plant phenolics" in **Secondary Plant Products** Bell E.A. and Charlwood B.V. , Springer Verlag Berlin 1980 pp. 329.
- ⁸⁶ Newby, V.K. , Sablon, R.M. , Synge R, L.M. , Castele, K.V. , and Van Sumere C.F. , Free and Bound phenolic acids of lucerne (*Medicago sativa* cv Europe). **Phytotoxicity** vol.19 1980 pp. 651.
- ⁸⁷ Swain, T. "Phenolics in the environment" **Rec.Adv. Phytochem.** Vol.12 1978 pp. 617.
- ⁸⁸ Chou, C.H. and Lee, Y.F. "Allelopathic dominance of *Miscanthus transmorrisonensis* in an alpine grassland community in Taiwan." **J.Chem. Exol.** Vol.17 1991 pp. 2267.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ⁸⁹ Katase, T. "Distribution of different forms of p-hydroxybenzoic , vanillic , p-coumaric and ferulic acids in forest soils" *Soil Sci . Plant Nutr.* Vol.27 1981 pp. 365.
- ⁹⁰ Kuiters, A.T. and Denneman, C.A.J. "Water – soluble phenolic substances in soils under several coniferous and deciduous tree species" *Soil Biol. Biochem.* Vol.19 1987. pp. 765.
- ⁹¹ Li, H.H. , Nishimura, H. , Hasegawa, K. , and Mizutani, J. "Allelopathy of *Sasa cernua*" *J. Chem,Ecol.* Vol.18 1992 pp. 1785.
- ⁹² Shindo, H. , Ohta, S. , and Kuwatsuka, S. "Behavior of phenolic substances in the decaying process of plants : IX . Distribution of phenolic acids in soil of paddy fields and forest" *Soil Sci. Plant Nutr.* vol.24 1978 pp. 233.
- ⁹³ Vance, G.F. , Boyd, S.A. , and Mokma, D.L. "Extraction of phenolic compounds from a spodosol profile : an evaluation of three extractants" *Soil Sci .* vol.140 1985 pp. 412.
- ⁹⁴ Vance, G.F. , Mokma, D.L. , and Boyd, S.A. "Phenolic compounds in soils of hydrosequences and developmental sequences of spodosols" *Soil Sci Soc. Am J.* vol.50 1986 pp.992.
- ⁹⁵ Whitehead, D.C. , Dibb, H. and Hartley, R.D. "Phenolic compounds in soil as influenced by the growth of different plant species" *J.Appl. Ecol.* Vol.19 1982 pp. 579.
- ⁹⁶ Whitehead, D.C. , Dibb, H. and Hartley, R.D. "Extractant pH and the release of phenolic compounds from soil , plant roots and leaf litter" *Soil Biol. Biochem.* Vol.13 1981 pp. 343.
- ⁹⁷ Lodhi, M.A.K. "Role of allelopathy as expressed by dominating trees in a lowland forest in controlling the productivity and pattern of herbaceous growth" *Am. J. Bot.* vol.63 1976 pp. 1.
- ⁹⁸ Lodhi, M.A.K. "Allelopathic effects of decaying litter of dominant trees and their associated soil in a lowland forest community" *Am. J. Bot.* vol.65 1978 pp. 340.
- ⁹⁹ Jalal, M.A.F. and Read, D.J."The organic acid composition of *Calluna* heathland soil with special reference to phyto – and fungitoxicity : II . Monthly quantitative determination of the organic acid content of *Calluna* and spruce dominated soils" *Plant Soil* vol.70 1983 pp. 273.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ¹⁰⁰ Inderjit , Daknishi, K.M.M. , Chester, L.F. Principles and practices in plant ecology 1999 pp. 68.
- ¹⁰¹ Harborne, J.B. and Simmonds, N.W. "The natural distribution of the phenolic aglycone , in *Biochemistry of Phenolic Compounds* , Harborne J.B.,Ed." Academic Press London 1964 pp. 80.
- ¹⁰² Zapata, O. and McMillan, C. "Phenolic acids in seagrasses" *Aquat. Bot.* vol.7 1979 pp. 304.
- ¹⁰³ Lehman, R.G. , Cheng, H.H. and Harsh, J.B. "Oxidation of phenolic acids by iron and manganese oxides" *Soil Sci. Soc. Am. J.* vol.51 1987 pp. 352.
- ¹⁰⁴ Hartmann, G. and Nenhaus, F. "Xanthoxylin from the bark of *Phytophthora*- and *Hendersonula*-infected *Citrus limon*." *Phytopathologische* vol. 81 1974. pp. 97-113.
- ¹⁰⁵ Kuono, I. , Saishoji, T. , Sugiyama, M. And Kamano, N. "A xylosylglucoside of xanthoxylin from *Sapium Sebiferum* root bark " *Phytochemistry* vol.22(3). 1983 pp. 790-791.
- ¹⁰⁶ Bellando ,M. , Marre ,M.T. and Romani , G. " On the action of xanthoxylin on K+ uptake in wheat and maize root " *Phytopathologia –Mediterranea* vol.24(3) 1985. pp. 289-290.
- ¹⁰⁷ Yashpe , J. , Feuerstein, I. And Segal , R. " The antibacterial and antispasmodic activity of *Artemisia herba – alba* Asso. II . Examination of essential oils from various chemotypes ." *International Journal of Crude Drug Research* vol.25(2) 1987. pp. 89-96 .
- ¹⁰⁸ Calixto , J.B. , Miguel, O.G. , Yunes, R.A. and Rae, G.A. " Action of 2-hydroxy-4,6-dimethoxyacetophenone isolated from *Sebastiania schottiana*." *Planta Med.* Vol.56(1). 1990. pp. 31-35.
- ¹⁰⁹ Rashid , M.A. , Gray, A.I. Waterman , P.G. and Armstrong , J.A. "Coumarins from *Phebalium tuberosum* spp. *Megaphyllum* and *Phebalium filifolium* " *Nat Prod.* Vol. 55(7). 1992. pp. 851-858.
- ¹¹⁰ Valdir , C.F. , Edeltrudes , O.L. and Veronica , M.F. " Fungicide and fungistatic effects of xanthoxyline " *Journal of Ethnopharmacology* vol. 53 1996. pp. 171-173.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ¹¹¹ Valenciennes E. , Smadja ,J. and Conan , J.Y. " Screening for biological activity and chemical composition of *Euodia borbonica* var. *Borbonica* (Rutaceae) , a medicinal plant in Reunion Island " *J.Pharmacology*. 1998. pp. 283-288.
- ¹¹² Lee ,H.Y. , An, R.B. and Na,M.K. "Quality evaluation of *Zanthoxyl fructus*." *Korean Journal of Pahrmacognosy* vol.33. 2002. pp.45-48.
- ¹¹³ Cesar, A.N. , Carola , S.H. , Cluadia K. , Thomas E.G. , Werner H. " A linear sesterterpene , two squalene derivatives and two peptide derivatives from *Croton hieronymi* " *Phytochemistry* 2002 pp. 625 – 629.
- ¹¹⁴ ทศพล พรพรม สารกำจัดวัชพืช หลักการและกลไกการทำลาย (Herbicide : Principles and mode of action) กรุงเทพฯ : สน.พ.ม.เกษตร 2545. หน้า 61-71.
- ¹¹⁵ Zimdahl, R.L. *Fundamental of weed science* Academic Press Inc.London 1993.
- ¹¹⁶ Mercado, B.L. *Introduction to Weed Science* Philippines : SEARCA 1979. pp. 292.
- ¹¹⁷ Cobb, A. *Herbicide and Plant Physiology*. London : Chapman & Hall. 1992. pp. 176.
- ¹¹⁸ พรชัย เหลืองอากาศ วัชพืชศาสตร์ กรุงเทพฯ : สน.พ. รั้วเขียว 2540. หน้า 432-437. (*Euphorbiaceae*) on seeds and phytopathogenic fungi " *J Chem. Ecol.* Vol.18 1992. pp. 1025.
- ¹¹⁹ Jack , D. " Sustainable weed control system using natural product allelochemicals to replace conventional herbicides in maize " *Competitive Grant report* Agronomy Iowa State University 89 – 27.
- ¹²⁰ Cotton , C.E. and Einhellig , F.A. "Allelopathic mechanisms of velvet leaf (*Abutilon theophrasti medic* , Malvaccac) on soybean" *J.Bot.* vol.67. 1980. pp. 1407-1412.
- ¹²¹ Patterson , D.T. "Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybean (*Glycine max*)" *Weed Sci.* Vol.29. 1981. pp. 309-326. .
- ¹²² Onwugbuta and Enyi , J. " Allelopathic effects of *Chromolaena Odorata* L. Toxin on tomatoes (*Lycopersicum esculentum* Mill.) " *J.Appl.Sci.Envirn.Mgt.* vol. 5 2001. pp. 69-73.
- ¹²³ Chung , I.M. , Kim , K.H. , Ahn , J.K. and Kim , S.H. "Screening of allelochemicals on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) and identification of potentially allelopathic compounds from rice (*Oryza sativa*) variety hull extracts" *Crop Protection* vol.21. 2002. pp. 913-920.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ¹²⁴ Tran, D.X., Tsuzuki, E. and Terao, H. "Evaluation on phytotoxicity of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) to crops and weeds" **Crop Protection**. vol.23. 2004. pp. 335-345.
- ¹²⁵ Chi, M.Y., Chyong, N.L. and Chang, H.C. "Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings : I. Inhibition of supply-orientation." **Bot.Bull.Acad.Sin.** vol.43 2002. pp. 299-304.
- ¹²⁶ Einhellig F.A. "Allelopathy – A Natural Protection Allelochemicals." **Handbook of Natural Pesticides : Methods**. Vol. 1 Florida :CRC Press INC. 1985. pp. 161-200.
- ¹²⁷ Rose, S.J. "Competition and Allelopathy Between Soybean and Weeds " **Agron. J.** Vol. 76. 1984. pp. 523-528.
- ¹²⁸ Brownmik, P.C. and Doll, J.D. "Corn and Soybean Response to Allelopathic Effects of Weed and Crop Residues." **Agron. J.** Vol.74 1982. pp. 601-606.
- ¹²⁹ Warrag, M.O.A. "Autotoxicity of Mesquite (*Prosopis juliflora*) Pericarps on Seed Germination and Seedling Growth" **J.Arid.En.** vol. 27. 1994. pp. 79-84.
- ¹³⁰ Viles, A.L. and Reese, R.N. "Allelopathic Potential of *Echinacea angustifolia*." **Environ.Exp.Bot.** vol.36(1) 1996. pp. 39-43.
- ¹³¹ Saxena, A. "Autotoxic Effects of Pearl Millet Aqueous Extracts on Seed Germination and Seedling growth ." **J.Arid.En.** vol.33. 1996. pp. 255-260.
- ¹³² Babu, R.C. and Kandasamy, O.S. "Allelopathic Effect of *Eucalyptus globulus* Labill. On *Cyperus rotundus* L. And *Cynodon dactylon* (L.) Pers." **J.Agron.Crop Sci.** Vol.179(2) 1997. pp. 123-126.
- ¹³³ Russo, V.M. "Kenaf Extracts Affects germination and Post germination Development of Weed, Grass and Vegetable Seeds." **Ind.Crops Prod.** Vol.6. 1997. pp. 59-69.
- ¹³⁴ Tongma, S. "Effect of Water Extract from Mexican Flower (*Tithonia diversifolia*) in Soil." **Weed Sci.** Vol.46.(4) 1998. pp. 423-437.
- ¹³⁵ Zhou, Z.H. "Allelopathic Effect of Tomato." **Chi.J.Appl.Ecol.** vol.8(4). 1997. pp. 445-449.
- ¹³⁶ Alam, S.M. "Influence of Leaf Extract of Bermudagrass (*Cynodon dactylon*) on the Germination and Seedling Growth of Wheat ." **Wheat Information Service**. Vol.92. 2001. pp. 17-19.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ¹³⁷ บุญรอด ชาตียนานท์ และวิรัตน์ ภูวิวัฒน์. "สารสกัดด้วยน้ำจากใบประยงค์ยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยวสองชนิด" *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 32(1-4) ฉบับพิเศษ ปี 2544. หน้า 291-293.
- ¹³⁸ ปฏิมา หวานแก้ว และวิรัตน์ ภูวิวัฒน์. "ศักยภาพของสารสกัดด้วยน้ำจากใบมะฮอกกานีในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชด้อยตั้ง" *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 32(1-4) ฉบับพิเศษ ปี 2544. หน้า 295-297.
- ¹³⁹ วิรัตน์ ภูวิวัฒน์และจำรุญ เล้าสินวัฒนา "ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากใบเลี้ยงต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชทดสอบบางชนิด." *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*. 33.(4-5) ฉบับพิเศษ 2545. หน้า 139 – 141.
- ¹⁴⁰ Rodrigo , W. , Marcelo , K. And Anam , P. "Phytotoxic activity of root absorbed glyphosate in corn seedlings (*Zea mays* L.)" *Weed Biology and Management* V. 3(4). 2003. pp. 228.
- ¹⁴¹ Bovey , R.W. , Davis , F.S. and Merkle , M.G. " Distribution of picloram in huisache after foliar and soil application." *Weeds* vol. 15. 1967. pp. 245-249.
- ¹⁴² Mayeux , H.S. and Johnson , H.B. " Absorption and translocation of picloram by Lindheimer pricklypear (*Opuntia lindheimeri*)" *Weed Sci* vol.37. 1989. pp. 161-166.
- ¹⁴³ Chou ,C.H. and Patrick ,Z.A. "Identification and phytotoxic activity of compounds produced during decomposition of corn and rye residue in soil" *J.Chem.Ecol.* vol.2. 1976. pp. 369-387.
- ¹⁴⁴ Preston ,W.H. , Mitchell ,J.W. and Reeve , W. "Movement of \square -methoxyphenylacetic acid from one plant to another through their root systems" *Science* vol.119. 1954. pp. 437-438.
- ¹⁴⁵ Linder , P.J. , Craig , J.C. , Cooper, F.E. and Mitchell , J.W. "Movement of 2,3,6-trichlorobenzoic acid from one plant to another through their root systems" *J.Agric.Food.Chem.* vol.6 1958. pp. 356-357.
- ¹⁴⁶ Foy,C.L. , Hurtt , W. and Hale , M.G. "Root exudation of plant-growth regulator" In *Biochemical Interactions among plants*. Washinton D.C. : *Natl.Acad.Sci.* 1971. pp. 75-85.
- ¹⁴⁷ Tsutomu , O. "Oxidation of Phenolic acid Derivative by soil and Its relevance to Allelopathic Activity" *Soil and Environmental Science* 2000 pp. 1631-1635.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ¹⁴⁸ Dean,A.M. " Plant residue biochemistry regulates soil carbon cycling and carbon sequestration" *Soil biology & Biochemistry.* vol.32 2000. pp. 361-369.
- ¹⁴⁹ Manielvel , S. , Thierry , D. and Francois , P. "Effect of Phenolics in soil under between rows of prior Sorghum (*Sorghum bicolor*) crop on germination , emergence and seedling growth of peanut (*Arachis hypogea*)" *J.Chem.Ecol.* vol.26(3) 2000 pp. 625-637.
- ¹⁵⁰ Peirce ,L.C. and Miller , H.G. *Asparagus emergence in fusarium-treated and sterile media following exposure of seeds or radicles to one or more cinnamic acids.* Vol.118. 1993. pp. 23-28.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณในการทดลอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การคำนวณ % การยับยั้ง

การคำนวณ % การยับยั้งของแต่ละการทดลองจะใช้สูตรในการคำนวณเป็นดังนี้

$$\% \text{ การยับยั้ง} = ((\text{control} - \text{treatment}) / \text{control}) \times 100$$

ตัวอย่างเช่น

ตารางที่ 1 แสดงผลจากการทดสอบด้วยวิธี Water culture test ในด้านการเจริญเติบโต (ความยาวราก) โดยใช้แซนทอกซีลินที่ 7 ระดับความเข้มข้น

ระดับความเข้มข้นที่ใช้	ค่าเฉลี่ยความยาวราก (ซม.)
control	16
25 ppm	14
50 ppm	13
100 ppm	7
200 ppm	1
400 ppm	1
800 ppm	0.5

เมื่อพิจารณาที่ระดับความเข้มข้น 800 ppm

$$\text{จาก } \% \text{ การยับยั้ง} = ((\text{control} - \text{treatment}) / \text{control}) \times 100$$

จะได้ว่า

$$= ((16 - 0.5) / 16) \times 100$$

$$= 96.875 \%$$

ดังนั้น % การยับยั้งที่ระดับความเข้มข้น 800 ppm ซึ่งทดสอบโดยวิธี Water culture test เป็น 96.875 %

2. การเตรียมวุ้นที่ใช้ในวิธี Agar test

วุ้นที่ใช้ในการทดสอบจะใช้อัตราส่วนเป็นน้ำต่อวุ้น เป็น 0.5 %

ดังนั้นถ้าต้องการเตรียมสารละลายวุ้นปริมาตร 30 ml ต่อ 1 หลอดทั้งหมด 4 ข้ำ 4 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0 50 200 400 ppm จะต้องใช้น้ำทั้งหมด

$$= 30 \times 4 \times 4$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 240 \text{ ml}$$

ดังนั้นต้องใช้น้ำทั้งหมด 240 ml และใช้ปูน $(0.5 \times 240)/100$ เท่ากับ 0.12 g หรือ 120 mg

3. การเตรียมสารในแต่ละปริมาณสารต่อพื้นที่ในการทดลองที่ 5 การเปรียบเทียบผลของแซนโทกซีลินจากผลกำจัดต้นต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบด้วยวิธีการทดสอบสารในกระถาง

ในการทดลองนี้ได้กำหนดให้ใช้บีกเกอร์ขนาด 25 ml แทนกระถางเนื่องจากปริมาณสารที่มีน้อยมาก โดยบีกเกอร์ที่ใช้มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 cm รัศมี 2 cm

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

ต้องการใช้อัตราส่วนเป็นปริมาณสารต่อพื้นที่ เป็น 20 kg/ha

$$1 \text{ ha} = 100 \text{ m} \times 100 \text{ m} = 10000 \text{ m}^2 \text{ หรือ } 10^8 \text{ cm}^2$$

$$10^8 \text{ cm}^2 \text{ ใช้สาร } 20 \times 1000 \text{ g (20 kg)}$$

$$13 \text{ cm}^2 \text{ ใช้สาร } (13 \times 20 \times 1000)/10^8 = 0.0026 \text{ g/กระถาง}$$

สารละลายแซนโทกซีลินที่มีอยู่เป็นสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm

ดังนั้น ถ้าต้องการสาร 1 g ต้องสารละลายที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm 100 ml

ถ้าต้องการสาร 0.0026 g ต้องใช้สารละลายที่ระดับความเข้มข้น 10000 ppm 100×0.0026

$$= 0.26 \text{ ml}$$

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

ภาคผนวก ข

ตารางแสดงผลการทดลองที่เกี่ยวข้อง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพืชทดสอบ 5 ชนิดที่เพาะในสารสกัดย่อยในแต่ละส่วน โดยใช้ 4 ระดับความเข้มข้นเปรียบเทียบกับการเพาะน้ำกลั่น

Source of variation	df	Mean Square				
		มะเขือเทศ	หนุ่ยข้าวหนุก	ผักโขม	ไมยราบ	ผักกวางตุ้ง
treatment	59	67.722**	2347.006**	4659.576**	2688.107**	2891.094**
A	14	184.650**	4061.488**	3110.000**	4317.738**	1442.381**
B	3	131.833**	14338.889**	61629.444**	21069.444**	44483.750**
AxB	42	24.167**	918.948**	1106.825**	831.944**	403.095**
Error	180	0.822	273.889	314.167	164.444	167.083
Total	239	17.337	785.663	1386.883	787.441	839.538

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเจริญเติบโตของต้นกล้ามะเขือเทศ ที่เพาะเลี้ยงโดยใช้สารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำกลั่น

Source of variation	df	MeanSquare		
		ความยาวต้น	ความยาวราก	ความยาวรวม
Treatment	59	10.892**	20.024**	45.908**
A	14	26.718**	42.114**	102.496**
B	3	37.550**	103.972**	211.381**
A x B	42	3.713**	6.665**	15.225**
Error	180	0.4133	2.244	3.647
Total	239	3.001	6.634	17.576

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนก ที่เพาะเลี้ยงโดยใช้สารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำกลั่น

Source of variation	df	MeanSquare		
		ความยาวต้น	ความยาวราก	ความยาวรวม
Treatment	59	13.0589**	6.5987**	34.3649**
A	14	30.8531**	10.3552**	71.8286**
B	3	40.2000**	61.2976**	197.1009**
A x B	42	5.1888**	1.4394**	10.2530**
Error	180	0.7729	0.3330	1.1938
Total	239	3.8059	1.8798	9.3825

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักโขม ที่เพาะเลี้ยงโดยใช้สารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำกลั่น

Source of variation	df	MeanSquare		
		ความยาวต้น	ความยาวราก	ความยาวรวม
Treatment	59	1.2378**	2.6512**	6.9601**
A	14	1.2762**	2.5737**	6.7426**
B	3	10.9907**	23.9624**	67.3760**
A x B	42	0.5284**	1.1548**	2.7172**
Error	180	0.0844	0.1953	0.4163
Total	239	0.3691	0.8016	2.0317

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเจริญเติบโตของต้นกล้าไมยราบ ที่เพาะเลี้ยงโดยใช้สารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำกลั่น

Source of variation	df	MeanSquare		
		ความยาวต้น	ความยาวราก	ความยาวรวม
Treatment	59	17.7671**	8.1423**	47.9861**
A	14	43.9417**	13.7515**	104.8933**
B	3	47.9066**	47.1236**	189.8677**
A x B	42	6.8895**	3.4882**	18.8826**
Error	180	0.7698	1.0556	1.7615
Total	239	4.9658	2.8050	13.1726

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง ที่เพาะเลี้ยงโดยใช้สารสกัดย่อยจากผลกำจัดต้น 3 ระดับความเข้มข้นเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำกลั่น

Source of variation	df	MeanSquare		
		ความยาวต้น	ความยาวราก	ความยาวรวม
Treatment	59	2.1487**	3.5317**	10.7635**
A	14	2.7917**	3.6446**	12.1499**
B	3	13.1530**	25.3658**	74.9615**
A x B	42	1.1484ns	1.9345ns	5.7158ns
Error	180	0.8561	1.4610	3.9325
Total	239	1.1752	1.9722	5.6188

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเจริญเติบโตด้านความยาวต้นที่เพิ่มขึ้นของต้นกล้าข้าวที่เพาะเลี้ยงโดยใช้สารแซนโทกซีลิน 4 ระดับความเข้มข้นเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำกลั่น

Source of variation	df	MeanSquare ความยาวต้นที่เพิ่มขึ้น		
		วันที่ 1-3	วันที่ 3-5	วันที่ 5-7
Treatment	9	0.7700ns	1.4270**	1.1902**
A	1	0.8066ns	2.9187**	0.3098**
B	4	1.1867ns	1.3930**	0.9039**
A x B	4	0.3441ns	1.0881*	1.6967**
Error	30	0.6107	0.2782	3.9325
Total	39	0.6475	0.5433	5.6188

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติการเจริญเติบโตด้านความยาวต้นของต้นกล้าข้าวที่เพาะเลี้ยงโดยใช้สารแซนโทกซีลิน 4 ระดับความเข้มข้นเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงโดยใช้น้ำกลั่น

Source of variation	df	MeanSquare		
		ความยาวราก	ความยาวรวม	น้ำหนักแห้ง
Treatment	59	0.6956ns	11.7799**	0.0014**
A	14	3.0250*	24.1492**	0.0093**
B	3	0.6907ns	16.9237**	0.0007**
A x B	42	0.1181ns	3.5439**	0.0001ns
Error	180	0.6667	0.8667	0.0001
Total	239	0.6733	3.3851	0.0004

* มีความแตกต่างกันทางสถิติ ** มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ
ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ประวัติผู้เขียน

นาย สืบศักดิ์ อนันต์พัฒนา เกิดเมื่อวันที่ 21 เมษายน พ.ศ. 2522 ที่จังหวัดสงขลา สำเร็จ การศึกษาระดับวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมี) จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปีการศึกษา 2543 ปี 2544 ถึงปัจจุบัน ศึกษาอยู่ระดับปริญญาโท สาขาเคมีอินทรีย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้