ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

กลไกการออกฤทธิ์ของสารกำจัดวัชพืชธรรมชาติจากน้ำมันตะไคร้หอมในวัสดุปลูกที่ต่างกัน

Mechanisms Activity of Biorational Herbicide from Volatile Oil of

Cymbopogon winterianus in Different Planting Materials

โดย

นางสาวปวิตรา ดวงจิต

นางสาวอุษณี ไหวพริบ

ได้รับการพิจารณาจาก

.....

(ผศ.ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

วันที่ 10 **เดือน** มิ.ย. **พ.ศ.**2550

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ.ดร.สมชาย กล้าหาญ)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ เดือน พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

กลไกการออกฤทธิ์ของสารกำจัดวัชพืชธรรมชาติจากน้ำมันตะไคร้หอมในวัสดุปลูกที่ต่างกัน

Mechanisms Activity of Biorational Herbicide from Volatile Oil of

Cymbopogon winterianus in Different Planting Materials

โดย

นางสาวปวิตรา ดวงจิต

นางสาวอุษณี ไหวพริบ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 73605
วัน,เดือน,ปี 20 ก.ค. 2550

b.11749220
i.....

เสนอ

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปัญหาพิเศษวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พุทธศักราช 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	:	**กลไกการออกฤทธิ์ของสารกำจัดวัชพืชธรรมชาติจากน้ำมันตะไคร้หอมในวัสดุปลูกที่ต่างกัน**
ชื่อนักศึกษา	:	**นางสาวปวิตรา ดวงจิต**
	:	**นางสาวอุษณี ไหวพริบ**
รหัสนักศึกษา	:	46041141
		46041153
สาขา	:	**การจัดการสิ่งแวดล้อมพืชสวน**
ภาควิชา	:	**พืชสวน**
คณะ	:	**เทคโนโลยีการเกษตร**
		สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	**ผศ.ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา**

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของน้ำมันตะไคร้หอมที่อยู่ในรูปของสารอีมัลชั่น คอนเซนเตรท (Emulsion concentrate) **ที่ปริมาตร** 5 **และ** 10 **ไมโครลิตร ในวัสดุเพาะ** 3 **ชนิด ได้แก่ กระดาษเพาะ ทราย และดิน ต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้ง**(*Brassica chinenis* var. parachinensis) **ในห้องปฏิบัติการ ผลการทดลองพบว่า สารผลิตภัณฑ์ ปริมาตร** 5 **และ** 10 **ไมโครลิตร สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งได้โดยสารผลิตภัณฑ์ที่** 10 **ไมโครลิตร ให้ผลในการยับยั้งมากกว่าสารผลิตภัณฑ์ที่** 5 **ไมโครลิตร การใช้สารผลิตภัณฑ์ในวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน** 3 **ชนิด พบว่า การใช้สารผลิตภัณฑ์ในดิน มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดได้น้อยที่สุด มีผลในการยับยั้งสูงขึ้นในวัสดุเพาะที่เป็นทราย และสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้งได้อย่างสมบูรณ์เมื่อใช้กระดาษเพาะเป็นวัสดุเพาะเมล็ด**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	Mechanisms Activity of Biorational Herbicide from Volatile Oil of *Cymbopogon winterianus* in Different Planting Materials
By	:	Miss Pawitta doungjit
		Miss Usanee waiprib
Code	:	46041141
		46041153
Major	:	Environmental Horticulture Management
Department	:	Horticulture
Faculty	:	Agricultural Technology
		King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Advisor	:	Assistant Professor Dr.Chamroon Laosinwattana

Abstract

The result showed that volatile oil from *Cymbopogon winterianus* at 10 µl was more strong inhibition effect on seed germination and seedling growth of Chinese mustard (*Brassica chinenis* var. parachinensis) than that of 5 µl. Among three planting materials, the inhibition effect of volatile oil from *Cymbopogon winterianus* had least effect when the soil was used as planting meterial, more stronger inhibition effect in sand and completely inhibition seed germination of Chinese mustard when germination paper was used as planting material.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

ปัญหาพิเศษเรื่อง กลไกการออกฤทธิ์ของสารกำจัดวัชพืชธรรมชาติจากน้ำมันตะไคร้หอมในวัสดุปลูกที่ต่างกัน สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาที่ช่วยกรุณาให้ คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนหาอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทดลองให้เสร็จสมบูรณ์ด้วยดี รวมทั้งขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการภาควิชาพืชสวนที่ให้ความสะดวกด้านอุปกรณ์การทดลองเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เป็นแหล่งประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เลี้ยงดูอบรมสั่งสอนและให้โอกาสทางการศึกษาจนกระทั่งสามารถบรรลุในสิ่งที่มุ่งหวังไว้

ขอขอบพระคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ คณะเทคโนโลยีการเกษตรทุกคนที่คอยเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

ปวิตรา ดวงจิต

อุษณี ไหวพริบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	I
สารบัญภาพ	II
สารบัญกราฟ	III
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	2
อุปกรณ์และวิธีการ	36
ผลการทดลอง	40
สรุปผลการทดลอง	54
วิจารณ์ผลการทดลอง	56
เอกสารอ้างอิง	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	ค่าความสมดุลของการละลายน้ำและไขมัน (HLB) และการนำสารช่วยจับผิวไปใช้ประโยชน์	18
2.	ค่าความสมดุลของการละลายน้ำและน้ำมัน (HLB) และความสามารถในการละลายน้ำของสารช่วยจับผิว	22
3.	คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของน้ำมันตะไคร้หอม	31
4.	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยในตะไคร้หอมพันธุ์ลังกาและพันธุ์ชวา	32
5.	ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในกระดาษเพาะโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	40
6.	ผลของความยาวของ ต้น ราก และความยาวของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังจากเพาะเมล็ด ในกระดาษเพาะโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	41
7.	ผลของน้ำหนักแห้งของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังจากเพาะเมล็ดในกระดาษเพาะโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	43
8.	ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในทรายโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	44
9.	ผลของความยาวของ ต้น ราก และความยาวของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังจากเพาะเมล็ด ในทรายโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	46
10.	ผลของน้ำหนักแห้งของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังจากเพาะเมล็ดในทรายโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	47
11.	ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในดินโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	48
12.	ผลของความยาวของ ต้น ราก และความยาวของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังจากเพาะเมล็ด ในดินโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	50
13.	ผลของน้ำหนักแห้งของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังจากเพาะเมล็ดในดินโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	วิถีและปฏิกิริยาลำดับต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในต้นพืช ซึ่งเป็นผลของสารช่วยจับผิว	24
2.	รูปร่างลักษณะตะไคร้	28
3.	สูตรโครงสร้างทางเคมีบางชนิดที่สำคัญของสารที่มีในสารสกัดจากตะไคร้หอม	34
4.	ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในกระดาษเพาะ โดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ หลังเพาะเมล็ด 7 วัน	43
5.	ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในทราย โดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	45
6.	ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในดิน โดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

กราฟที่ หน้า

1. กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของน้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย จากตะไคร้หอม 5 µl และ 10 µl ในวัสดุเพาะกระดาษ ทราย ดิน ต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดกวางตุ้ง 52
2. กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของน้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย จากตะไคร้หอม 5 µl และ 10 µl ในวัสดุเพาะกระดาษ ทราย ดิน ต่อความยาวรวมของเมล็ดกวางตุ้ง 52
3. กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของน้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหย จากตะไคร้หอม 5 µl และ 10 µl ในวัสดุเพาะกระดาษ ทราย ดิน ต่อน้ำหนักแห้งของเมล็ดกวางตุ้ง 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ความต้องการผลผลิตทางการเกษตรที่เพิ่มขึ้น และการขยายพื้นที่ในการผลิตมีขอบเขตจำกัด จึงจำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบหลายๆ อย่างเพื่อช่วยเพิ่มคุณภาพและปริมาณให้มากตามความต้องการด้วยการให้ปุ๋ย การใช้สารเคมีเพื่อป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และการชลประทานที่ดี การใช้สารเคมีหรือวัสดุมีพิษในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยมีสารเคมีเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีสังเคราะห์ บางชนิดจะมีความคงทนและมีการสลายตัวได้ช้ามาก เกิดการสะสมอยู่ในดินและผลผลิตทางการเกษตร ทำให้เป็นอันตรายต่อผู้ใช้และผู้บริโภค รวมทั้งก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ในปัจจุบันมนุษย์จึงได้ตระหนักถึงพิษภัยอันเกิดจากการปนเปื้อนของสารเคมีต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมและพยายามหันเข้าสู่ธรรมชาติ (bank to nature) มากขึ้น ลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรแล้วพยายามนำสารธรรมชาติมาใช้กำจัดศัตรูพืชทางการเกษตรแทน (ศิริพร และ ชอุ่ม, 2537) ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงได้มีการศึกษาและวิจัยสารเคมีที่ได้จากพืชซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เพื่อใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชทดแทนการใช้สารเคมี เพราะสารเคมีที่ได้จากพืชส่วนใหญ่จะมีการสลายตัวได้เร็วและมีพิษตกค้างน้อย (เสียง, 2532)

พืชแต่ละชนิดมีลักษณะทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกันมีการสร้างสารเคมีขึ้นภายในต้นปลดปล่อยออกมาเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตของพืชอื่นๆ ที่อยู่ใกล้เคียง ซึ่งเป็นลักษณะหนึ่งของการแข่งขันกันของพืช เรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นว่า อัลลีโลพาที (รังสิต, 2527) โดยได้มีการศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีในพืชมากมายหลายชนิด เพื่อที่จะได้เรียนรู้ถึงการแข่งขันกันของพืชและนำไปเป็นประโยชน์ทางด้านการเกษตร ซึ่งได้มีรายงานการศึกษาผลของสารสกัดจากวัชพืชสาบหมาด้วยสารละลายเมธานอล 70% ซึ่งมีผลยับยั้งต่อการงอกและการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลี ผักโขมหนาม ผักโขมหัด ปืนนกไส้ อย่างมาก (ศิริพรและชอุ่ม, 2537) หรือจากการศึกษาผลของสารสกัดจากใบของทานตะวันแม็กซิกัน สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดกะหล่ำปลี ข้าวโอ๊ต หอมหัวใหญ่ มะเขือเทศและข้าวสาลี และทำให้เกิดการเจริญเติบโตของส่วนยอดและรากลดลง (Tongma *et al.*,1997)

ในการศึกษานี้ได้ทดลองนำน้ำมันหอมระเหยจากพืชคือ ตะไคร้หอม มาทดสอบศักยภาพในด้านการควบคุมการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้ง ซึ่งเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยและประยุกต์ใช้ในการเกษตรต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

1. อัลลีโลพาทีและสารอัลลีโลเคมิคอล

ในธรรมชาติพืชต่างๆ จะมีความสัมพันธ์ทางด้านชีวเคมีต่อกัน โดยพืชชนิดหนึ่งผลิตสารเคมีซึ่งส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มสารทุติยภูมิ และปลดปล่อยสารเหล่านั้นออกสู่สภาพแวดล้อมทำให้เกิดผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชอื่นๆ รวมถึงจุลินทรีย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม ปรากฏการณ์นี้ได้มีการบัญญัติศัพท์ขึ้นโดย Molisch ในปี ค.ศ.1937 (Putnam,1985) ว่าอัลลีโลพาที (allelopathy) ซึ่งประกอบด้วยศัพท์ภาษากรีก 2 คำคือ allelon หมายถึงซึ่งกันและกัน และอีกคำหนึ่งคือ pathos หมายถึงเดือดร้อนหรือทำให้เกิดอันตราย โดย Molisch ได้ให้ความหมายไว้ว่าเป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีระหว่างพืชชนิดต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ซึ่งจะมีผลทั้งทางด้านการยับยั้งและกระตุ้นการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ซึ่ง Putnam (1985) ได้อธิบายความหมายของอัลลีโลพาทีเพิ่มเติมว่าเป็นผลกระทบของพืชชั้นสูงชนิดหนึ่งที่มีต่อการงอก การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชอีกชนิดหนึ่งอาจมีผลดีและผลเสียในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชรวมถึงจุลินทรีย์ และเรียกสารเคมีที่ก่อเกิดปรากฏการณ์นี้ว่า สาร อัลลีโลเคมิคอล (allelochemicals) อัลลีโลพาทีเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นทั่วไป เช่น ในระบบนิเวศน์เกษตรและระบบนิเวศน์ป่าไม้ โดยเฉพาะในระบบนิเวศน์เกษตรนั้นมีการศึกษาถึงผลทางอัลลีโลพาทีของพืชปลูกต่อพืชปลูก พืชปลูกต่อวัชพืช วัชพืชต่อวัชพืช ตลอดจนวัชพืชต่อพืชปลูกซึ่งมีการศึกษาทั้งในไทยและต่างประเทศ เพื่อนำผลทางการศึกษามาพัฒนาปรับปรุงระบบเกษตรให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นโดยต้นทุนการผลิตลดลงและไม่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อม เช่น การจัดการปลูกพืชโดยการปลูกพืชแซม หรือปลูกพืชหมุนเวียนที่มีผลทางด้านอัลลีโลพาทีต่อวัชพืช ในปัจจุบันพบว่ามีพืชปลูกหลายชนิดสามารถสร้างสารอัลลีโลเคมิคอลและมีผลต่อการเจริญเติบโตของวัชพืชต่างๆ ในพื้นที่เกษตรกรรม เช่น ข้าวบาร์เร่ (*Hordeum vulgare*) ผักกาดเขียว (*Brassica nigra* L.) เป็นต้น จึงเป็นอีกแนวทางเลือกหนึ่งในการควบคุมวัชพืชโดยชีวภาพ(Weston.1996) และเชื่อว่าสารเหล่านี้จะสามารถนำมาใช้ในการเป็นสารต้นแบบในการสังเคราะห์สารควบคุมวัชพืชชนิดใหม่ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมลดลง (Dhou,1995b; Duke and Abbas,1995; Kim,1995; Macias,1995)

สารอัลลีโลเคมิคอลในพืชเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ได้จากขบวนการเมทาบอลิซึมของพืช ซึ่งมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์ แต่ในปริมาณความเข้มข้นต่ำสามารถกระตุ้นและเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้ สารอัลลีโลเคมิคอล แบ่งออกได้ดังนี้คือ กลุ่มกรดอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ (water soluble orgaic acids) แอลกอฮอล์โซ่ตรง (straight-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

chainalcohols) อะลิฟาติก (aliphatics) อัลดีไฮด์ (aldehydes) และคีโตน (ketones) กลุ่มกรดอะโรมาทิก (aromatic acids) กลุ่มน้ำตาลแลคโทนไม่อิ่มตัว (simple unsaturated lactones) กลุ่มคูมาริน (coumarins) กลุ่มควิโนน (quinones) กลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) กลุ่มแทนนิน (tannins) กลุ่มแอลคาลอยด์ (alkaloids) และไซยาโนไฮดริน (cyanohydrins) กลุ่มเทอร์พีนอยด์ (terpenoids) และสเตอรอยด์ (steroids) กลุ่มก๊าซพิษ (toxic gas) กลุ่มกรดไขมันโซ่ยาว (long-chain fatty acid) และพอลิอะเซทิลีน (polyacetylene) กลุ่มกรดซินนามิกและอนุพันธ์ (cinnamic acids and derivatives) กลุ่มกรดอะมิโน (amino acids) และพอลิเพปไทด์ (polypeptides) กลุ่มซัลไฟด์ (sulfides) และมัสตาร์ดออยด์ไกลโคไซด์ (mustard oil glycosides)กลุ่มพิวรีน (purines) และนิวคลีโอไซด์ (nucleosides) และกลุ่มไซยาโนเจนิกไกลโคไซด์ (cyanogenic glycosides) (Rice,1984; Putnam,1985; Rizvi and Rizvi,1992; Rama Devi *et al.*,1997; Zimdahl,1999) ปริมาณการสร้างสารอัลลีโลเคมิคอลในพืชจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ชนิดของพืช สายพันธุ์พืช ส่วนของพืช อายุ ระยะการเจริญเติบโตและสภาวะความเครียดจากสภาพแวดล้อมต่างๆ (Bendal,1975; Chang-yeon *et al.*, 1995; Kim,1995; Premasthira and Zungsonthipom, 1995)

2. การปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมิคอลสู่สภาพแวดล้อม

สารอัลลีโลเคมิคอลจากพืชชนิดหนึ่งจะมีผลได้นั้นต้องมีการปลดปล่อยสารดังกล่าวออกมาสู่สภาพแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งการปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมิคอลจากพืชขั้นสูงที่ผลิตสารขึ้นมาออกสู่สภาพแวดล้อมสามารถเกิดขึ้นได้ 4 วิธี คือ

1. การระเหย (volatilization) สารอัลลีโลเคมิคอลจะถูกปลดปล่อยออกมาจากส่วนต่างๆ ของพืชสู่บรรยากาศรอบๆ ต้นพืช ซึ่งสารที่ระเหยออกจากพืชส่วนมากจะเป็นสารที่อยู่ในกลุ่มเทอร์พีนอยด์ สารในกลุ่มนี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหย เช่น สารระเหยจากยูคาลิปตัส

2. การชะล้าง (leaching) สารอัลลีโลเคมิคอลจะถูกปลดปล่อยออกจากพืชโดยการชะล้างของน้ำฝน น้ำค้างหรือน้ำที่ใช้กับพืช น้ำเหล่านี้จะเป็นตัวทำละลายสารอัลลีโลเคมิคอลจากพืชผู้ผลิตและนำพาสารดังกล่าวไปยังพืชอื่นๆ เช่น พืชพวกสน (*Pinus densiflora*) มีสารอัลลีโลเคมิคอลที่สามารถละลายออกมากับน้ำฝนและแสดงความเป็นพิษกับพืชบริเวณนั้นได้ (Rice, 1984)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การปลดปล่อยออกทางราก (root exudation) เป็นการปลดปล่อยสารออกจากต้นพืชโดยการขับออกทางราก เช่น วัชพืช *Echinacea angustifolia* ซึ่งอยู่ในวงศ์ ASTERACEAE มีการปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมิคอลออกมาทางรากทำให้การเจริญเติบโตของต้นกล้าในด้านความยาวส่วนราก และปริมาณคลอโรฟิลล์ของผักกาดหอม (*Lactuca sativa* Linn.) *Panicum virgatum* และ *Sporobulus heterolepsis* ลดลง (Viles and Reese, 1996)

4. การสลายตัวของซากพืช (decomposition of plant residue) เป็นการปลดปล่อยสารออกมาจากใบหรือส่วนต่างๆ ของพืชที่ร่วงหล่นลงบนพื้นดิน หรือทับถมอยู่ในดินและเกิดการเน่าเปื่อยตามธรรมชาติ หรือถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดินและปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมีคอลออกมาทำให้มีผลกระทบต่อพืชอื่นทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น สารที่ปลดปล่อยจากซากถั่วอัลฟัลฟ่าสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของแตงกวา (*Cucumis sativus* L.) (Ells and Mcsay, 1991)

3. ผลของสารอัลลีโลเคมิคอลต่อการเจริญเติบโตของพืช

สารอัลลีโลเคมิคอลเมื่อถูกปลดปล่อยออกมาสู่สภาพแวดล้อมจะมีผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของพืชอื่นๆ ที่ได้รับสารเข้าไป โดยทางตรงจะเป็นผลที่มีต่อลักษณะต่างๆ ของการเจริญเติบโตและกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช ส่วนผลทางอ้อมจะเป็นต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดิน สภาพของธาตุอาหาร การเปลี่ยนแปลงประชากรและกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ทั้งที่เป็นอันตรายและเป็นประโยชน์ต่อพืช ผลสารอัลลีโลเคมิคอลอาจเกิดจากผลรวมของสารหลายชนิดทำปฏิกิริยาร่วมกันและมีผลกระทบต่อกระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการพร้อมๆ กันหรือต่อเนื่องกัน(Rizvi and Rizvi,1992) ผลกระทบสารอัลลีโลเคมิคอลที่มีต่อกระบวนการหรือปฏิกิริยาต่างๆ ของพืชที่เป็นผู้รับสารนั้นเกิดขึ้นได้ดังนี้

1. การแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ สารที่มีต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าส่วนมากจะมีกลไกการออกฤทธิ์โดยไปยับยั้งการแบ่งเซลล์และการยืดตัวของเซลล์ เช่น การแบ่งตัวของเซลล์รากพืชจะถูกยับยั้งโดยกรดพาราซอบิก (parasorbic acid) สารคูมารินและสารสโคโปเลทิน (scopoletin) (Rice, 1984)

2. ปฏิกิริยาร่วมกับฮอร์โมนพืช สารสโคโปเลทินจะมีบทบาทในการยับยั้งการทำงานของออกซิน (auxin) ในพืช (Rice, 1984) ส่วนการเจริญเติบโตของไฮโพคอทิล (hypocotyl) ของต้นกล้าแตงกวาจะถูกยับยั้งโดยสารแทนนิน ซึ่งมีผลต่อการยับยั้งการสร้างจิบเบอเรลลิน (gibberellins) ในพืช (Geissman and Phinney, 1972)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การสังเคราะห์แสง มีรายงานว่าสารสกัดจาก Parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.) มีผลยับยั้งการสร้างคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ในใบผักตบชวา (*Eichhornia crassipes*) (Pandey *et al.*, 1993) และการผสมผักปอดนา (Sphenoclea zeylanica) ลงในดินที่มีน้ำขังประมาณ 3 สัปดาห์ แล้วปลูกพืชทดสอบ 5 ชนิด คือ ข้าวเจ้า (*Oryza sativa*) กกขนาก (*Cyperus difformis*) หญ้ายอนหู (*Leptocchloa chinensis*) หญ้าปล้องละมาน (*Echinochloa crus-galli*) และกระเม็ง (*Eclipta alba*) พบว่าพืชทดสอบทุกชนิดมีสีเขียวจางลง (Premasthira and Zungsonthipom, 1995)

4. การหายใจ สารประกอบฟีนอลิก (phenolic) เป็นสารอัลลีโลเคมิคอลที่มีผลต่อการทำงานของไมโตรคอนเดรีย (mitochondria) และกระบวนการหายใจของพืช Rivzi and Rivzi (1992) รายงานว่ากรดฟีนอลิก คูมารินและฟลาโวนอยด์จะยับยั้งการใช้ออกซิเจนในคลอโรพลาส (chloroplast) ของ *Spinacia oleracea* L. และยับยั้งการเคลื่อนย้ายอิเลกตรอนในไมโทคอนเดรียในไฮโพคอทิลของถั่วเขียว (*Vigna radiata*)

5. การดูดซึมธาตุอาหาร พืชที่ได้รับสารอัลลีโลเคมิคอลจะทำให้การดูดซึมธาตุของพืชลดน้อยลง เช่น สารสกัดจากใบแห้งของ parthenium มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการดูดน้ำและธาตุอาหารของรากผักตบชวาลดลง (Pandey*et al.*, 1993)

6. การสังเคราะห์โปรตีน สารอัลลีโลเคมิคอลหลายชนิดมีผลกระทบต่อการสังเคราะห์โปรตีน โดยมีรายงานว่ากรดซินนามิกและเฟอรูลิก (ferulic) ซึ่งเป็นสารอัลลีโลเคมิคอลมีผลทำให้การสังเคราะห์โปรตีนของต้นกล้าผักกาดหอมลดลง (Cameron and Julian, 1980)

7. ความสามารถของเมมเบรนในการยอมให้สารซึมผ่าน จากการศึกษาของ Rice (1984) พบว่ามีสารระเหย 2 ชนิดของกลุ่มเทอร์พีนอยด์ คือ สารซินีโอล (cineole) และสารไดเพนทีน (dipentene) จากใบของ *Salvia leucophylla* จะลดความสามารถในการยอมให้สารซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์

8. การสังเคราะห์เลกฮีโมโกลบินและการตรึงไนโตรเจน วัชพืชหลายชนิดที่พบหลายชนิดที่พบในไร่นาจะยับยั้งการเจริญเติบโตของไรโซเบียมและยับยั้งการสร้างปมในพืชตระกูลถั่วตลอดจนการสังเคราะห์เลกฮีโมโกลบินในปมพืชตระกูลถั่วด้วย (Rice, 1984)

การใช้สารธรรมชาติจากพืชในทางการเกษตรสามารถใช้ได้หลายวิธี การใช้สารธรรมชาติจากพืชเพื่อควบคุมป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยลดการใช้สารเคมีให้น้อยลง การนำสารจากพืชในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์เพื่อกำจัดศัตรูให้ได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ จะต้องพิจารณาถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเลือกชนิดของพืช (มารศรี, 2532)

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ซึ่งจะประกอบด้วย ลักษณะรูปร่างภายนอก (morphology) ส่วนลักษณะรูปร่างภายใน ดูลักษณะเนื้อเยื่อภายในของพืชแต่ละชนิด

1.2 องค์ประกอบทางเคมีในพืช ซึ่งมีทั้งสารประกอบพื้นฐานที่พบโดยทั่วไปในพืชทุกชนิด เช่น คาร์โบไฮเดรท น้ำตาล แป้ง สารประกอบเชิงซ้อน (secondary constituens) เป็นสารประกอบที่พบจำกัดโดยพืช ซึ่งเป็นสารที่พืชสร้างขึ้นมาจากสารประกอบพื้นฐานที่เกิดจากเอนไซม์ ทำปฏิกิริยาผิดตัวหรือเกิดจากพืชพยายามกำจัดสิ่งที่ไม่ต้องการออกไป หรือเกิดจากปฏิกิริยาถูกขัดขวาง สารที่ถูกสะสมไว้จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นสารอื่น เช่น อัลคาลอยด์ (alkaloids) ไกลโคซายด์ (glycosides) และน้ำมันหอมระเหย (volatile oils) เป็นต้น โดยการเลือกพืชที่มีสารของชอุ่ม (2536) สังเกตได้ดังนี้

- พืชที่ขึ้นอยู่ในธรรมชาติมีโรคหรือแมลงเข้าทำลายหรือไม่ ถ้าไม่มีแสดงว่าพืชนั้นมีสารที่เป็นพิษต่อโรคและแมลง เช่น สะเดา ตองตึง เป็นต้น

- เป็นพืชที่อดีตเคยใช้เป็นยาฆ่าแมลงมาก่อน เช่น ใบน้อยหน่าใช้ฆ่าเหา น้ำล้างใบยาสูบใช้ฆ่าเพลี้ยบนใบพริก เป็นต้น

- สังเกตพืชปลูกว่า เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตแล้วปลูกพืชอื่นๆ ตามพืชนั้น พืชที่ปลูกตามมีลักษณะแคระแกร็น หรือไม่สมบูรณ์หรือไม่ ถ้าพืชที่ปลูกตามมามีลักษณะดังกล่าวคาดว่าพืชที่ปลูกก่อนอาจจะมีสารซึ่งเป็นพิษต่อพืชอื่นได้ เช่น งา ถั่วเขียว เป็นต้น

- พืชที่มีน้ำมันหอมระเหย หรือพืชที่มีกลิ่น เช่น ตะไคร้หอม ข่า สาบเสือ เป็นต้น

2. อายุของพืช เนื่องจากในช่วงอายุของการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลมากกับคุณภาพและปริมาณของสารที่พบหรือขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมมีผลต่อปริมาณของสารที่พบ เช่น ผักปอดนาในระยะการเจริญเติบโตเต็มที่คือระยะที่ติดเมล็ดแล้วและเมล็ดเริ่มแก่จะมีสารที่เป็นพิษต่อพืชมากกว่าผักปอดนาที่มีอายุน้อยหรือยังไม่ออกดอก เป็นต้น

3. ส่วนของพืช แต่ละส่วนของพืชจะมีสารพิษแตกต่างกันโดยทั่วไปพืชจะมีสารพิษสะสมมากอยู่ในเมล็ด ผล ใบ ลำต้น และรากตามลำดับ เช่น สะเดา มีสารออกฤทธิ์ที่เมล็ดมากกว่าใบ และเปลือกของลำต้น งา เมล็ดจะมีสารที่เป็นพิษต่อพืชมากกว่าลำต้นและราก ใบยาสูบมีสารพิษอยู่ที่ใบ โล่ติ้นมีสารออกฤทธิ์ที่ราก และไพเรทรัมมีสารออกฤทธิ์มากที่ดอก (มารศรี, 2532)

การใช้สารสกัดจากพืช วิธีการใช้สารสกัดจากพืชให้ได้ผลนั้น กระทำได้หลายวิธี ชอุ่ม (2536) ได้แบ่งออกเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การฉีดพ่น นำสารสกัดจากพืชมาฉีดพ่น สารสกัดพวกนี้มีพิษต่อแมลงโดยตรงเมื่อแมลงได้รับจะตายทันที เช่น สารพวกนิโคตินในใบยาสูบมีผลต่อระบบหายใจของแมลง สารประเภทอซาดิแรคตินในเมล็ดสะเดาจะยับยั้งการกินอาหารของแมลงและเป็นสารไล่แมลง แต่การฉีดพ่นสารแก่วัชพืชมักไม่ได้ผลเพราะสารจากพืชสลายตัวเร็วและวัชพืชฟื้นขึ้นมาอีกและต้องใช้พืชปริมาณมากจึงไม่สะดวกในการปฏิบัติ

2. การหยอด การบดชิ้นส่วนพืชให้ละเอียดเป็นผงและหยอดที่โคนต้นพืช

3. การหว่าน การบดชิ้นส่วนของพืชให้ละเอียดหรือตัดเป็นท่อนแล้วหว่านในพื้นที่ที่ต้องการควบคุมศัตรูพืช

4. การคลุก โดยนำชิ้นส่วนพืชกลบลงในดิน วิธีนี้ใช้ควบคุมแมลงและวัชพืช จะควบคุมการงอกของเมล็ดวัชพืชและยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช

ข้อจำกัดในการใช้สารสกัดจากพืช การใช้สารจากธรรมชาติเพื่อควบคุมศัตรูพืชสามารถช่วยลดการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืช แต่ เสียง (2532) กล่าวว่ามีข้อจำกัด คือ

1. สลายตัวค่อนข้างเร็ว ควรฉีดพ่นตอนใกล้ค่ำหรือเวลาเช้ามืด ควรผสมสารจับใบด้วย

2. สารสกัดจากพืชส่วนใหญ่มีฤทธิ์ค่อนข้างแคบ

3.สารออกฤทธิ์บางกลุ่มของพืชอาจจะไม่สามารถสกัดโดยการใช้น้ำธรรมดาจำเป็นต้องใช้สารเคมีที่เหมาะสมทำให้เสียค่าใช้จ่ายและไม่เหมาะสมต่อเกษตรกรหรือชาวบ้าน

4.ปริมาณของวัตถุดิบที่เป็นพืชและนำมาสกัดต้องใช้ค่อนข้างมาก

5. สารสามารถใช้ในพื้นที่ไม่กว้างนัก (ชอุ่ม, 2536)

4. การศึกษาผลทางอัลลิโลพาทีในระบบการเกษตร

ในระบบนิเวศเกษตรมีผลการศึกษาถึงผลทางอัลลิโลพาทีของพืชปลูกต่อพืชปลูก ปลูกพืชต่อวัชพืช วัชพืชต่อวัชพืช ตลอดจนวัชพืชต่อพืชปลูก โดยมีรายงานการศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก สำหรับในประเทศไทย ปรีชา ธรรมานนท์ (2516) รายงานการนำน้ำสกัดจากเหง้าหญ้าคา (*Imperata cylindrica* L.) ในอัตรา 100 75 50 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มาเปรียบเทียบกับน้ำโดยทดสอบกับเมล็ดยูคาลิปตัส สนสามใบ (*Pinus* sp.) สนจีน (*Cupresus arizonica*) ควินิน (*Cinchona ledgeriana* Moena) แคแสด (*Spathodea campampanulata*) และทานตะวัน ปรากฏว่าเมล็ดพืชทดสอบทั้งหมดที่เพาะในน้ำสกัดจากเหง้าหญ้าคาในทุกอัตราไม่มีการงอกเลย ยกเว้นเมล็ดทานตะวันสามารถงอกได้ 2 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำสกัด 25 เปอร์เซ็นต์ แต่ต้นอ่อนเหี่ยวเฉาและตายใน 3 สัปดาห์ต่อมา พิสมัย ฤทธิทิศ (2527) ได้ศึกษาผลการแก่งแย่งและอัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลีโลพาทีของวัชพืชบางชนิดที่มีต่อถั่วเขียวพบว่าส่วนที่สกัดจากส่วนเหนือดินของวัชพืชพวกแห้วหมู (*Cyperus rotundus*) หญ้าคา หญ้าขน (*Brachiaria mutica*) ผักโขม (*Amaranthus gracilis*) และ น้ำนมราชสีห์ (*Euphobia hirta* Linn.) เมื่อนำไปทดสอบการงอกและการยืดยาวของเรดิเคิล (radicle) ตลอดจนนำสารสกัดไปรดต้นถั่วเขียวในกระถางปลูกพบว่า มีการยับยั้งการยืดยาวของเรดิเคิล การเจริญเติบโต การสะสมน้ำหนักแห้ง ตลอดจนทำให้ผลผลิตของถั่วเขียวลดลง ชอุ่ม เปรมัษเฐียร และศิริพร ซึงสนธิพร (2531) ได้ศึกษาการนำน้ำและสารอินทรีย์จำพวกอะซีโตน และเมทานอลสกัดสารจากงา (*Sesamum indicum* L.) มาทดสอบกับข้าวเจ้าพันธุ์กข.23 พบว่ามีสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชอยู่ทุกส่วนของต้นงา สารยับยั้งการเจริญเติบโตนี้จะมีมากที่สุดในฝัก และลดลงในใบ ลำต้น และราก ตามลำดับ ซึ่งต่อมา ชอุ่ม เปรมัยเฐียร (2533) รายงานว่าสารสกัดจากงาอัตรา 1.0 กรัมของน้ำหนักสดมาทดสอบการเจริญเติบโตของหญ้าและวัชพืชใบกว้าง ได้แก่ หญ้าตีนติด (*Brachiaria reptans* L.) หญ้าสอนกระจับหรือหญ้าปุ้ง (*Cenchrus echinatus* L.) หญ้ารังนก (*Chloris barbata* Sw.) ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* L.) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และวัชพืชอื่นอีกหลายชนิดพบว่า สารสกัดจากงาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชเหล่านี้ได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับวัชพืชที่ไม่ได้รับสารสกัดส่วนศิริพร ซึงสนธิพร (2535) และศิริพร ซึงสนธิพร และชอุ่ม เปรมัษเฐียร (2536) รายงานผลการศึกษาสารสกัดจากวัชพืชสาบหมา (*Eupatorium adenophorum*) พบว่าสารสกัดมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวและวัชพืชหลายชนิด สารสกัดดังกล่าวสามารถยับยั้งการงอกอย่างรุนแรง (90 – 100 เปอร์เซ็นต์) ต่อวัชพืช 8 ชนิด คือผักโขมหนาม ผักโขมหัด (*Amaranthus virids* L.) ปืนนกไส้ (*Bidens pilosa* L.) กระดุมใบใหญ่ (*Borereia alata*) กระหล่ำปลี (*Brassica oleracea* L.) หงอนไก่ป่า (*Celosia argentium* Linn.) นอกจากนี้ยังพบว่า วัชพืชและพืชปลูกที่นำมาทดสอบทุกชนิดมีการเจริญเติบโตลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดจากวัชพืชสาบหมาเพิ่มขึ้น ในขณะที่ สุชาดา อยู่ประเสริฐ (2535) ศึกษาผลของสารสกัดจากต้นงาสดพบว่า สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตทางด้านความสูงของลำต้น และความยาวรากของต้นกล้าถั่วเขียว ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และงา ซึ่งชอุ่ม เปรมัษเฐียร (2537) รายงานว่าสารสกัดจากต้นงาเป็นสารพวกซีซาโมลิน (sesamiolin) ซีซามิน (sesamin) สารผสมของคอมพีสเตอรอยด์ (compesterol)เบต้า-ซิโตสเตอรอยด์ (β-sitosterol) และสติกม่าสเตอรอยด์ (stigmasterol) ซึ่งสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของต้นกล้าวัชพืชที่พบในสภาพไร่ทั่วไป เช่น หญ้าตีนติด หญ้ารังนก หญ้าปากควาย หญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis*) หญ้าขจรจบ (*Pennisetum* spp.) และโสนขนได้ นอกจากนั้นจากการสกัดแยกสารจากต้นงาด้วยเฮกเซน คลอโรฟอร์มและเมทธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอลพบว่า มีสารประมาณ 10 ชนิดที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของข้าวโดยสารซีซาโมลิน จะยับยั้งได้ดีที่สุด รองลงมาคือสารซีซามิน สารผสมสเตอรอยด์ (mixture of steroid) สารผสมกรดคาร์บอกซิลิกโซ่ตรง (mixture of long chain carboxylic acids) และสารผสมเอสเทอร์โซ่ตรง (mixture of long chain esters) ตามลำดับ (อุดม ก๊กผลและคณะ, 2538) ส่วนอุไร เพ่งทิศ (2539) ศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของวัชพืช 10 ชนิด โดยใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกันพบว่าเมทธานอลเป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดในการสกัดสารอัลลีโลเคมิคอลจากส่วนต่างๆ ของวัชพืช โดยสารสกัดที่ได้จากส่วนรากของแห้วหมู ส่วนต้นของผักเบี้ยหินและน้ำนมราชสีห์ จะมีผลทางอัลลีโลพาทีมากที่สุดคือ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้าถั่วงอก (*Glycine max* L.) ได้สูงสุด ต่อมา ชอุ่ม เปรมัษเฐียรและศิริพร ซึงสนธิพร (2543) ได้รายงานผลการศึกษาสารสกัดจากผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum* Linn.) สดและแห้งที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชชนิดต่างๆ ในอัตราความเข้มข้นของสารสกัด 1.0 2.5 และ 5.0 กรัมต่อน้ำหนักสดพบว่าที่อัตราความเข้มข้นของสารสกัด 1.0 กรัมต่อน้ำหนักสดของผักเบี้ยหินสดและผักเบี้ยหินที่ทำให้แห้งในช่วงเวลา 1 2 3 และ 4 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวโพด ถั่วเหลืองและถั่วเขียว และสารสกัดดังกล่าวมีผลต่อการงอกของแตงกวา ผักกาดขาว (*Brassica Juncea* L.) และผักบุ้ง (*Ipomoes aquatica* L.) เพียงเล็กน้อย ในขณะที่สารสกัดจากผักเบี้ยหินสดมีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดผักคะน้า (*Brassica alboglabra* Bailey) ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น ศิริพร ซึงสนธิพร และชอุ่ม เปรมัษเฐียร (2543) ยังได้รายงานผลการศึกษาสารสกัดด้วยน้ำจากใบเทียนหยด (*Duranta repena* Linn.) ต่อการเจริญเติบโตของไมยราบยักษ์ ซึ่งพบว่าไมยราบยักษ์เจริญเติบโตลดลงเมื่อได้รับสารสกัดจากเทียนหยดในอัตราที่เพิ่มสูงขึ้นทุกช่วงระยะเวลาที่ทำการทดสอบ และเมื่ออัตราความเข้มข้นของสารที่ได้รับเพิ่มเป็น 1.0 กรัม ทั้งรากและต้นของไมยราบยักษ์ถูกยับยั้งการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์

5. วิธีการสกัดและแยกน้ำมันหอมระเหย

การสกัดหรือแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากพืชนั้น ได้เริ่มทำกันมานานตั้งแต่โบราณกาล เริ่มจากมนุษย์นำพรรณไม้หอมและดอกไม้ที่มีกลิ่นหอม ไปแช่น้ำแล้วนำไปดื่ม นำไปอาบ ต่อมาได้วิวัฒนาการก้าวหน้าขึ้นโดยการต้ม กลั่นด้วยน้ำ,ไอน้ำ การใช้ไขมันดูดซับ การสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ ซึ่งแต่ละวิธีมีจุดประสงค์ก็เพื่อที่จะสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยและกลิ่นหอมออกมาใช้ให้มากที่สุด และมีคุณภาพดีที่สุด การที่จะสกัดน้ำมันหอมให้ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุดนั้นจำเป็นต้องศึกษาธรรมชาติและสรีระของพรรณไม้ชนิดนั้นๆ ต้นไม้บางชนิดมีสรีระไม่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางชนิดเมื่อเด็ดจากต้นแล้วกลิ่นลดลง เช่น กุหลาบ ฯลฯ การที่จะใช้วิธีสกัดและแยกน้ำมันหอมระเหย จึงต้องพิจารณาให้รอบคอบ เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยประกอบด้วยสารประกอบหลายตัว ทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว ดังนั้น การแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืชที่ทำกันมากที่สุดก็คือ การกลั่น (distillation) การสกัดด้วยไขมันเย็น (enflourage) การสกัดด้วยไขมันร้อน (maceration) การสกัดด้วยตัวทำละลายระเหยง่าย (solvent extraction) การบีบอัด (cold press method) และการสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติ (supereritical carbondioxide extraction)

1.การกลั่น (distillation)

หลักการของการกลั่น คือ น้ำร้อนหรือไอน้ำเข้าไปแยกน้ำมันหอมระเหยออกมาจากพืช โดยการแทรกซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อพืช ความร้อนจะทำให้สารละลายออกมากลายเป็นไอปนมากับน้ำร้อนหรือไอน้ำนั้น อย่างไรก็ดี การกลั่นเพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดีนั้น ต้องอาศัยเทคนิคขบวนการทางเคมีและกายภาพหลายอย่างประกอบกัน โดยทั่วๆ ไปเทคนิคการกลั่นน้ำมันหอมระเหยที่ใช้กันอยู่มี 3 วิธี ได้แก่

1.1 การกลั่นด้วยน้ำร้อน (water distillation & hyd-didtillation) เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดของการกลั่นน้ำมันหอมระเหย การกลั่นโดยวิธีนี้พืชที่กลั่นต้องจุ่มอยู่ในน้ำเดือดทั้งหมด พืชบางชนิดเบาอาจจะลอยน้ำก็ได้ แล้วแต่ความถ่วงจำเพาะของพืชนั้น การให้ความร้อนกับน้ำอาจให้ไปโดยรอบ หรือให้ท่อไอน้ำผ่านการกลั่น น้ำมันหอยระเหยนี้ใช้กับของที่ติดกันง่ายๆ เช่น ใบไม้บางๆ กลีบดอกไม้อ่อนๆ

1.2 การกลั่นด้วยน้ำและไอน้ำ (water and steam distillation) การกลั่นโดยวิธีนี้ใช้ตะแกรงรองพืชที่จะกลั่น ให้เหนือระดับน้ำในหม้อกลั่น ต้มให้เดือด ไอน้ำจะลอยตัวขึ้นไปผ่านพืชหรือตัวอย่างที่จะกลั่น ส่วนน้ำจะไม่ถูกกับตัวอย่างเลย ไอน้ำจากน้ำเดือดเป็นไอน้ำที่อิ่มตัวหรือที่เรียกว่า ไอเปียก ไม่ร้อนจัด เป็นการกลั่นที่สะดวกที่สุด คุณภาพของน้ำมันออกมาดีกว่าวิธีแรก การกลั่นแบบนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันหอมระเหยทางการค้า

1.3การกลั่นด้วยไอน้ำ (direct stream distillation) วิธีนี้ วางพืชอยู่บนตะแกรงในหม้อกลั่น ซึ่งไม่มีน้ำอยู่เลย ไอน้ำภายนอกที่อาจจะเป็นไอน้ำเปียกหรือไอร้อนจัด ใช้ความดันสูงกว่าบรรยากาศ ส่งไปตามท่อใต้ตะแกรง ให้ไอผ่านขึ้นไปถูกกับพืชบนตะแกรง ไอน้ำต้องมีปริมาณเพียงพอที่จะช่วยให้น้ำมันแพร่ระเหยออกมาจากพืช พืชบางชนิดอาจใช้ความร้อนได้ แต่บางชนิดต้องใช้ไอเปียก น้ำมันจึงจะถูกปล่อยออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการกลั่นน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 วิธีนี้ สามารถทำเองได้ มีอุปกรณ์ที่สำคัญสำหรับใช้กลั่น 3 อย่าง คือ หม้อกลั่น (still) เครื่องควบแน่น (condenser) และภาชนะรองรับ (receiver) การกลั่นด้วยไอน้ำจะต้องมีหม้อต้มน้ำ (boiler) สำหรับทำไอน้ำเพิ่มอีกอย่างหนึ่ง

หม้อกลั่น (still) น้ำหรือไอน้ำจะสัมผัสกับพืชในภาชนะ ซึ่งมีรูปร่างที่ง่ายที่สุดเป็นถังทรงกระบอกทำด้วยเหล็กหรือทองแดงเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าหรือน้อยกว่าความสูงเล็กน้อย มีฝาเปิด-ปิดได้ ด้านบนมีท่อต่อสายรัดให้ไอน้ำพาน้ำมันหอมระเหยไปสู่เครื่องควบแน่น ถ้าเป็นการกลั่นแบบใช้น้ำผสมไอน้ำ ต้องมีตะแกรงวางตัวอย่างที่จะกลั่นให้สูงกว่าก้นหม้อกลั่น ส่วนการกลั่นด้วยไอน้ำ ไอน้ำจะถูกฉีดเข้าไปใต้ตะแกรง ก้นหม้อกลั่นต้องมีท่อก๊อกระบายน้ำที่กลั่นตัวลงหม้อกลั่น และฝาควรมีฉนวนหุ้มกันความร้อนสูญหาย

เครื่องควบแน่น (condenser) ส่วนผสมของไอน้ำและน้ำมันหอมระเหย ที่ออกมาจากหม้อกลั่น จะถูกส่งผ่านไปยังเครื่องควบแน่น ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไอน้ำและน้ำมันหอมระเหยให้เป็นของเหลว ลักษณะเป็น coil ม้วนอยู่ใต้ถังที่มีน้ำเย็นผ่านจากด้านล่าง สวนทางกับไอน้ำและน้ำมันหอมระเหยที่นิยมอีกแบบหนึ่งคือ ให้ไอน้ำและน้ำมันหอมระเหยผ่านในท่อ (tube) ให้น้ำเย็นไหลเวียนรอบๆ tube เครื่องควบแน่นควรใหญ่พอให้ไอน้ำกลั่นตัวเร็ว เพื่อจะได้น้ำมันหอมระเหยที่มีคุณภาพดี ถ้านานไปจะทำให้เกิดไฮโดรไลซ์ ของเอสเทอร์ วัสดุที่เป็น coil หรือ tube ควรใช้ทองแดงผสมดีบุกที่รองรับน้ำและน้ำมันหอมระเหย (receiver) น้ำมีปริมาณมากกว่าน้ำมัน จึงต้องมีการไขน้ำทิ้งตลอดเวลา ส่วนนี้จึงทำหน้าที่แยกน้ำและน้ำมันหอมระเหย ถ้าน้ำมันเบากว่าน้ำ น้ำมันก็จะอยู่ที่ส่วนบน ไขน้ำด้านล่างออก ถ้าน้ำมันหนักกว่าน้ำ น้ำมันจะอยู่ด้านล่าง ก็ไขน้ำด้านบนออก เครื่องมือในห้องปฏิบัติการมักเป็นแก้ว มองเห็นได้ง่าย ปริมาณน้อยกว่า 10 ลิตร แต่ถ้ามากกว่า 10 ลิตร ควรเป็นทองแดงผสมดีบุก ไม่ควรใช้ตะกั่ว เพราะตะกั่วจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมัน เกิดเป็นเกลือที่เป็นพิษ การกลั่นน้ำมันหอมไม่ควรใช้สายสายยางต่อ เพราะสายยางจะละลายไปติดน้ำมันหอม ทำให้มีกลิ่นผิดไปจากความจริง หากน้ำมันหอมระเหยไม่ค่อยแยกจากกัน ต้องใช้กรวยยาวๆ รองรับ distillate ปลายกรวยงอขึ้น การไหลของ distillate จะไม่ไปรบกวนชั้นของน้ำมัน และหยดน้ำมันจะลอยขึ้นช้าๆ ไปอยู่ที่ชั้นน้ำมัน ควรแยกน้ำมันออกจากน้ำให้เร็วที่สุด เก็บไว้ในภาชนะสูญญากาศที่อากาศเย็น

2. การสกัดด้วยไขมันเย็น

ใช้หลักที่ว่า ไขมันมีคุณสมบัติในการดูดกลิ่นได้สูงมาก จึงนำไขมันมาดูดกลิ่นหอมของดอกไม้ที่ส่งกลิ่นหอมมาก เช่น มะลิ ซ่อนกลิ่น ฯลฯ โดยเก็บดอกไม้สดเมื่อถึงช่วงเวลาที่ส่งกลิ่นหอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาก นำไปวางบนไขมันที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง นำดอกไม้เก่าออกไปสกัดน้ำมันโดยวิธีอื่นๆ แล้วนำดอกสดใหม่มาวางอีก ทำเช่นนี้หลายๆ ครั้งจนสิ้นฤดูดอกไม้ ต่อจากนั้นจึงใช้แอลกอฮอล์ละลายน้ำมันหอมระเหยนั้น นอกจากนั้นแล้วนำไปแยกต่อไป โดยวิธีนี้ ไขมันที่ใช้ต้องสะอาด ปราศจากกลิ่นและมีความแข็งพอเหมาะ ถ้าแห้งไปจะดูดกลิ่นไม่ดี แต่ถ้านิ่มเกินไปจะเอาดอกไม้ออกยาก อุณหภูมิที่ใช้คืออุณหภูมิห้อง สัดส่วนของไขมันมีดังนี้ คือ ไขสัตว์ที่สะอาด 1 ส่วน น้ำมันหมู 2 ส่วน น้ำมันพืชไม่นิยมเท่าไขสัตว์ เพราะเมื่อใช้แอลกอฮอล์ แยกเอาน้ำมันหอมระเหยออกมาได้ยากกว่า

วิธีทำขั้นแรก ทำความสะอาดไขมัน เอาสิ่งแปลกปลอมออกให้หมดแล้วตีกับน้ำเย็นผสมกับไอน้ำ เติมเบ็นซอย 0.6 กันกลิ่นเหม็นหืนในหน้าร้อน และสารส้ม 0.15-0.3% จะช่วยกำจัดสิ่งสกปรกได้ด้วย แล้วกรองทิ้งไว้ น้ำจะแยกตัวออกมา ไขมันที่ได้ขาวสะอาดเรียบสม่ำเสมอ ไม่มีน้ำ ไม่มีกลิ่น สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน จากนั้นทำให้เป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 2"x3"x16" ยัดแผ่นแก้วที่มีไขมันเคลือบอยู่ทั้งสองหน้า ซึ่งเรียกว่า chassis ทำหลายๆ อันวางชิดกัน ดอกไม้ที่วางบนไขมัน จะเป็นดอกไม้ที่ไม่มีน้ำปน มิฉะนั้นไขมันจะเหม็นหืน มีกลิ่นไม่ดี หลังใส่ดอกไม้แล้วเกลี่ยดีแล้ววาง chassis ซ้อนกันเก็บไว้ในห้องประมาณ 24 ชั่วโมง ไขมันจากด้านล่างจะทำหน้าที่เป็นตัวละลาย ส่วนไขด้านบนจะดูดกลิ่นหอมที่ระเหยจากดอกไม้อีกทีหนึ่ง เมื่อครบ 24 ชั่วโมงหรือดอกไม้เริ่มเหี่ยวหรือกลิ่นไม่เหลือแล้ว นำเอาดอกไม้ออก เรียกว่า enfleurage ทำอย่างเบาๆ ใช้คีมคีบดอกไม้ขึ้นมา เมื่อเอาของเก่าออกหมด ใส่ดอกไม้ใหม่ ตอนนี้ให้กลับ chassis ส่วนไขมันที่เคยอยู่บนเพดานก็จะมาอยู่ด้านล่าง ทำสลับกันเช่นนี้ทุกวัน จะได้ไขมันอิ่มตัวด้วยกลิ่นหอม ขูดเอาไขมันออกมาทำให้หลอมเหลว เก็บในภาชนะปิด เรียกส่วนนี้ว่า ปอมเมต chassis การสกัดโดยวิธีนี้ ใช้น้ำมัน 1 กิโลกรัมต่อดอกมะลิ 3 กิโลกรัม เวลา 8-10 สัปดาห์

สมัยก่อนมีการใช้ปอมเมตในอุตสาหกรรมน้ำหอมโดยตรง ต่อมาได้นำเอาแอลกอฮอล์ชนิดดีมาละลายน้ำมันหอมระเหยไปจากปอมเมต เรียกส่วนนี้ว่า extrait ซึ่งมีกลิ่นหอมของดอกไม้จริงๆ แล้วนำไปทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งหนึ่งจะได้น้ำหอมที่มีกลิ่นดอกไม้อย่างดีเยี่ยม

3. การสกัดด้วยไขมันร้อน (maceration)

ดอกไม้บางชนิด เช่น กุหลาบ ดอกส้ม ฯลฯ เมื่อเด็ดมาจากต้นแล้ว physiological activity จะหยุดทันที ไม่เหมือนกับดอกมะลิ ซ่อนกลิ่น ฯลฯ ที่มีกลิ่นหอมออกมาในเวลาเฉพาะตัว เมื่อสกัดด้วยไขมันร้อนสามารถสกัดได้กลิ่นหอมกว่าสกัดด้วยไขมันเย็น วิธีการเตรียมไขมันเช่นเดียวกับข้อ 2 แต่อุ่นไขมันให้ร้อน ประมาณ 80 °C แช่ดอกไม้ลงไปประมาณครึ่งชั่วโมงแล้วทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้เย็น สุดท้ายอุ่นให้ร้อนอีกครั้ง เพื่อหลอมและกรองดอกไม้ออก ล้างไขมันที่ติดมาด้วยน้ำอุ่นหรือวางบนผ้ากรอง บีบพร้อมกับราดน้ำร้อน ชั้นของน้ำและไขมันจะแยกกันง่าย อาจใช้เซนติฟิวส์แยกเอาดอกไม้ออก ใช้ไขมันเติม เปลี่ยนดอกไม้สดหลายครั้งจนอิ่มตัว ไขมันร้อนมีกลิ่นน้ำมันหอมระเหยนี้เรียกว่า ปอมเมต เหมือนกับวิธีที่ 2 แล้วนำแอลกอฮอล์ชนิดดีมาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยออกทำให้บริสุทธิ์อีกครั้งหนึ่ง จะได้น้ำมันหอมระเหยอย่างดีเยี่ยมเช่นเดียวกับวิธีที่ 2

4. การสกัดด้วยตัวทำละลายระเหยง่าย (solvent extraction)

ตัวทำละลายอินทรีย์แต่ละชนิด มีความสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยจากตัวอย่างพืชได้ต่างกัน เดิมใช้อีเทอร์เป็นตัวทำละลาย ซึ่งพบวิธีนี้ในปี 1835 ต่อมาพบว่าใช้ปิโตรเลี่ยม อีเทอร์เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุด รองลงมาคือ เบนซิน และมีการพัฒนาเทคนิคการสกัดให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น วิธีการ คือ นำดอกไม้สด ใส่ในเครื่องสกัดที่อุณหภูมิห้อง เติมตัวทำละลายบริสุทธิ์ (ปิโตร-เลียม อีเทอร์) ซึ่งจะซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของดอกไม้ ละลายสารหอมและ wax รวมทั้งสีออกมาเพื่อระเหยเอาตัวทำละลายออก ที่อุณหภูมิต่ำและเป็นสูญญากาศ การสกัดโดยวิธีนี้ข้อเสียตรงที่ราคาแพง คือ ต้นทุนการผลิตสูง เพราะว่าต้องใช้ตัวทำละลายที่มีราคาแพง แต่มีข้อดีคือ องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยจะได้ปริมาตรลดลง อีกทั้งไม่ต้องใช้วิธีซับซ้อนอะไรเลย และได้กลิ่นหอม บางโรงงานจะนำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ ซึ่งเรียกว่า concrete ไปทำให้บริสุทธิ์อีกครั้ง จะได้หัวน้ำหอมที่มีกลิ่นหอมเหมือนกลิ่นดอกไม้ตามธรรมชาติ

5. การสกัดโดยการบีบหรืออัด

วิธีนี้เหมาะกับการผลิตน้ำมันหอมระเหยมากๆ เช่น น้ำมันหอมระเหยจากผิวส้มวิธีการไม่ยุ่งยากซับซ้อน โดยนำตัวอย่างพืชที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ เข้าเครื่องบีบหรืออัด ซึ่งใช้ screw press น้ำมันที่ได้ เรียกว่า น้ำมันดิบ (erude oil) วิธีนี้ใช้มานานแล้ว เป็นวิธีที่ชาวพื้นเมืองปฏิบัติกันอยู่

6. สกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติ

วิธีนี้นับเป็นเทคนิคที่พัฒนาใหม่และได้ผลดี อีกทั้งลดมลพิษในบรรยากาศ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่สภาวะเหนือจุดวิกฤติมีลักษณะเป็นของไหล (fluid) มีคุณสมบัติสามารถสกัดน้ำมันหอมระเหยในพืชได้อย่างดี เมื่อสกัดเสร็จแล้วสามารถแยก CO_2 ออกได้ในสภาวะอุณหภูมิห้องเพราะ CO_2 จะเปลี่ยนสถานะจาก fluid เป็น gas กลิ่นหอมที่ได้จะเป็นกลิ่นหอมของดอกไม้อย่างแท้จริง และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. แอดจูแวนท์

โดยทั่วไปสารกำจัดวัชพืชที่จำหน่ายในรูปผลิตภัณฑ์จะมีแอดจูแวนท์ (adjuvants) มากกว่า 1 ชนิด ผสมอยู่ เพื่อใช้ให้สารกำจัดวัชพืชมีประสิทธิภาพในการทำลายวัชพืชได้ดียิ่งขึ้น เมื่อเกษตรกรจะทำการฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืชยังต้องผสมแอดจูแวนท์กับน้ำและสารกำจัดวัชพืชอีกด้วย ซึ่งสารแอดจูแวนท์แต่ละชนิดที่ใช้นำมาผสมนั้นมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการใช้ เช่นสารที่ทำให้มีการเกาะหรือจับผิวใบดีขึ้น (surfactants) สารทำให้ใบเปียก (wetting agents) สารช่วยให้ทะลุผ่านคิวทิเคิล(penetratrants) หรือสารทำให้สารกระจายทั่วผิวใบ (spreaders) สารทำละลายร่วม (cosolvevts) สารช่วยยึดติด (stickers) สารช่วยให้การแขวนลอยของสารบางชนิดในของเหลวไม่แยกตัว (stabilizing agents) สารที่ทำให้สารสองชนิดละลายร่วมกันหรืออิมัลซิฟายเออร์ (emullsifiers) หรือสารที่ทำให้สารบางชนิดกระจายตัวอยู่ในของเหลว (dispersants) (Mc Whorter,1985)

ตามประวัติแล้วมีการใช้แอดจูแวนท์ตั้งแต่ปี 1887 ซึ่งมีรายงานการใช้คีโรซีน (kerosene) ผสมน้ำสบู่เพื่อฆ่าไข่แมลงต่อมามีการปรับปรุงแอดจูแวนท์ชนิดต่างๆ เพิ่มขึ้นประมาณ 40 ปีที่ผ่านมาจึงมีการใช้แอดจูแวนท์อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะการใช้ผสมสารกำจัดศัตรูพืชชนิดต่างๆ สำหรับสารกำจัดวัชพืชแล้วในปี 1930 มีผู้สนใจแอดจูแวนท์น้อยมาก แต่ก็มีรายงานการใช้น้ำมันแบลนด์ (bland oil) และแคเซอิน (casein) รวมทั้งการใช้น้ำมันดีเซล ในปี 1960 ได้มีการใช้แอดจูแวนท์กับสารกลุ่มซิมเมทริคัลไทรอซีนและยูเรีย ซึ่งพบว่าแอดจูแวนท์ได้เพิ่มประสิทธิภาพของสารทั้งสองกลุ่มโดยสามารถใช้ควบคุมวัชพืชแบบหลังการงอกได้ หลังจากนั้นเป็นต้นมาก็มีการใช้แอดจูแวนท์แพร่หลายยิ่งขึ้น (Mc Whorter, 1982)

บทบาทที่แน่นอนและหน้าที่ของแอดจูแวนท์ยังไม่เป็นที่เข้าใจ และมีการเรียกชื่อของสารตามวัตถุประสงค์ที่ใช้ให้แตกต่างออกไปย่อมเกิดความสับสน สารอะไรก็ตามที่ใช้ผสมกับสารกำจัดวัชพืชมักจะเรียกว่าสารเสริม (additive) ซึ่งสารเสริมนี้อาจเพิ่มหรือไม่เพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชก็ได้ และมักจะสรุปอย่างผิดพลาดว่าสารอะไรก็ตามที่ลดความตึงผิวของน้ำ หรือเพิ่มให้มีสารเคมีมีการเปียกใบมากขึ้น เป็นแอดจูแวนท์ และใช้คำว่าแอดจูแวนท์ไม่ถูกต้องจึงเกิดสารสับสนตลอดไป

สารช่วยจับผิวใบ (surfactant) เป็นชื่อที่ได้จากคำว่าสารที่มีกัมมันต์ที่ผิว (surface active agent) โดยทั่วๆ ไปสารเคมีนี้จะลดแรงตึงผิวของน้ำหรือทำให้มีการเปียกมากขึ้น สารจับผิวตามความหมายของสมาคมวัชพืชแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา คือสารซึ่งช่วยให้สาร 2 ชนิดละลายรวมกัน (emulsifying) มีการแพร่ปนกันของสาร 2 ชนิด (dispersing) การกระจายทั่วผิวใบ การทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ใบเปียก หรือสารที่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของผิวใบ (Mc Whorter, 1982) สมาคมวัชพืชแห่งประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้คำจำกัดความของสารที่ช่วยให้ใบเปียกว่าเป็นสารที่ผสมลงไปในสารละลายที่จะนำไปฉีดพ่นทำให้ละอองสารสัมผัสกับผิวต้นหรือใบได้ดียิ่งขึ้นแต่แอดจูแวนท์เป็นสารซึ่ง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช หรือช่วยเหลือโดยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของรูปสารกำจัดวัชพืชหรือสารละลายที่ใช้ฉีดพ่น แอดจูแวนท์มีหลายชนิด เช่น สารลดฟองอากาศ (anti form agent) สารบัฟเฟอร์ (buffering agent) สารที่ทำให้มีการผสมกัน (compatibility agent) เช่น การผสมปุ๋ยและสารกำจัดวัชพืชซึ่งอาจมีผลต่อกิจกรรมของสารกำจัดวัชพืช สารเหล่านี้อาจช่วยให้สารกำจัดวัชพืชแขวนลอยได้ดีขึ้นในสารละลายที่จะนำไปฉีดพ่น สารจับผิวและสารที่ทำให้ใบเปียกเป็น แอดจูแวนท์ แต่แอดจูแวนท์ อาจจะไม่ใช้ทั้งสารจับผิว หรือสารช่วยให้ใบเปียก (Mc Whorter,1985)

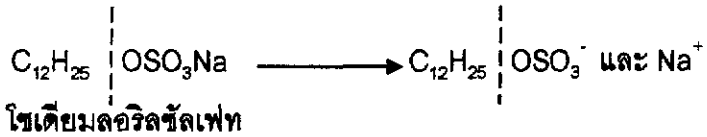
1. ประเภทของแอดจูแวนท์ตามลักษณะไอออน

โดยทั่วไปสามารถจำแนกสารจับผิวออกเป็น 4 ประเภท ตามลักษณะของไอออน หลังจากการแตกตัว ดังนี้

1.1 แอนไอออนิก (anionic)

เมื่อนำเกลือไปละลายน้ำพบว่าเกลือแยกเป็นคลอไรด์ไอออน และโซเดียมไอออนซึ่งเป็นแอนไอออน (ประจุลบ) และแคทไอออน (ประจุลบ) สารจับผิวที่เป็นแอนไอออนิกนั้นเมื่ออยู่ในน้ำโมเลกุลจะแตกตัวเป็นแอนไอออนหรือประจุลบ (ภายในโมเลกุลมีทั้งส่วนที่ละลายน้ำและละลายไขมัน) แอนไอออนที่พบเสมอคือคาร์บอกซิเลท (carboxylate) ซัลเฟท (sulfate) และฟอสเฟท (phosphate) เช่น โซเดียมเทียเรท (sodium stearate) โซเดียม ลอริลซัลเฟท (sodiumlauryl sulfate) และอัลคิลฟอสฟอริกเอสเทอร์ (alkyl phosphoric ester) ส่วนที่มีขั้วเป็นแอนไอออน เป็นส่วนที่ละลายน้ำและเป็นส่วนที่ใหญ่ของโมเลกุล (Van Valkenburg,1982)

โซเดียมสเทียเรท



โซเดียมลอริลซัลเฟท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2. แคทไอออนิก (cationic)

สารกลุ่มนี้ส่วนของโมเลกุลที่ละลายน้ำได้นั้นเป็นแคทไอออนหรือประจุบวกเมื่ออยู่ในน้ำ สารจับผิว แคทไอออนิกที่รู้จักกันดีคือสารควอเทอร์นารีไนโทรเจน (quaternary nitrogen compound) ชนิดต่างๆ ได้แก่ ซีทิลไทรเมธิลแอมมอเนียมบรอมายด์ (cetyl trimethyl ammonium bromide) (Van Valkenburg, 1982)

1.3. นันไอออนิก (nonionic)

เป็นสารที่ไม่แตกตัวเป็นประจุ แต่โมเลกุลประกอบด้วยกลุ่มที่ละลายน้ำและละลายไขมัน ส่วนที่ละลายน้ำของโมเลกุลจะมีออกซิเจนและกำมะถันอยู่อีกส่วนหนึ่งของโมเลกุล จึงประกอบด้วย อีเทอร์ เอสเทอร์ หรือกลุ่มเอมายด์ ส่วนที่ละลายน้ำได้ประกอบด้วยสารที่มีน้ำหนักโมเลกุล ค่อนข้างมากของเอธิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) ซึ่งจะจัดเรียงตัวกันเป็นพอลีอีเทอร์ (polyether configuration) เมื่อเอธิลีนออกไซด์ 80 โมเลกุลเชื่อมต่อกันเป็นนอนิลฟีนอล (nonyl phenol) ทำให้ละลายน้ำได้มาก เมื่อเอธิลีน ออกไซด์ 5 โมเลกุลเชื่อมกับนอนิลฟีนอลผลที่ได้จะละลายในไขมันมากกว่าน้ำ

1.4. แอมโฟไลทิก (ampholytic)

สารเหล่านี้เป็นสารที่ละลายน้ำโดยส่วนที่มีขั้วเป็นกรดและด่าง ซึ่งรวมเอากลุ่มอะมิโนกับกลุ่มคาร์บอกซิลิก หรือซัลฟอนิก (sulfonic) แม้ว่าสารประเภทนี้น่าสนใจแต่ว่ามีส่วนเกี่ยวข้องกับสารกำจัดวัชพืชน้อยมาก

2. คุณสมบัติของผิวหน้า

แรงตึงผิว

ผิวหน้าของของแข็งหรือของเหลวมีพฤติกรรมที่แตกต่างกันมากกว่าวัฏภาคภายในของแข็งหรือของเหลวนั้น โมเลกุลที่อยู่ภายในจะถูกล้อมรอบโดยโมเลกุลอื่น ดังนั้นจึงมีปฏิกิริยากับโมเลกุลข้างเคียงอย่างสม่ำเสมอ แต่ที่ผิวหน้าของของเหลวไม่มีโมเลกุลข้างเคียงเหมือนภายในทำให้พลังงานไม่สมดุลย์จึงเกิดแรงตึงผิวขึ้น (surface tension) ดังนั้น แรงตึงผิวของสารเกี่ยวข้องกับพลังงานที่มีอยู่ภายใน ใช้สัญลักษณ์ γ มีหน่วยเป็นเอิร์กต่อตารางเซนติเมตร (หรือไดน์ต่อตารางเซนติเมตร) เป็นพลังงานต่อพื้นที่ ถ้าคูณแรงตึงผิวกับพื้นที่ผิวสามารถคำนวณพลังงานผิวอิสระของสาร แรงตึงผิวของสารแต่ละชนิดเป็นคุณสมบัติของสารนั้น เช่น เอธานอลมีแรงตึงผิว 22.75 ไดน์ต่อตารางเซนติเมตร น้ำ 72.75 ไดน์ต่อตารางเซนติเมตร โซเดียม 220 ไดน์ต่อตารางเซนติเมตร และทองคำ 1128 ไดน์ต่อตารางเซนติเมตร (Van Valkenberg, 1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$S = \gamma_s - \gamma_l - \gamma_{sl}$$

เมื่อ s เป็นของแข็ง และ l เป็นของเหลว

การกระจายตัวของของเหลวบนผิวของแข็งจะเกิดขึ้นเมื่อ γ มีค่าเป็นบวก

$$\gamma_s - \gamma_{sl} \geq \gamma_l$$

สังเกตได้ว่าแรงตึงผิวของของเหลวนั้นควบคุมได้ ถ้าต้องการให้ใบเปียกต้องเปลี่ยนแปลงแรงตึงผิวของของเหลวโดยใช้สารที่มีกัมมันต์ต่อผิวหน้าหรือสารจับผิว

ความสัมพัทธ์ของการเปียกผิวที่กล่าวมาเป็นการเปียกของผิวที่เรียบ แต่ในธรรมชาติพืชมีผิวไม่เรียบ อาจจะมีร่อง มีขน มีปุ่ม หรือมีไข จึงมีความจำเป็นต้องลดแรงตึงผิวของสารที่ใช้ฉีดพ่นลง

มุมสัมผัส

การเปียกปกติจะแสดงในรูปมุมสัมผัสที่ของเหลวทำกับของแข็ง การวัดมุมจากวัฏภาคที่เป็นของเหลว แล้วทำการแตกแรงทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ถ้าเราพิจารณาแรงที่สมดุลและมุมสัมผัสอาจจะทำให้เกิดสมดุลของแรงตึงผิวในแนวนอนดังนี้

$$\gamma_s - \gamma_{sl} = \gamma_l \cos\theta$$

เมื่อ θ เป็นมุมสัมผัสจะสามารถเขียนสัมประสิทธิ์ของการกระจาย ดังนี้

$$S = \gamma_l \cos\theta - \gamma_l$$

หรือ $S = \gamma_{l\,(\cos\theta - 1)}$

เมื่อมีมุมสัมผัสเกิดขึ้นการเปียกจะไม่เกิดขึ้น เพราะสัมประสิทธิ์ของการแพร่เป็นลบแต่ ถ้ามุมสัมผัสของละอองแคบจะมีแรงตึงผิวของของเหลวต่ำ ทำให้ผิวหน้าของของแข็งเปียกทันที (Van Valkenberg, 1982)

3. สมดุลการละลายน้ำ – น้ำมัน หรือ เอชแอลบี (HLB หรือ hydrophilic-lipophilic balance)

สารที่มีกัมมันตภาพต่อผิว สารจับผิว สารที่ทำให้เปียก อีมัลซิฟายเออร์ และสารที่ทำให้ทะลุผิวใบนั้น ในโมเลกุลประกอบด้วยส่วนที่ละลายน้ำและน้ำมัน สมดุลของการละลายน้ำและน้ำมัน มีผลกระทบต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ และทางเคมี ดังนั้นจึงมีการกำหนดมาตราส่วนของค่าสมดุลนี้ โดยเรียกว่าค่า เอชแอลบี ถ้าเอชแอลบี มีค่า 1 หมายถึงกรดโอเลอิก (oleic acid) ถ้าเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
73605

แอลบี มีค่า 20 หมายถึงพอแทสเซียมโอลีเอท สำหรับการคำนวณสารจับผิวนันไอออนิก ใช้สมการ (Van Valkenberg, 1982) ต่อไปนี้

เอชแอลบี $= 20\ M_H / (M_H + M_L)$

เมื่อ M_H เป็นน้ำหนักโมเลกุลในส่วนของโมเลกุลที่ละลายน้ำ

เมื่อ M_L เป็นน้ำหนักโมเลกุลในส่วนของโมเลกุลที่ละลายน้ำมัน

สมการดังกล่าวข้างบนเป็นประโยชน์สำหรับสารนันไอออนิก แต่ไม่ค่อยเป็นประโยชน์สำหรับสารแอนไอออนิก

ระบบ เอชแอลบี ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในการคัดเลือกสารอีมัลซิฟายเออร์สำหรับผสมสารกำจัดศัตรูพืชให้เป็นรูปต่างๆ จึงมีการกำหนดค่า เอชแอลบี ของสารกลุ่มต่างๆ อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเกิดความแปรปรวนมากเพราะมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การลดการเกาะของน้ำ การยึดเอาน้ำเข้ากับอีเทอร์ หรือแอลกอฮอล์ การลดพันธะของโมเลกุลของน้ำ เป็นต้น ดังนั้น ค่าเอชแอลบี จึงเป็นค่าที่ใช้คาดคะเนคุณสมบัติทางฟิสิกส์เท่านั้น

ตารางที่ 1 ค่าความสมดุลย์ของการละลายน้ำและไขมัน (HLB) และการนำสารช่วยจับผิวไปใช้ประโยชน์ (Mc Whorter, 1985)

ค่าเอชแอลบี	การนำไปใช้ประโยชน์
4 ถึง 6	อีมัลซิฟายเออร์สำหรับละลายน้ำในน้ำมัน
7 ถึง 9	สารทำให้เปียก
8 ถึง 18	อีมัลซิฟายเออร์สำหรับละลายน้ำมันในน้ำ
13 ถึง 15	ดีเทอร์เจนท์ (detergents)
10 ถึง 18	ตัวทำละลาย (solubilizers)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. รูปของสารกำจัดวัชพืช

สารกำจัดวัชพืชจะทำลายวัชพืชได้หรือไม่นั้น จะต้องเข้าสู่ภายในต้นพืช โดยผ่านชั้นของผิวใบภายนอกจนถึงไซโทพลาสซึมของเซลล์ ในทางปฏิบัตินั้นไม่ได้ใช้สารกำจัดวัชพืชในรูปสารบริสุทธิ์ ดังนั้นสารกำจัดวัชพืชจึงอยู่ในรูปต่างๆ เพื่อมีเป้าหมายดังนี้

1. ใช้ง่ายสะดวก
2. สามารถกระจายตัวในน้ำ (หรือสารที่เป็นตัวพาอื่น เช่น น้ำมัน) ได้ดี
3. ยึดติดกับใบพืชได้ดี
4. มีกัมมันตชีวภาพ (biological activity)

สารกำจัดวัชพืชในรูปผลิตภัณฑ์แบบของเหลว

น้ำมันเข้มข้น (oil concentrate)

อีมัลชันเข้มข้น (emulsifiable concentrate

โฟลเวเบิล (flowable formulation)

น้ำ (aqueous concentrate)

สารกำจัดวัชพืชในรูปผลิตภัณฑ์แบบของแข็ง

ฝุ่น (dust concentrate)

ผง (wettable poeder)

เม็ด (gramule)

สารกำจัดวัชพืชในรูปผลิตภัณฑ์แบบรูปอื่นๆ

แคปซูล (encapsulated products)

การผสมกับปุ๋ย เป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้นในการผสมสารกำจัดวัชพืชกับน้ำและผสมปุ๋ยด้วย การใช้แอดจูแวนท์จะป้องกันไม่ให้ปุ๋ยทำปฏิกิริยาโดยตรงกับสารกำจัดวัชพืช

5. การจำแนกแอดจูแวนท์

แอดจูแวนท์อาจจะจำแนกได้ตามกลุ่มของปฏิกิริยา ดังนี้

1. แอดจูแวนท์ที่ก่อให้เกิดกัมมันต์ (activator adjuvants) แก่การกำจัดวัชพืช ซึ่งได้แก่สารช่วยจับผิวใบหรือเปียกผิว สารช่วยทะลุผ่านผิวใบ น้ำมัน เป็นต้น

แอดจูแวนท์ที่ก่อให้เกิดกัมมันต์มีหน้าที่ปฐมภูมิ คือเปลี่ยนแปลงการละลาย จึงมีผลต่อการทะลุทะลวงไซที่ผิวใบ ซึ่งมีผู้ตั้งสมการไว้ดังนี้ (Van Valkenberg, 1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Log(1/C) = A\pi^2+B\pi+\rho\sigma+D$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นที่มีผลต่อชีวภาพ ปกติใช้ค่า LD_{50} หรือ LD_{90}

$\pi = \log P - \log P^{\circ}$

P = สัมประสิทธิ์การแยกละลาย (partitioning) ระหว่างออกทานอล (octanol) และน้ำ ของสารที่มีกัมมันตชีวภาพ

P° = สัมประสิทธิ์การแยกละลายของสารที่ทราบสัมประสิทธิ์มาก่อน

σ = ค่าคงตัวแฮมเมทท์ที่ได้มา (Hammett sigma)

เมื่อสารจับที่ผิวทำให้เกิดกัมมันต์แก่สารกำจัดวัชพืชถูกนำมาใช้ ควรบันทึกไว้ว่าสัมประสิทธิ์การแยกละลายถูกเปลี่ยนแปลงเพราะน้ำกลายเป็นตัวทำละลายร่วม สัมประสิทธิ์การแยกละลายนี้มีความสำคัญต่อสารกำจัดวัชพืช สารจับผิวและไขที่ผิวใบเพราะค่าสัมประสิทธิ์ของสารชนิดหนึ่งจะแตกต่างกันบนผิวใบพืชแต่ละชนิด ซึ่งอาจก่อให้เกิดการเลือกทำลาย

2. แอดจูแวนท์ที่ช่วยเปลี่ยนแปลงคุณภาพของการฉีดพ่น (spray modifier adjuvant) ได้แก่ สารช่วยให้ยึดติดผิวใบ สารช่วยให้เกิดฟิล์มบางๆ (film formers) สารช่วยให้มีการกระจาย สารช่วยให้มีการสะสมที่ผิวใบ (deposite builders) สารช่วยให้ละอองที่ฉีดพ่นหนาขึ้น (thickening agents) และสารช่วยให้เกิดฟองอากาศ (foams)

3. สารช่วยให้เกิดการนำไปใช้ประโยชน์ (ultility modifier) ได้แก่ สารที่ทำให้น้ำและน้ำมันมารวมกัน ทำให้สารชนิดหนึ่งละลายในอีกชนิดหนึ่งป้องกันการแยกตัว สารที่ทำให้เกิดการคู่ควบ (coupling agents) ตัวทำละลายร่วมทำให้สารมากกว่า 1 ชนิดรวมกัน (compatability agents) สารที่เป็นบัฟเฟอร์ (buffering agents) และสารป้องกันการเกิดฟอง (antifoam agents)

6. ผลของแอดจูแวนท์ต่อประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชและคุณสมบัติของการฉีดพ่น

1. ผลต่อประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช

เป็นที่ทราบกันมานานกว่า 30 ปีแล้วว่า สารช่วยจับผิวเพิ่มกิจกรรมของสารกำจัดวัชพืชหลายชนิดภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน (Jansen, 1964) โดยการใช้สารนี้เพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช 10 ถึง 50% บางที่สารช่วยจับผิวสามารถสร้างกัมมันตภาพของสารกำจัดวัชพืชโดยรวมเอาคุณสมบัติที่มีขั้วและไม่มีขั้วให้อยู่ในโมเลกุลเดียวกัน ทำให้วัฏภาคที่เป็นน้ำและไขมันรวมเข้าด้วยกัน ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอชแอลบีของสารช่วยจับผิวที่ใช้และการเพิ่มกิจกรรมของสารกำจัดวัชพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลต่อคุณสมบัติการฉีดพ่น

มีทฤษฎีที่แตกต่างกันหลายทฤษฎีที่เสนอเพื่ออธิบายว่า ทำไมแอดจูแวนท์จึงเพิ่มปริมาณการเข้าสู่ใบพืช (ของสารกำจัดวัชพืช) และประสิทธิภาพสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ทางใบ ซึ่ง Parr and Norman (1964) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. แรงตึงผิวต่ำ
2. คลุมพื้นที่มากขึ้น
3. ย้ายเอาอากาศระหว่างละอองสารและผิวใบออกไป
4. ลดแรงตึงผิวระหว่างบริเวณที่มีขั้วและไม่มีขั้วบนคิวทิเคิลของผิวใบ
5. ชักนำให้สารเข้าทางปากใบพืช
6. เพิ่มการเคลื่อนย้ายสารผ่านคิวทิเคิลที่ผิวใบและเยื่อพลาสมา
7. ช่วยให้มีการเคลื่อนย้ายภายในผนังเซลล์ในบริเวณที่ผนังเซลล์และไซโทพลาสซึมเชื่อมต่อกัน
8. เป็นตัวทำละลายร่วม (co-solvent) ทำปฏิกิริยาโดยตรงกับสารกำจัดวัชพืชในบางลักษณะเพื่อให้ทะลุผ่านคิวทิเคิลและเยื่อที่มีประจุไฟฟ้าได้ในทันที
9. ทำหน้าที่เป็นฮิวเมกแทนท์ (humectant) หรือสารที่แห้งช้า

หน้าที่แต่ละอย่างที่กล่าวมามีความสำคัญ และหลักฐานต่างๆ มีน้อยมากที่ใช้สนับสนุนทฤษฎีนี้ (Mc Whorter, 1985)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ค่าความสมดุลของการละลายน้ำและมัน (HLB) และความสามารถในการละลายน้ำของสารช่วยจับผิว (Mc Whorter, 1985)

ค่า เอชแอลบี	ความสามารถในการละลายน้ำ
1 ถึง 3	ไม่ละลายน้ำ
3 ถึง 6	ละลายน้ำได้น้อยมาก
6 ถึง 8	ต้องกวนหรือเขย่าอย่างรุนแรงตลอดเวลา ละลายน้ำและมีสีขาวคล้ายนม
8 ถึง10	ละลายน้ำแล้ว (มีความคงตัว) มีสีขาวคล้ายนม
10 ถึง13	ละลายน้ำแล้วมีสีขุ่นเล็กน้อย
> 13	ละลายน้ำแล้วมีสีใส

คุณสมบัติที่สำคัญของสารช่วยจับผิวคือรักษาน้ำไว้ แล้วเป็นฮิวเมกแทนท์ โดยเฉพาะที่มีค่าเอชแอลบีสูงๆ แม้ว่ามันจะรักษากิจกรรมของสารละลายช่วยให้สารละลายแยกเข้าสู่ไข ผลของปฏิกิริยานี้เกิดจากน้ำที่มาจากไมเซลล์ของสารช่วยจับผิวช่วยรักษาสภาพความเข้มข้นที่สูงของสารละลายไว้

7. สภาพของแอดจูแวนท์ในต้นพืช

การค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับปริมาณการเข้าสู่ต้นพืชของแอดจูแวนท์นั้น ยังจำกัดโดยเฉพาะเมื่อสำรวจเปรียบเทียบกับการใช้แอดจูแวนท์ทุกปี มีรายงานจำนวนมากอาศัยการตอบสนองของพืชเป็นพื้นฐาน เชื่อว่าสารกำจัดวัชพืชเข้าสู่ต้นพืช แต่ข้อมูลที่มีอยู่ไม่ได้ให้ประโยชน์เกี่ยวกับปริมาณของแอดจูแวนท์ที่เข้าสู่ต้นพืชหรือการกระจาย ข้อมูลดังกล่าวได้สรุปไว้เมื่อไม่นานมานี้ (Norris, 1982) มีรายงานผลการวิจัยที่ได้กระทำโดยใช้สารตัวอย่างจากท้องตลาดซึ่งไม่ได้ระบุชื่อทางเคมี การทดสอบรูป (formulation) ของสารเคมีนั้นอาจมีมากกว่า 1 ชนิด และไม่ใช่เฉพาะชนิดของสารช่วยจับผิวเอธอกซีเลเทดที่เป็นนันไอออนิกเท่านั้น ปกติจะมีการผลิตในลักษณะที่มีการผสมสารต่างๆ ที่มีจำนวนโซ่ข้างต่างๆ กัน การกระจายของสารเคมีในส่วนผสมอาจจะผันแปรระหว่างปริมาณที่ผลิตได้แต่ละครั้ง แม้ว่าส่วนประกอบทั่วไปโดยเฉลี่ยจะคงที่ ซึ่งเป็นจุดวิกฤตที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำคัญในการวิจัยทางสรีระ ดังนั้นจึงควรมีความระมัดระวังในการตรวจเอกสาร สรุปผลของสารช่วยจับผิวอยู่ในภาพที่ 1

8. การเข้าสู่ต้นพืชและการเคลื่อนย้ายซึ่งเป็นผลมาจากแอดจูแวนท์

การวิจัยเดียวกับการเข้าสู่ต้นพืชของสารช่วยจับผิวรูปสารรังสี 7 ชนิดนั้น ได้มีผู้รายงานว่า ^{35}s ของโซเดียมลอริลซัลเฟท (sodium lauryl sulfate) เข้าสู่ใบฝ้ายของข้าวบาร์เลย์ (*Hordeumvulgare* L.) อย่างรวดเร็วแต่ไม่ได้รายงานถึงระดับความเข้มข้นที่เข้าไป การเคลื่อนย้ายของสารช่วยจับผิว ชั่วโมง แต่มันจะสลายตัวหลังจากใช้ไป 7 วัน และพบว่า ^{35}s กระจายทั่วต้นพืช มีรายงานว่า ^{14}C- ที่ -1947(T-1947) พอลีออกซีเอธิลีน พอลีออกซีพรอไพลีน พอลีออล (polyoxyethylene polyoxypropylene polyol) เข้าสู่ใบฝ้าย และใบข้าวบาร์เลย์ช้ากว่าโซเดียมลอริล ซัลเฟท (sodiumlauryl sulfate) มาก แต่การเคลื่อนย้ายคล้ายคลึงกับโซเดียมลอริล ซัลเฟท และพบว่า ^{14}C-ที่-1947 มีแนวโน้มที่จะสะสมในต่อมไลสิจีนัส (lysigenous gland) ของฝ้าย และผลอันนี้ไม่พบว่าโซเดียมลอริลซัลเฟท มีพฤติกรรมเช่นนั้น (Mc Whorter, 1985)

ได้มีการสรุปว่า ^{14}C- พลูโรนิก แอล-62 (^{14}C -*Pluronic L-62*) อัตราต่ำเป็นการรวมระหว่างเอธิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) กับเบสที่ไม่ละลายน้ำ (hydrophobic) ซึ่งได้จากการรวมตัวของพรอไพลีน ออกไซด์ (propylene oxide) กับพรอไพลีน ไกลคอล (propylene glycol) การเข้าสู่ใบถั่ว (*Phoseolus vulgaris* L.) (Smith and Foy, 1966) นั้นพบว่าน้อยกว่า 20% ของสารรังสีอยู่ที่ผิวใบพืชหลังจากล้างใบด้วยเอธานอลและน้ำ แต่ไม่ได้มีการบอกให้ทราบถึงอัตราการเข้าสู่และการเคลื่อนย้ายจากดิวทิเคิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 1 วิถีและปฏิกิริยาลำดับต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในต้นพืช ซึ่งเป็นผลของสารช่วยจับผิว (Parr, 1982)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. การเมแทบอลิซึมของแอดจูแวนด์

ได้มีการวิจัยที่บรรยายถึงการเมแทบอลิซึมของสารช่วยจับผิวในต้นพืชน้อยมาก และ Stolzenberg *et al.* (1982) ได้เป็นผู้ศึกษา ^{14}C- ไทรทอน เอกซ์ -1001 ในต้นข้าวบาร์เลย์ โดยพบว่าปริมาณ 50% และน้อยกว่า 20% ของ ^{14}C ในเมธานอลที่สกัดจากผิวใบเป็นสารตัวเดิม 1 และ 6 วันหลังใช้สารตามลำดับ และยังพบว่าสารที่ได้จากเมแทบอลิซึม เป็นสารไม่มีขั้วมีปริมาณมากกว่าเมื่อมีการใช้สารตรงรอยตัดซึ่งมีมากกว่าการใช้สารที่ผิวใบ สารที่ได้จากเมแทบอลิซึมจำนวนหลายชนิดที่เป็นสารไม่มีขั้วรวมทั้งเอธอกซีเลท (ethoxylate) ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำหลายชนิดแต่มี ^{14}C ที่มีขั้วมีความเข้มข้นสูงกว่า การใช้กรดทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮดรอกไลซีสกับสารที่มีขั้วจะปลดปล่อยสารช่วยจับผิวที่เป็นสารเดิม 30% ผลนี้ชี้ให้เห็นว่า 20% ของสารช่วยจับผิวที่เข้าสู่ต้นพืชถูกทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซีจีเนท (oxygenated) ในส่วนที่เป็นเทอร์เทียรีออทิล (*tert*-octyl) ซึ่งเป็นผลให้สารที่ได้จากการเมแทบอลิซึมเกิดขึ้นในรูปสารมีขั้วสังยุค (polar conjugate) (Stolzenberg *et al* ., 1982)

10. ผลกระทบของแอดจูแวนท์ต่อสรีรวิทยาของพืช

ผลต่อการเจริญเติบโต

สารช่วยจับผิวหลายชนิดกระตุ้นหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช งานวิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของสารจับผิวใบต่อพืชปลูก แต่ผลที่ได้รับนั้นคล้ายกับผลที่เกิดกับวัชพืช ผลความเป็นพิษหรือการยับยั้งเกิดขึ้นรวมทั้งการโค้งงอ (epinasty) ทำให้ไม่มีสีหรือทำให้แห้ง การมีน้ำออกจากใบ และการคายน้ำของพืชมีรายงานมากมายเกี่ยวกับเรื่องนี้ (Norris 1982; Parr 1982)

7. สมุนไพร

"สมุนไพร" ตามพระราชบัญญัติยา หมายถึงยาที่ได้จากพืช สัตว์ และแร่ธาตุ ซึ่งยังมิได้ผสม หรือแปรสภาพ เช่น พืชก็ยังเป็นส่วนราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เป็นต้น (นิจศิริ เรืองรังสี และพยอม ตันติวัฒน์, 2534)

การเก็บพืชสมุนไพรในช่วงเวลาต่างๆ กัน อาจจะให้ผลในการรักษาต่างกันออกไปและพืชสมุนไพรชนิดเดียวกันที่ปลูกกันคนละท้องถิ่นอาจให้ผลการรักษาต่างกัน ซึ่งในปัจจุบันในวงการศึกษาก็ยอมรับว่าการที่รักษาด้วยพืชสมุนไพรไม่ได้ผลในบางครั้งนั้นอาจเนื่องมาจากสมุนไพรที่ใช้แตกต่างกันตามพันธุ์ (genetic) ท้องที่ (environment) และฤดูกาลที่เก็บเกี่ยว (ontogeny) จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ การสกัดและแยกสารเคมีบริสุทธิ์ได้จากพืช ทำให้นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าสารเคมีเหล่านี้เองที่เป็นตัวกำหนดสรรพคุณของพืชสมุนไพรนั้น

สารเคมีที่แยกได้จากพืชนั้น นักวิทยาศาสตร์ได้จำแนกออกเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ primary metabolite และ secondary metabolite จากการศึกษาสามารถนำมาใช้เป็นยาสมุนไพร ซึ่งอาจจำแนกออกเป็น 9 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate)
2. แอลคาลอย (alkaloid)
3. ไกลโคไซด์ (glycoside)
4. น้ำมันระเหย (volatile oil)
5. ไขมัน (lipid)
6. เรซิน (resin)
7. วิตามิน (vitamin)
8. สเตอรอยด์ (steroid)
9. ยาปฏิชีวนะ (antibiotic)

น้ำมันหอมระเหย

อาจเรียกว่า ethereal oil และ essential oil พบได้ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ดอก ใบ ผล กลีบเลี้ยง เป็นต้น น้ำมันหอยระเหยประกอบด้วยส่วนประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อน แบ่งน้ำมันหอยระเหยตามชนิดขององค์ประกอบใหญ่ๆ ได้ดังนี้ (วันดี กฤษณพันธ์และคณะ, 2536)

1. Hydrocarbon volatile oil ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยที่มีไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น p-cymene ซึ่งพบได้ในน้ำมันจากลูกผักชี และ อบเชย
2. Alcohol volatile oil ได้แก่น้ำมันหอมระเหยที่มีแอลกอฮอล์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น menthol ซึ่งได้จากน้ำมันจากสะระแหน่
3. Aldehyde volatile oil ได้แก่น้ำมันหอมระเหยที่มีอัลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น citronellal ซึ่งได้จากน้ำมันตะไคร้หอม
4. Ketone volatile oil ได้แก่น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวก ketones ปินองค์ประกอบหลัก เช่น น้ำมันจากการบูร และสะระแหน่
5. Phenol volatile oil ได้แก่น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวก phenol เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น thymol และ eugenol ที่พบในกานพลู ไทม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Phenolic volatile oil ได้แก่น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวก phenol ether เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น น้ำมันโป๊ยกั๊ก
7. Oxide volatile oil ได้แก่น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวก oxide เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น น้ำมันยูคาลิปตัส
8. Ester volatile oil ได้แก่น้ำมันหอมระเหยที่มีสารจำพวก ester เป็นองค์ประกอบหลัก เช่น น้ำมันมัสตาด

8. ตะไคร้หอม (Citronella Grass)

ตะไคร้หอมเป็นพืชล้มลุกที่ขึ้นง่าย ใบเลี้ยงเดี่ยว เจริญเติบโตด้วยการแตกหน่อ คล้ายตะไคร้แกง แต่ใบจะใหญ่และบางกว่า สีของใบจะมีสีม่วงปนแดง จะออกดอกในฤดูหนาว ดอกออกเป็นช่อยาวใหญ่ สีของช่อดอกมีสีน้ำตาลแดงคล้ำ และปลูกแพร่หลายในประเทศไทย มีน้ำมันหอมระเหยที่มีชื่อสามัญว่า Citronella มีสารประกอบหลัก คือ citronellol, geraniol (Singh *et al.*, 1989) มีน้ำมันหอยระเหยอยู่ที่ส่วนใบและลำต้น สามารถนำไปสกัดทำยาป้องกันกำจัดแมลง ตะไคร้หอมที่นิยมปลูกมี 2 ชนิด คือ พันธุ์ลังกา (*Cymbopogon nardus* Rendle) และพันธุ์ชวา (*Cymbopogon winterianus* Jowitt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 รูปร่างลักษณะตะไคร้หอม (*Cymbopogon winterianus* Jowit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ลังกา

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) : *Cymbopogon nardus* (Linn) Rendle

ชื่อสามัญ (Common name) : Citronella Grass

ชื่อวงศ์ (Family name) : GARMINEAE

ชื่ออื่นๆ (Other name) : **จะไคมะขูด ตะไครมะขูด ตะไคร้แดง** Lenabatu

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

เป็นพืชล้มลุก มีอายุหลายปี มีเหง้า ลำต้นตั้งตรง ออกเป็นกอ ใบรูปยาวแคบ เกลี้ยง มีกลิ่นหอม ตรงรอยต่อระหว่างใบกับกาบมีแผ่นรูปไข่ปลายตัดยื่นออกมา มีขน กาบหุ้มติดทน กาบล่างสุดเกยซ้อนกัน เมื่อแห้งจะม้วนขึ้น ดอกเป็นช่อขนาดใหญ่ มีใบประดับมีลักษณะคล้ายกาบ ช่อดอกแยกเป็นหลายแขนง แต่ละแขนงมีช่อดอกย่อยออกเป็นคู่ ช่อหนึ่งมีก้านและอีกช่อหนึ่งไม่มีก้าน ซึ่งมีรูปขอบขนานแกมรูปหอก ใบประดับช่อย่อยใบนอกหยักมีเส้นเห็นได้ชัด ด้านนอกแบนเล็กน้อย ขอบแผ่ออกเป็นปีกแคบๆ และขอบด้านบนสาก ใบประดับในรูปเรือ ใบประดับทั้งสองใบนี้มีความยาวไล่เลี่ยกัน รูปไข่กลับหรือรูปรี ปลายแหลมมีเส้นตามยาว 1-3 เส้น ขอบบนมีขน กลีบหุ้มดอกมี 2 กลีบ กลีบนอกรูปขอบขนาน เนื้อบาง ขอบมีขน ไม่มีเส้นลาย กลีบในรูปยาว แคบ มีขนแข็งและปลายแหลม ปลูกมากในเกาะลังกา ขยายพันธุ์ด้วยการแยกเหง้าปลูก (วินัย ปิติยนต์, 2540)

สรรพคุณทางยา (น้นทวัน บุณยะประภัศร และ อรนุช โชคชัยเจริญพร, 2541)

ราก แก้ริดสีดวงในปาก ทำให้แท้งบุตร

เหง้า บีบมดลูกอย่างแรง หญิงมีครรภ์รับประทานทำให้แท้งบุตรได้ ขับประจำเดือน ขับปัสสาวะ ขับระดูขาว แก้ปากเปื่อยเหม็น ขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้องจุกแน่น

ต้น แก้ริดสีดวงในปาก แก้ปากแตกระแหง หญิงมีครรภ์รับประทานทำให้แท้งบุตรได้ ขับโลหิต ระดู บีบรัดมดลูก ขับลมในลำไส้ แก้แน่นท้อง

น้ำมันจากใบและต้น ช่วยไล่ยุง

ไม่ระบุส่วนที่ใช้ แก้ริดสีดวงในปาก (แผลในปาก) ทำให้แท้งบุตรได้ ขับพอกโลหิตระดู แก้โรคในอก บำรุงไฟธาตุ แก้อาเจียน แก้ริดสีดวงตา ขับลมในลำไส้ แก้แน่น ลดอาการเกร็งของกล้ามเนื้อเรียบ ขับเหงื่อ แก้ไข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พันธุ์ชวา

ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name): *Cymbopogon winterianus* Jowitt (*Andropogon nardus* Java de Jong)

ชื่อสามัญ (Common name) : Citronella Grass

ชื่อวงศ์ (Family name) : GARMINEAE

ชื่ออื่นๆ (Other name) : Mahapengiri

ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

คล้ายกับ *Cymbopogon nardus* (Linn) Rendle แต่ต่างกันที่ รากออกตื้นๆ ลำต้นสูง ปลูกมากในเกาะชวา และในประเทศไทย (วินัย ปิติยนต์, 2540)

สรรพคุณทางยา (นันทวัน บุณยะประภัศร และ อรนุช โชคชัยเจริญพร, 2541)

ราก แก้รัดสีดวงในปาก ทำให้แท้งบุตร

เหง้า บีบมดลูกอย่างแรง ขับประจำเดือน แก้ปากเปื่อย ขับลมในลำไส้ แก้ปวดท้องจุกแน่น

ต้น แก้รัดสีดวงในปาก แก้ปากแตกระแหง ขับโลหิต ขับลมในลำไส้

น้ำมันจากใบและลำต้น ไล่ยุง

น้ำมันตะไคร้หอม

หมายถึง น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากใบตะไคร้หอมสดหรือที่ทำให้แห้งหมาดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ

ลักษณะทั่วไป

เป็นของเหลวใส มีสีเหลืองอ่อนหรือสีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน ปราศจากตะกอนและสารแขวนลอย ไม่มีการแยกชั้นของน้ำ มีกลิ่นเฉพาะตัว คุณลักษณะทางฟิสิกส์และเคมีดังแสดงในตารางที่ 3 (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมี

รายการที่	คุณลักษณะ	เกณฑ์ที่กำหนด	
		น้ำมันตะไคร้หอมชวา	น้ำมันตะไคร้หอมลังกา
1	อัตราส่วนการละลายระหว่างน้ำมันตะไคร้หอม : เอทานอล ร้อยละ 80 โดยปริมาตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	1 : 2	1 : 2
2	ความหนาแน่นสัมพัทธ์ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	0.880 ถึง 0 .895	0.894 ถึง 0.910
3	Optical rotation ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	-5 ถึง +2	-18 ถึง 09
4	ดัชนีหักเหที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	1.4660 ถึง 1.4730	1.4790 ถึง 1.4870
5	ค่าเอสเตอร์ (คำนวณเป็น geraniol)	ไม่น้อยกว่า 250	157 ถึง 200
6	ความหนาแน่นสัมพันธ์	ไม่น้อยกว่า 127	18 ถึง 55

ตะไคร้หอมพันธุ์ลังกาและพันธุ์ชวา มีองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันตะไคร้หอมแตกต่างกันดังตารางที่ 4 จึงทำให้มีลักษณะกลิ่นเฉพาะพันธุ์ (วินัย ปิติยนต์, 2540) และสูตรโครงสร้างทางเคมีบางชนิดของสารสกัดตะไคร้หอมแสดงดังภาพที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

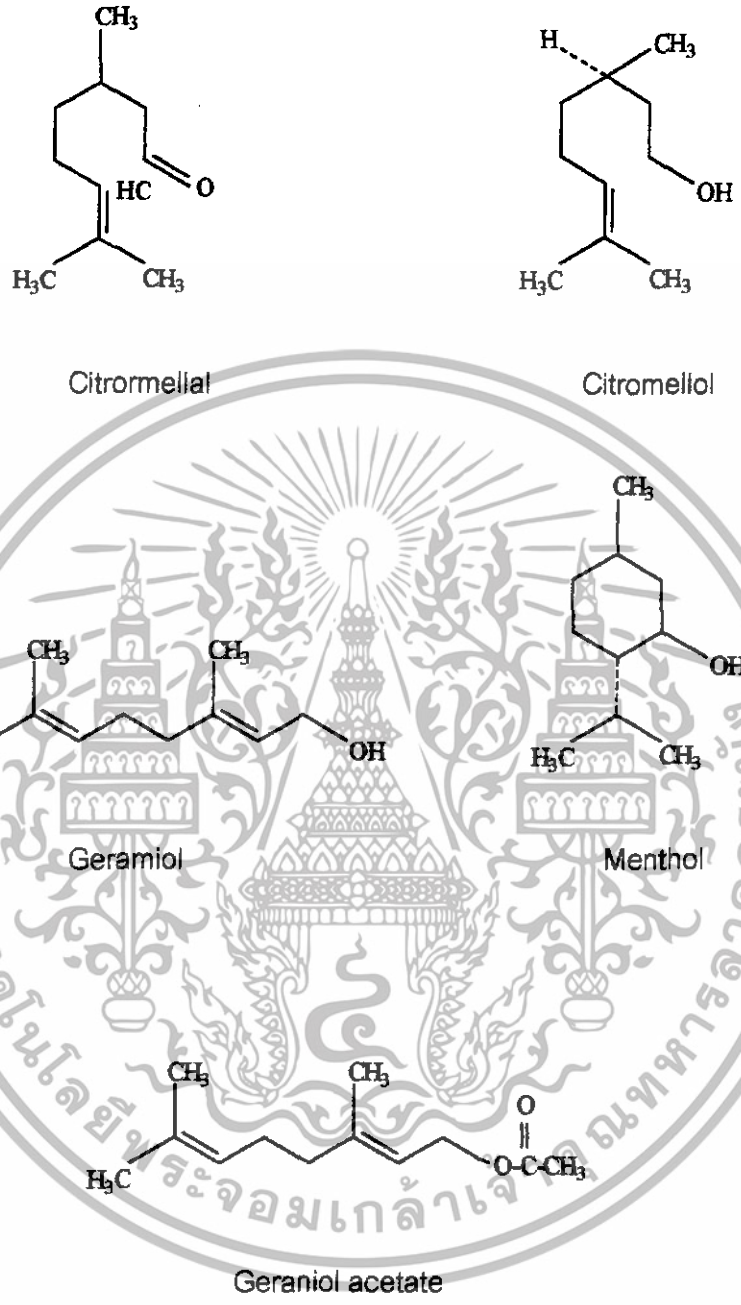
ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยในตะไคร้หอมพันธุ์ลังกาและพันธุ์ชวา (วินัย บีติยนต์, 2540)

ชนิดของสารเคมี	ปริมาณเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	
	พันธุ์ลังกา	พันธุ์ชวา
1. Tricycline	1.6	-
2. α-Pinene	2.6	-
3. Camphene	8.0	-
4. β-Pinene	trace	-
5. Sabinene	trace	-
6. Myrcene	0.3	-
7. Car-3-ene	trace	-
8. α-Phellandrene	0.8	-
9. Limonene	9.7	1.3
10. Cis-ocimene	1.4	-
11. P-cynene	trace	-
12. Terpinene	0.7	-
13. 1-Hexanol	0.1	-
14. Methyl heptanone	0.2	trace
15. Citronellal	5.2	32.7
16. Camphor	0.5	trace
17. Bourbonene	1.0	trace
18. Linalool	1.2	1.5
19. Linaryl acetate	0.8	2.0
20. α-Terpineol	trace	-
21. β-Caryophellene	3.2	2.1
22. 4-Terpineol	0.7	trace
23. Menthol	trace	-
24. Citronellyl acetate	1.9	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. 1-Borneol	6.6	trace
26. Geranyl formate	4.2	2.5
27. Citronellol,Gerantl acetate	8.4	15.9
28. Nerol	0.9	7.7
29. Geraniol	18.0	23.9
30. Geranyl butyrate	1.5	-
31. Nerolidol	0.3	-
32. Metyl euginol	1.7	trace
33. Elemol	1.7	6.0
34. Methyl iso – euginol ; euginol	7.2	2.3
35. Unidentified compounds	1.5	1.4
36. Farnesol	trace	0.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3 สูตรโครงสร้างทางเคมีบางชนิดที่สำคัญของสารที่มีในสารสกัดจากตะไคร้หอม (วินัย ปิติยนต์, 2540)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหลากหลายขององค์ประกอบทางเคมีของตะไคร้หอมทั้งสองพันธุ์ ทำให้เกิดความแตกต่างกันในการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น พันธุ์ลังกานำไปทำน้ำหอม สบู่ น้ำยาดับกลิ่น น้ำยาพ่นหอมและน้ำยาทำความสะอาด สำหรับน้ำมันจากพันธุ์ชวาซึ่งมีปริมาณของ citronellal มาก จึงสกัดเอา citronellal และอนุพันธ์ของ citronellal ตัวอื่นๆ ที่มีประโยชน์ เช่น citronellol, citronellol ester, hydroxyl citronellal หรือเปลี่ยนเป็น menthol โดยการสังเคราะห์ขึ้นมาจาก citronellal ก็ได้ (วินัย ปิติยนต์, 2540) ปริมาณและคุณภาพของน้ำมันหอม ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน การเก็บเกี่ยว ตลอดจนเทคนิคและวิธีการสกัด

ประสิทธิภาพของน้ำมันตะไคร้หอมต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

ตะไคร้หอมเป็นพืชสมุนไพรที่อยู่ในกลุ่มไล่ยุง หรือไล่แมลง น้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากตะไคร้หอมสามารถทำป้องกันยุง เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยมีองค์ประกอบของ geraniol 57.6 - 61 เปอร์เซ็นต์ citronellal 7.7 – 14.2 เปอร์เซ็นต์ eugenol และอื่นๆ (สุนทรี, 2536) ซึ่งมีการทดลองพบว่าสารสกัดจากตะไคร้หอมทำให้ปริมาณไข่และหนอนเจาะสมอฝ้ายลดลง (อมรา ไตรศิริ และสำรวย ปลูกงาม, 2539) มีการนำน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมาใช้ป้องกันกำจัดแมลงในโรงเก็บเมล็ดธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด เป็นต้น โดยนำเมล็ดธัญพืชเหล่านั้นมารมควันด้วยน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากตะไคร้หอมสามารถป้องกันมอดข้าวได้ และน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากตะไคร้หอมยังทำให้ประชากรของ *Sitopplitlus oryzae* ลดลง 35.69 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (Singh *et al.*, 1989) นอกจากนี้ Sweelan (1989) พบว่าสาร geraniol มีฤทธิ์ยับยั้ง *A. Flavus* และ *A.Fumigatus* และการงอกของสปอร์

Dikshit and Husain (1984) คัดเลือกน้ำมันพืช 28 ชนิด พบว่าน้ำมันจาก ผักชีลาว โกฐจุฬาลำพา ตะไคร้ ตะไคร้หอม และสะระแหน่ สามารถยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะ ฟลาทอกซินโดย *A. parasiticus* น้ำมันจากสะระแหน่ยับยั้งได้ 90 เปอร์เซ็นต์ ส่วนตะไคร้หอมยับยั้งได้ 80 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นไปได้ที่จะใช้พวกนี้ในการควบคุมเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในการเก็บรักษาเมล็ดพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพืชทดสอบ : กวางตุ้ง (*Brassica chinenis* var. parachinensis)
2. วัสดุเพาะ : กระดาษเพาะ, ทรายละเอียด, ดิน
3. เครื่องแก้ว ได้แก่ จานเพาะ, บีกเกอร์, หลอดทดลอง, หลอดหยด, แท่งแก้ว, กระบอกตวง
4. สารเคมี ได้แก่ Dish drop, Biton 60, Tween 80, น้ำมัน Xylene, น้ำมันตะไคร้หอม, น้ำกลั่น
5. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องสกัดด้วยไอน้ำ, เครื่องชั่งดิจิตอล ทศนิยม 4 ตำแหน่ง, ตู้อบ (hot air even), ไมโครปิเปต
6. อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ ตะกร้าพลาสติก, กรรไกร, ไม้บรรทัด, กล้องถ่ายรูป, หลอดฉีดยา, พาราฟิล์ม (parafilm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในกระดาษเพาะ

1.1 การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 3 วิธีการ วิธีการละ 4 ซ้ำ โดยมีวิธีการดังนี้

วิธีการที่ 1 น้ำกลั่น (วิธีการเปรียบเทียบ)

วิธีการที่ 2 สารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมปริมาตร 5 µl ต่อจานเพาะ

วิธีการที่ 3 สารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมปริมาตร 10 µl ต่อจานเพาะ

1.2 การเตรียมสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม

การเตรียมสาร Emulsifier

โดยมีสาร Surfactant 3 ชนิด คือ

Dish drop ผลิตโดย แอมเวย์คอร์ปอเรชั่น

Biton 60 ผลิตโดย บริษัท มิเลนเนียม อโกซายน์ จำกัด

และ Tween 80

นำสาร Surfactant ทั้ง 3 ชนิด มาผสมรวมกับน้ำมัน Xylene โดย Biton 60 : Dish drop : Tween : Xylene ในอัตราส่วน 1 : 1.5 : 3 : 9 (โดยปริมาตร) และนำสารผสม Emulsifier ที่ได้ข้างต้นผสมรวมกับน้ำมันตะไคร้หอมในอัตราส่วน 70:30 โดยปริมาตร (Emulsifier:น้ำมันตะไคร้หอม)

เรียกรวมสารที่ผสมน้ำมันตะไคร้หอม ว่า "สารผลิตภัณฑ์"

1.3 การเตรียมจานเพาะเมล็ด

จานเพาะเมล็ดที่รองด้วยกระดาษเพาะ เติมน้ำกลั่นปริมาตร 1.5 มิลลิลิตรต่อจานเพาะ

1.4 การทดสอบผลของสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอยระเหยจากตะไคร้หอม

คัดเลือกเมล็ดกวางตุ้ง (*Brassica chinenis* var. parachinensis) ที่มีความสมบูรณ์สม่ำเสมอกันมาเรียงบนจานเพาะที่เตรียมไว้ในข้อ 1.3 โดยใช้เมล็ดพืชทดสอบจำนวน 10 เมล็ดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จานเพาะ เติมน้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ในข้อ 1.1 โดยหยดตรงกลางจานเพาะ ปิดฝาจานเพาะแล้วพันด้วยพาราฟิล์ม

1.5 การบันทึกผลการทดลอง

ทำการตรวจนับการงอกของเมล็ดพืชที่นำมาทดสอบในแต่ละวิธีการทุกวันเป็นระยะเวลา 7 วัน หลังจากวันที่ทำการเพาะ โดยจะนับการงอกเมื่อมีส่วนของรากโผล่ออกมาจากเปลือกของเมล็ด บันทึกผลและคำนวณเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ด หลังการเพาะเมล็ด 7 วัน ทำการวัดความยาวของส่วนต้น ส่วนราก และคำนวณความยาวรวมของต้นกล้า และนำต้นกล้าไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 72 ชั่วโมง เพื่อชั่งหาน้ำหนักแห้งของต้นกล้า

การทดลองที่ 2 ผลของสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าวางตุ้งในทราย

2.1 การวางแผนการทดลอง, การเตรียมสารผลิตภัณฑ์, การทดสอบผลของสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม และ การบันทึกผลการทดลอง

เหมือนการทดลองที่ 1.1

2.2 การเตรียมจานเพาะเมล็ด

จานเพาะเมล็ดที่รองด้วยทรายละเอียด จำนวน 30 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5.5 มิลลิลิตรต่อจานเพาะ

การทดลองที่ 3 ผลของสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าวางตุ้งในดิน

3.1 การวางแผนการทดลอง, การเตรียมสารผลิตภัณฑ์, การทดสอบผลของผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม และ การบันทึกผลการทดลอง

เหมือนการทดลองที่ 1.1

3.2 การเตรียมจานเพาะเมล็ด

จานเพาะเมล็ดที่รองด้วยดิน จำนวน 8 กรัม เติมน้ำกลั่นปริมาตร 7 มิลลิลิตรต่อจานเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ระยะเวลาการดำเนินงาน

เมษายน 2549 – มกราคม 2550

สถานที่ทำการทดลอง

ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในกระดาษเพาะ โดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

หลังการเพาะเมล็ดกวางตุ้ง 1 วัน พบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอก 85% แต่การเพาะเมล็ดกวางตุ้งที่สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ10 µl ไม่มีการงอก (ตารางที่ 5 และภาพที่ 4) **หลังจากเพาะเมล็ด 2-3 วัน พบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอก** 92.5% แต่เมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ 10 µl ไม่มีการงอก หลังจากเพาะเมล็ด 4-7 วัน พบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 97.5% ส่วนเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ 10 µl ไม่มีการงอก

ตารางที่ 5 ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในกระดาษเพาะโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	ความงอกของเมล็ด(เปอร์เซ็นต์)[1/] วันหลังเพาะ						
	1	2	3	4	5	6	7
น้ำกลั่น	85 .0a	92.5a	92.5a	97.5a	97.5a	97.5a	97.5a
5 µl	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b
10 µl	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b
CV (%)	35.2941	9.3624	9.3624	8.8823	8.8823	8.8823	8.8823

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p=0.05)

จากการวัดความยาวส่วนต้น ส่วนราก และความยาวรวมของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะ พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีความยาวต้น ความยาวราก และความยาวรวมมากที่สุด คือ 2.48,4.75 **และ** 7.05 **เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6)**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 ผลของความยาวของ ต้น ราก และความยาวรวมของต้นกล้ากวางตุ้ง7 วันหลังจากเพาะเมล็ด ในกระดาษเพาะโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	ความยาว (ซม.)[1/]		
	ต้น	ราก	รวม
น้ำกลั่น	2.4775a	4.5725a	7.0500a
5 µl	0.0000b	0.0000b	0.0000b
10 µl	0.0000b	0.0000b	0.0000b
CV.(%)	16.5280	30.5887	19.9894

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวส่วนต้น ความยาวรากหรือความยาวรวมที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p=0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการนำต้นกล้ากวางตุ้งหลังจากการเพาะ 7 วัน มาชั่งน้ำหนักแห้ง พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.0171 กรัม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลของน้ำหนักแห้งของต้นกล้ากวางตุ้ง7 วันหลังจากเพาะเมล็ดในกระดาษเพาะโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	น้ำหนักแห้ง (กรัม) [1/]
น้ำกลั่น	0.0171a
5 µl	0.0000b
10 µl	0.0000b
CV (%)	31.4444

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p=0.05)

การทดลองที่ 2 ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในทรายโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

หลังการเพาะเมล็ดกวางตุ้ง 1 วัน พบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอก 85% แต่การเพาะเมล็ดกวางตุ้งที่สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ 10 µl ไม่มีการงอก (ตารางที่ 8 และภาพที่ 5) หลังจากการเพาะเมล็ด 2 วัน พบว่า เมล็ดกวางตุ้งที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 90% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 30% ส่วนเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl ไม่มีการงอก ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ทั้งสองปริมาตรมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากการเพาะเมล็ด 3 วัน พบว่า เมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 90% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 52.5% ส่วนเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl มีเปอร์เซ็นต์การงอกเพียง 2.5% ซึ่งการเพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ทุกปริมาตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากการเพาะเมล็ด 4 วัน พบว่า เมื่อเพาะเมล็ดโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 90% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 57.5% ส่วนเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl มีเปอร์เซ็นต์การงอกเพียง 5% ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 µl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

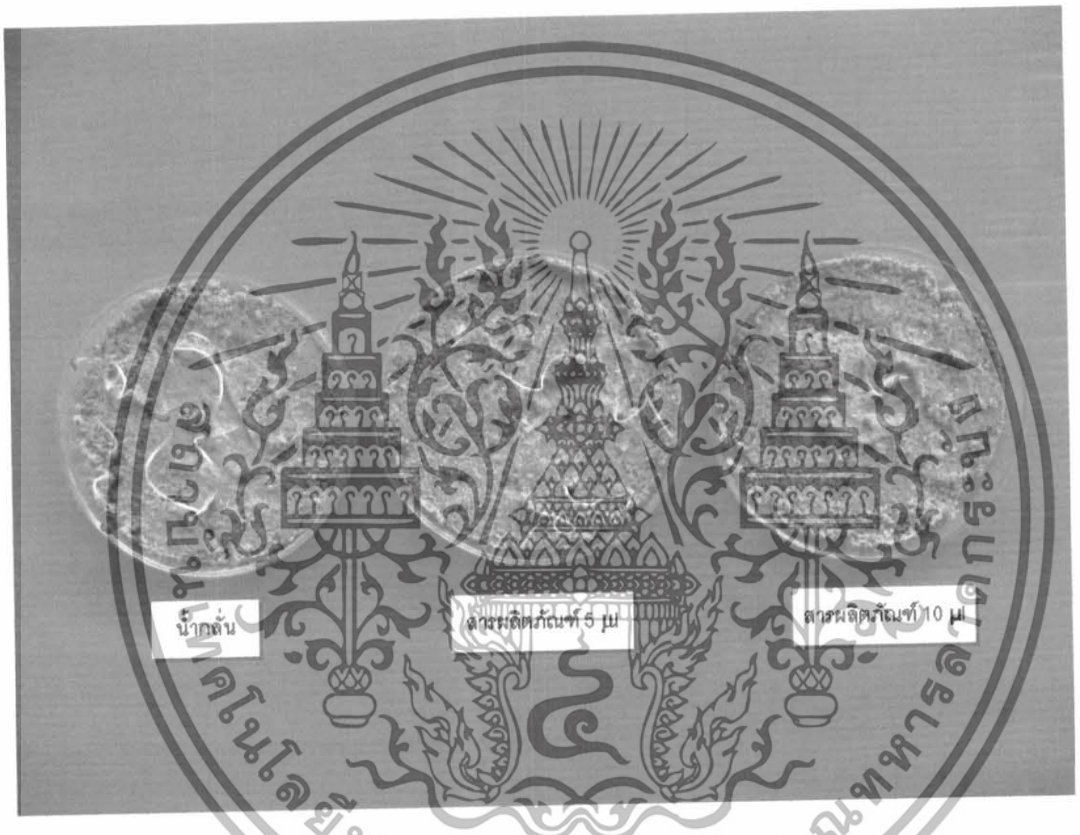
และ 10 µl มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากการเพาะเมล็ด 5 วัน พบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 90% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 57.5% ส่วนเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl มีเปอร์เซ็นต์การงอกเพียง 7.5% ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ทุกปริมาตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังจากการเพาะเมล็ด 6 วัน พบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 90% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 57.5% ส่วนเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl มีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยสุดคือ 10% ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ทุกปริมาตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในวันที่ 7 หลังการเพาะ พบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นยังมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 90% และรองลงมายังคงเป็นเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 62.5% และเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl ยังมีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยสุดเพียง 10% ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ทุกปริมาตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 8 ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในทรายโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	ความงอกของเมล็ด(เปอร์เซ็นต์)[1/] วันหลังเพาะ						
	1	2	3	4	5	6	7
น้ำกลั่น	85.0a	90.0a	90.0a	90.0a	90.0a	90.0a	90.0a
5 µl	0.0b	30.0b	52.5b	57.5b	57.5b	57.7b	62.5b
10 µl	0.0b	0.0c	2.5c	5.0c	7.5c	10.0c	10.0c
CV (%)	20.3771	20.4124	8.4465	15.7240	15.1304	13.8378	18.2033

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p=0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าวางตุ้งในทรายโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดความยาวส่วนต้น ส่วนราก และความยาวรวมของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะ พบว่า ต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl มีความยาวส่วนต้นคือ 3.85 และ 3.38 เซนติเมตรและต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl มีความยาวส่วนต้นคือ 1.50 เซนติเมตร (ตารางที่ 9) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ ปริมาตร 5 µl ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl ในด้านความยาวส่วนราก พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ10 µl ซึ่งมีความยาวส่วนรากคือ 4.74,4.30 และ 1.31 เซนติเมตรตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl เมื่อนำความยาวต้นและความยาวรากมารวมกัน ปรากฏว่า ต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีความยาวรวมมากที่สุด คือ 8.6 เซนติเมตร รองลงมาคือต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl ซึ่งมีความยาวรวม 7.68 และ 2.81 เซนติเมตรตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนความยาวรวมของต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µlไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 9 ผลของความยาวของ ต้น ราก และความยาวรวมของต้นกล้ากวางตุ้ง7 วันหลังจากเพาะเมล็ดในทรายโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	ความยาว (ซม.)[1/]		
	ต้น	ราก	รวม
น้ำกลั่น	3.8550a	4.7475a	8.6000a
5 µl	3.3825a	4.3050a	7.6875a
10 µl	1.5000b	1.3125b	2.8125b
CV.(%)	25.7492	21.9252	23.4110

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวส่วนต้น ความยาวรากหรือความยาวรวมที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการนำต้นกล้ากวางตุ้งหลังจากการเพาะ 7 วัน มาชั่งน้ำหนักแห้ง พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.0172 กรัม รองลงมาคือต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µlและ10 µl มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยคือ 0.0122 และ 0.0017 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 10) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ทั้งปริมาตร 5 µl และ10 µl มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 10 ผลของน้ำหนักแห้งของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังจากเพาะเมล็ดในทรายโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	น้ำหนักแห้ง (กรัม) [1/]
น้ำกลั่น	0.0172a
5 µl	0.0122b
10 µl	0.0017c
CV (%)	18.8410

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p=0.05)

การทดลองที่ 3 ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในดินโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

หลังการเพาะเมล็ดกวางตุ้ง 1 วัน พบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 77.5% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอก 20% ส่วนเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl ไม่มีการงอก (ตารางที่ 11 และภาพที่ 6) ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl หลังจากการเพาะเมล็ด 2 วัน พบว่า เมล็ดกวางตุ้งที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 92.5% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl มีเปอร์เซ็นต์การงอก 35% และ 25% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ทั้งสองปริมาตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเพาะเมล็ดโดยใช้น้ำกลั่น หลังจากการเพาะเมล็ด 3 วัน พบว่า เมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 95% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

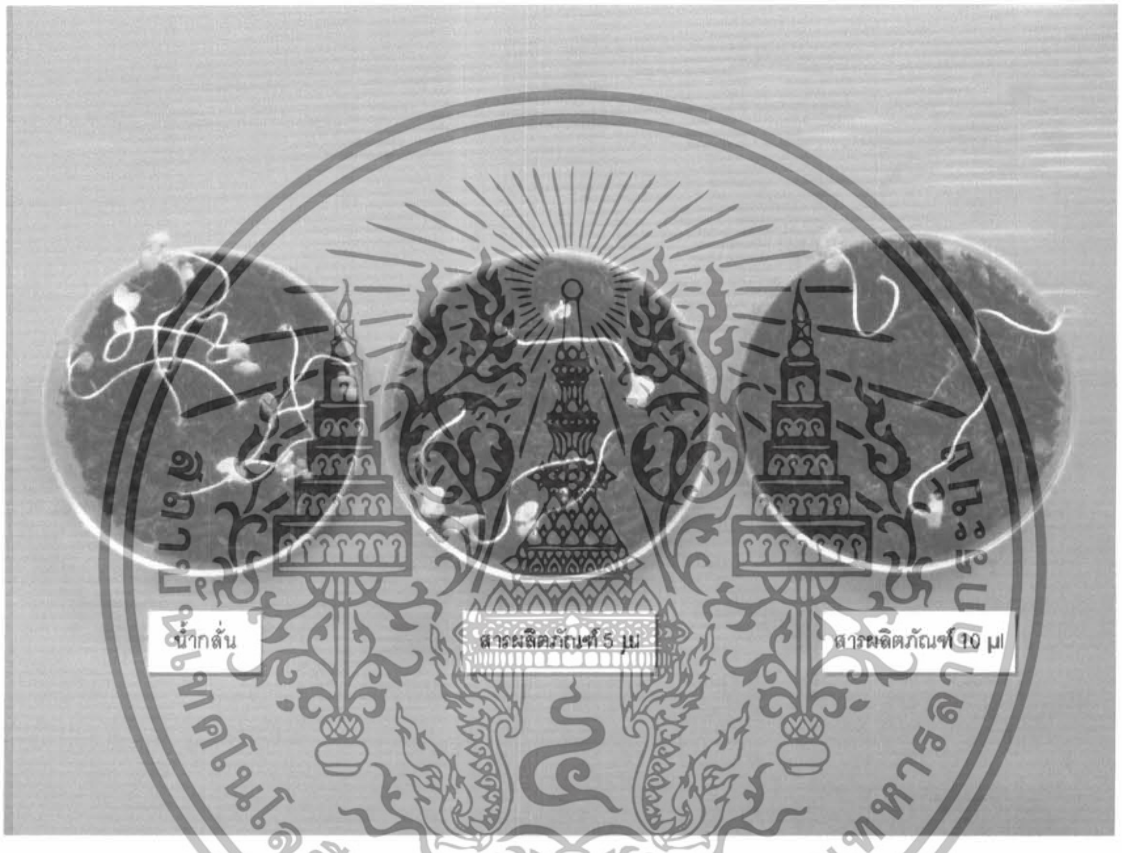
เปอร์เซ็นต์การงอก 42.5% และ 27.5% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ทั้งสองปริมาตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเพาะเมล็ดโดยใช้น้ำกลั่น หลังจากการเพาะเมล็ด 4 วัน พบว่า เมื่อเพาะเมล็ดโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 95% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl มีเปอร์เซ็นต์การงอก 47.5% และ 30% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ทั้งสองปริมาตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเพาะเมล็ดโดยใช้น้ำกลั่น หลังจากการเพาะเมล็ด 5 และ 6 วัน พบว่า เมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 95% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl มีเปอร์เซ็นต์การงอก 47.5% และ 32.5% ตามลำดับ ซึ่งพบว่าเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ทั้งสองปริมาตรไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับการเพาะเมล็ดโดยใช้น้ำกลั่น โดยในวันที่ 7 หลังการเพาะ พบว่า เมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด คือ 95% รองลงมาคือเมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl มีเปอร์เซ็นต์การงอก 52.5% และ 35% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า เมล็ดที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 11 ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในดินโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	ความงอกของเมล็ด(เปอร์เซ็นต์)[1/] วันหลังเพาะ						
	1	2	3	4	5	6	7
น้ำกลั่น	77.5a	92.5a	95.0a	95.0a	95.0a	95.0a	95.0a
5 µl	20.0b	35.0b	42.5b	47.5b	47.5b	47.5b	52.5b
10 µl	0.0b	25.0b	27.5b	30.0b	32.5b	32.5b	35.0c
CV (%)	73.0657	28.3943	26.0677	24.4236	24.5781	24.5781	17.9656

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p=0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ผลของการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในดินโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวัดความยาวส่วนต้น ส่วนราก และความยาวรวมของต้นกล้ากวางตุ้ง 7 วันหลังการเพาะ พบว่า ต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ10 µl มีความยาวส่วนต้น คือ 6.6,5.38 และ 5.65 เซนติเมตรตามลำดับ(ตารางที่ 12) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ10 µl ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่น ในด้านความยาวส่วนราก พบว่า ต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ10 µl ซึ่งมีความยาวส่วนราก คือ 6.52,5.81 และ 5.21 เซนติเมตร ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่น สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ10 µl ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อนำความยาวต้นและความยาวรากมารวมกัน ปรากฏว่า ต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีความยาวรวมมากที่สุด คือ 13.13 เซนติเมตร รองลงมาคือต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl ซึ่งมีความยาวรวม 11.20 และ 10.86 เซนติเมตรตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 10 µl แต่ไม่แตกต่างกับต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl

ตารางที่ 12 ผลของความยาวของ ต้น ราก และความยาวรวมของต้นกล้ากวางตุ้ง7 วันหลังจากเพาะเมล็ด ในดินโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	ความยาว (ซม.)[1/]		
	ต้น	ราก	รวม
น้ำกลั่น	6.6050a	6.5275a	13.1325a
5 µl	5.3875b	5.8150a	11.2025ab
10 µl	5.6500b	5.2125a	10.8625b
CV.(%)	11.0652	15.8071	11.2147

[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยความยาวส่วนต้น ความยาวรากหรือความยาวรวมที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p=0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการนำต้นกล้ากวางตุ้งหลังจากการเพาะ 7 วัน มาชั่งน้ำหนักแห้ง พบว่าต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยมากที่สุด คือ 0.0255 กรัม รองลงมาคือต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ 5 µl และ10 µl มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยคือ 0.0134 และ 0.0095 กรัมตามลำดับ (ตารางที่ 13) จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นกล้าที่เพาะโดยใช้น้ำกลั่นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ทั้งปริมาตร 5 µl และ10 µl แต่น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของต้นกล้าที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์ปริมาตร 5 µl และ10 µl ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

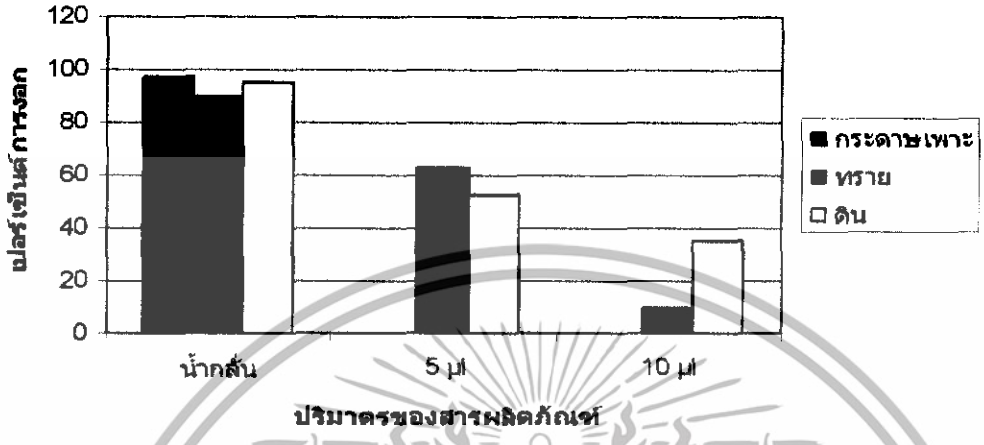
ตารางที่ 13 ผลของน้ำหนักแห้งของต้นกล้ากวางตุ้ง7 วันหลังจากเพาะเมล็ดในดินโดยการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์

ปริมาตรของสารผลิตภัณฑ์	น้ำหนักแห้ง (กรัม) [1/]
น้ำกลั่น	0.0255a
5 µl	0.0134b
10 µl	0.0095b
CV (%)	22.8093

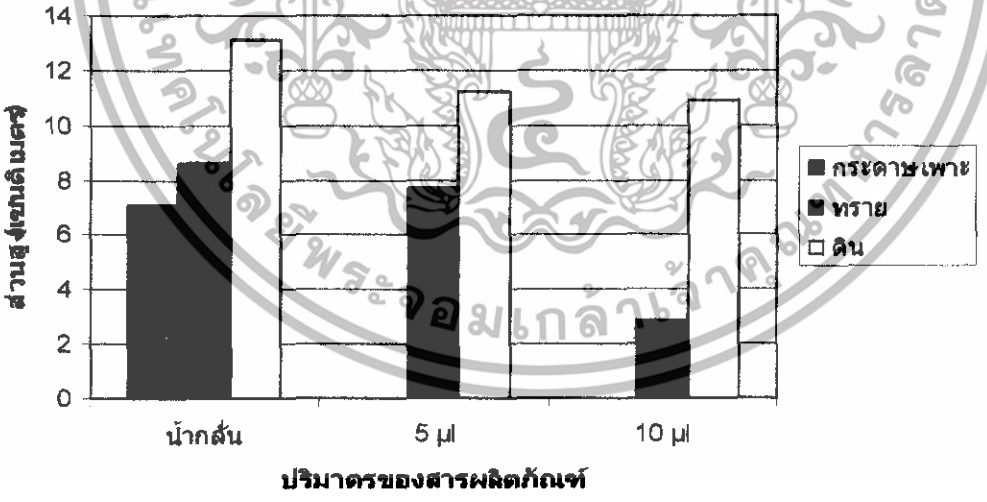
[1/] ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งที่มีอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย DMRT (p=0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. พิจารณาเปรียบเทียบผลของสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน

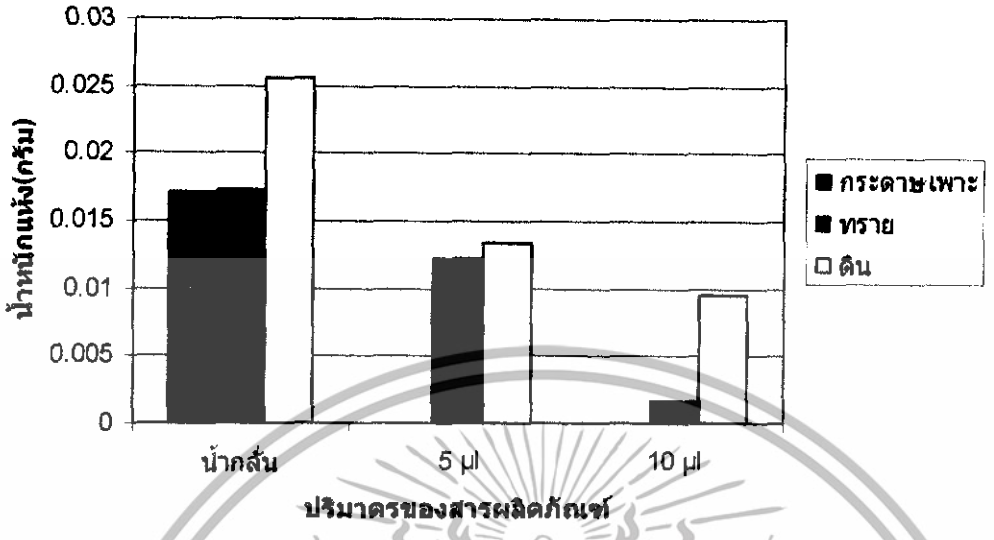


กราฟที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของน้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม 5 µl และ10 µl ในวัสดุเพาะกระดาษ ทราย ดินต่อเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดกวางตุ้ง



กราฟที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของน้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม 5 µl และ10 µl ในวัสดุเพาะกระดาษ ทราย ดินต่อความยาวรวมของเมล็ดกวางตุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของน้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม 5 µl และ10 µl ในวัสดุเพาะกระดาษ ทราย ดิน ต่อน้ำหนักแห้งของเมล็ดกวางตุ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

ผลของสารผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในวัสดุเพาะที่แตกต่างกัน

จากการนำน้ำกลั่น และสารผลิตภัณฑ์ ทั้ง 2 ปริมาตร คือ ปริมาตร 5 µl และ 10 µl มาทดสอบการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งพบว่า สารผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ปริมาตร มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้ง ทั้งใน 3 วัสดุเพาะ คือ กระดาษ ทราย ดิน โดยพบว่าสารสกัดที่ปริมาตร 5 µl และ 10 µl สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้งในกระดาษเพาะได้อย่างสมบูรณ์ 100% ซึ่งสารผลิตภัณฑ์ที่ปริมาตร10 µl สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้งได้ดีที่สุด ทั้งใน 3 วัสดุเพาะ

ส่วนในด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้ง พบว่า สารผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ปริมาตร มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้ง ทั้งความยาวส่วนราก ส่วนยอด และความยาวรวม ใน 3 วัสดุเพาะ

ส่วนในด้านน้ำหนักแห้ง พบว่า สารผลิตภัณฑ์ ทั้ง 2 ปริมาตร มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักแห้งของต้นกล้ากวางตุ้ง

ผลของการใช้น้ำกลั่นและสารผลิตภัณฑ์ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งในวัสดุเพาะที่ต่างกัน การใช้สารผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ปริมาตรในวัสดุกระเพาะสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้งได้อย่างสมบูรณ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารผลิตภัณฑ์ 2 ปริมาตรในวัสดุเพาะทราย สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดได้รองลงมา และในวัสดุเพาะดิน สารผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ปริมาตร สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้งได้น้อยที่สุด

ส่วนในด้านการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้ง พบว่า สารผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ปริมาตรในวัสดุเพาะทราย สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งได้มากกว่าในวัสดุเพาะดิน ทั้งด้านความยาวส่วนต้น ส่วนราก และความยาวรวม

ส่วนในด้านน้ำหนักแห้ง พบว่าสารผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ปริมาตรในวัสดุเพาะทรายมีผลต่อการลดลงของน้ำหนักแห้ง โดยลดลงมากกว่าในวัสดุเพาะดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมล็ดที่เพาะโดยใช้สารผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มของเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง เมื่อความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น และการใช้สารผลิตภัณฑ์ในการเพาะต้นกล้ากวางตุ้ง ในกระดาษเพาะมีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้ง มากกว่าในทรายและดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารผลิตภัณฑ์ 10 µl สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดกวางตุ้งได้ดี ทั้งในทราย และดิน โดยที่ยับยั้งได้อย่างสมบูรณ์ในกระดาษเพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า ในวัสดุเพาะกระดาษสารผลิตภัณฑ์สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการงอก และการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในวัสดุเพาะทราย สารผลิตภัณฑ์สามารถออกฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งได้รองลงมา และในวัสดุเพาะดิน สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ากวางตุ้งได้น้อยที่สุด อาจเนื่องมาจาก วัสดุเพาะทรายดูดซับสารผลิตภัณฑ์ไว้บางส่วน และในวัสดุเพาะดินอาจดูดซับ สารผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าวัสดุเพาะทราย หรือ สารผลิตภัณฑ์อาจถูกจุลินทรีย์ในดินย่อยสลายไป

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของสารผลิตภัณฑ์จากน้ำมันตะไคร้หอม พบว่าสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชปลูกได้ดีในห้องปฏิบัติการ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปจึงควรขยายผลการทดสอบทั้งในสภาพเรือนทดลอง และแปลงทดลอง โดยอาจจะนำสารผลิตภัณฑ์มาผสมกับน้ำ รดแทนน้ำ หรือใช้สารผลิตภัณฑ์คลุกดินปลูก หรือโรยผิวหน้าดิน เพื่อทดสอบและยืนยันศักยภาพของสารเคมีจากน้ำมันตะไคร้หอมในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2543. ข้อมูลการนำเข้าวัสดุอันตรายประจำปี 2542. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร.

เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ. 2541. "การศึกษาเบื้องต้นถึงผลของสารสกัดจากต้นชะพลูและสะระแหน่ที่มีต่อความงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าของพืชบางชนิด." วิทยาสารวัชพืช. 1 : 56–64.

ชฎาพร เกิดปัญญา. 2535. "องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์ทางชีวภาพของผักปอดนา." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาอินทรีย์เคมี บัณฑิตวิทยาลัย , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร. 2537. "การควบคุมวัชพืชโดยใช้สารจากพืช". 85. ใน เอกสารประชุมวิชาการการอารักขาพืชเพื่อความปลอดภัยและเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร. เชียงใหม่ : กลุ่มงานวิทยาการ วัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร.

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร. 2533. "สารพิษต่อต้นงาต่อการเจริญเติบโตของวัชพืช" วารสารข่าวพฤกษศาสตร์และวัชพืช. 3(1) : 8.

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร และศิริพร ซึงสนธิพร. 2531 "การศึกษาผลของสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชที่มีในต้นรา." วารสารข่าวพฤกษศาสตร์และวัชพืช. 1(3) : 3.

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร และศิริพร ซึงสนธิพร. 2533 "อิทธิพลของสารสกัดจากสารปอดนาต่อการเจริญเติบโตของวัชพืช." วารสารวิชาการเกษตร. 8 : 29–34.

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร และศิริพร ซึงสนธิพร. 2537 "การสลายตัวของงาต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูก." 58-69 ใน เอกสารประกอบการสัมนาเชิงปฏิบัติการ เรื่องงานวิจัยงา ครั้งที่ 6. ขอนแก่น : สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร.

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร และศิริพร ซึงสนธิพร. 2543 "ผลของสารสกัดจากผักเบี้ยหิน (*Trianthema Portulacstrum* Linn.) ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนพืชบางชนิด." 14-21. ใน รายงานการประชุมสัมนาทางวิชาการ เรื่องความก้าวหน้างานวิจัยและความหลากหลายทางชีวภาพสมุนไพรและวัชพืช. นครราชสีมา : กองพฤกษศาตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เต็ม สมิตินันท์. 2523. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาตร์-ชื่อพื้นเมือง). กรุงเทพฯ.: กรมป่าไม้.

นฤมล มงคลธนวัฒน์. 2545. การยับยั้งการเจริญและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อรา *Aspergillus flams.* โดยใช้น้ำมันตะไคร้หอม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นันทวัน บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญพร. 2541. สมุนไพรพื้นบ้าน. บริษัทประชาชน จำกัด กรุงเทพฯ.

บุญรอด ชาติยานนท์. 2544. "ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากใบประยงต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชบางชนิด." ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ประทีองศรี สินชัยศรี. 2547. พันธุ์พืชหอมและน้ำมันหอมระเหย. สำนักพิมพ์ นีออน บุ๊ค มีเดีย. 43-58.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2537. การใช้สารกำจัดวัชพืช เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พิสมัย ฤทธิทิศ. 2527. "ผลการแก่งแย่งและอัลลีโลพาธิกของวัชพืชบางชนิดที่มีต่อถั่วเขียว" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภิญญา จำรัสกุล. 2539. "การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่สภาพแวดล้อม." ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 23(3) : 126-129.

มยุรา สุนยีวีระ. 2543. "ประสิทธิภาพของสารสกัดจากพืชสมุนไพรบางชนิดในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (L.). "วราสารเกษตรพระจอมเกล้า. 18(1) : 45-50.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2531. สารกำจัดวัชพืชกับผลทางสรีรวิทยาของพืช. หจก. จงเจริญการพิมพ์. 171-189.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงศ์จันทร์ วงศ์แก้ว และสมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2538. "การศึกษาการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์และต้อยติ่งโดยสารสกัดจากใบแสมและจาก." V-15. ใน รายงานการสัมมนาระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติครั้งที่ 9 เรื่อง การอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อสังคมไทยในทศวรรษหน้า.กรุงเทพฯ. : กองโครงการและประสานงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

วันดี กฤษณพันธ์ และคณะ. เภสัชวินิจฉัย-ยาและผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ เล่ม 1. มหาวิทยาลัยมหิดล.

วินัย ปิติยนต์. 2540. "ตะไคร้หอม (*Citronella grass*)." ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 24(2) : 78-84.

ศิริพร ซึงสนธิพร. 2535. "ผลของอัลลีโลพาธิกของวัชพืชสาบหมาต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูกและวัชพืชบางชนิด." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพร ซึงสนธิพร และชอุ่ม เปรมษเฐียร. 2536. "ผลของสารสกัดจากวัชพืชสาบหมาต่อการเจริญของข้าวและวัชพืชบางชนิด." 58. ใน รายงานการประชุมวิชาการ เรื่อง พฤกษศาสตร์พืชสมุนไพรเครื่องเทศและวัชพืช. กรุงเทพฯ. กรมวิชาการเกษตร.

ศิริพร ซึงสนธิพร และชอุ่ม เปรมษเฐียร. 2543. "ผลของเทียนหยดต่อการเจริญเติบโตของไมยราบยักษ์." 22-30. ใน รายงานการประชุมสัมนาทางวิชาการ เรื่องความก้าวหน้างานวิจัยและความหลากหลายทางชีวภาพ สมุนไพร และวัชพืช. นครราชสีมา : กองพฤกษศาสตร์ และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร.

สุชาดา อยู่ประเสริฐ. 2535. "อิทธิพลของสารยับยั้งการเจริญเติบโตจากงาที่มีต่อพืชไร่บางชนิด." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาพืชไร่ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2543. น้ำมันตะไคร้หอม. กรุงเทพฯ.

อุดม ก๊กผล และคณะ. 2538. "สารอัลลีโลพาธิกจากวัชพืชไทย." 135. ใน รายงานการวิจัย ทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2538. กรุงเทพฯ. : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุไร เพ่งพิศ. 2539. "ผลของสารอัลลีโลพาธิกของวัชพืชบางชนิดที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตถั่วเหลืองพันธุ์ สจ. 4." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Bendal, G.M. 1975. "The allelopathic activity of California thistie (*Cirium arvense* (L.) Scope) in Tasmania." Weed Res. 15 : 77-81.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bewick, T.A. *et al.* 1994. "Effect of celery (*Apium graveolens*) root residue on growth of various crops and weeds." Weed Technol. 8 : 625-629.

Bhowmik, P.C. and Doll, J.D. 1982. "Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and Crop residues." Agron.J. 74 : 601-606.

Cameron, H.J. and Jolian, G.R. 1980. "Inhibition of protein synthesis in lettuce (*Lactuca sativa L.*) by allelopathic compounds." J. Chem.Ecol. 6 : 989-995.

Chang-Yeon, Y. *et al.* 1995. "In vivo and in vitro systems for bioassay of allelopathic substances in rye (*Secale Coreale* L.)." 321-325. In Proceedings of the 15th Asian Pacific Weed Science Society Conference. Tsukuba. Japan.

Chou, C.H. 1995a. "Allelopathic and sustainable agriculture." 211-223.In Lnderjit, Dakshini, K.M.M. and Einhellig, F.A. editors. Allelopathy : Organisms, Processes and Applications. Washington D.C. : ACS Symposium Series 582. American Chemical Society.

Colton, C.E. and Einhellig, F.A. 1980. "Alleiopathic mechanism of velvetleaf (*Abutilon theopharasti* Medic.) on soybean." Amer. J. Bot. 67(10) : 1407-1413.

Duke, S.O. and Abbas, H.K. 1995 "Natural Products with potential use as herbicides." 348-362. In Inderjit, DakShini, K.M.M. and Einhellig, F.A. editors. Allelopathy : Organisms, Processes and Applications. Applications. Washington D.C. : ACS Symposium 582. American Chemical Society.

Einhellig, F.A. and Souza. J.F. 1992. "Phytotoxicity of sorgoleone found in sorghum root exudates." J. Cherm. Ecol. 18(1) : 1-11.

Fujii, Y. *et al.* 1995. "Screening of allrlopayhic cover crops and their application to abandoned fields." 305-310. In Proceedings of the 15th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, Tsukuba. Japan.

Geissman, T.A. and Phinney, B.O. 1972. "Tannins as Gibberellin antagonists." Plant Physiol. 49 : 323-330.

Harrison, Jr,H.F. and Peterson, J.K. 1991. "Evidence that sweet potalo(*pornoea balatas*) is allelopathic to yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*). " Weed Sci. 39(2) : 308-312.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kim, K.U. 1995. "Possible utilization of plants and allelochemicals for weed control." 292-299. In Proceedings of the 15th Asian-Pacific Weed Science Society Conference Tsukuba. Japan.

Kim, Y.S. and Kill, B.S. 1989. "Identification and growth inhibition of phytotoxic substance from tomato plant." Korean. J. Bot. 32(1) : 41-49.

Leather, G.R. 1983. "Sunflower (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds." Weed Sci. 31 : 37-42.

Lee, C.W. *et al.* 1999. "Allelochemicals in ricestraw." 659-662. In Proceedings of the 17th Asian-Pacific Weed Science Society Conference : Weeds and Environmental Impact Bangkok.

Macias, F.A. 1995. "Allelopathy in the search for natural herbicide models." 310-329. In Inderjit, Dakshini, K.M.M. and Einhellig, F.A. editors. Allelopathy : Organisms, Processes and Applications. Washington D.C. : ACS Symposium Serice 582. American Chemical Society.

Pandey, D.K. *et al.* 1993. "Inhibitory effect of parthenium (*Parthenium hysterophorus* L.) residue on growth of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). I. Effect of leat residue." J. Chem. Ecol. 19(11) : 2651-2662.

Putnam, A.R. 1985. "Weed allelopathy." 131-135. In Duke, S.O. Editor. Weed Physiology Vol 1 : ReproDuction and Ecophysiology. Florida : CRC Press, Inc.

Rama Devi, S. *et al.* 1997. "Allelochemicals." 253-303. In Prasard M.N.V. editer. Plant Ecophysiology. New York : John Wiley & Sons, Inc.

Rice, E.L. 1974. Allelopathy. New York : Academic Press, Inc.

Rice, E.L. 1979. Allelopathy-an update." Bot. Rev. 45(1) : 45-109.

Rice, E.L. 1984. Allelopathy.2nded. Orlando : Academic Press, Inc.

Sajise, P.E. and Lales, J.S. 1972. "Allelopathy in a mixture of cogon *Imperata cylindrical* and *Stylosanthes gyanensis*." J. Biol. 4 : 155-164.

Smith, A.L. 1989. "The potential allelopathic characteristics of bitter sneeze weed (*Helenium amarum*)." Weed Sci. 37 : 65-669.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Staden, J.V. and Grobblelaar, N. 1995. "the effect of sesbanimide and sesbania seed extracted on germination and seedling growth of a number of plant species.

Tongma, S. *et al.* 1997. "Effect of water extract from Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) on germination and growth of tested plant." J. Weed Sci. Tech. 42(4) : 373-378.

Viles,A.L. and Reese, R.N. 1996 "Allelopathic potential of *Echinacea angustifolia.*" Environ. Exp. Bot. 36(1) : 39-43.

Waller, G.R. *et al.* 1995. "Allelopathic activity of naturally occurning compounds form mungbean (*Vigna radiate*) and their surrounding soil." 242-257. In Inderjit, Dakshini. K.M.M. and Einhellig, F.A. editors. Allelopathy : Organisms, Processes and Applications. Washington D.C. : ACS Symposium Series 582. American Chemical Society.

Weston, L.A. 1996. "Utillzation of allelopathy for weed management in agroecosystem." Agron J. 88 : 860-866.

White, R.H. *et al.* 1989. "Allelopathic potential of legume debris and aqueous extracts." Weed Sci. 37(5) : 674-679.

Wu, L. *et al.* 1998. "Allelopathic effects of phenolic acids detected in buffalograss (*Buchloe dectyloides*) clippings on growth of annual bluegrass (*Poa annua*) and bflalograss seedlings." Environ. Exp. Bot. 39 : 159-167.

Zimdahl, R.L. 1999. Fundamentals of Weed Science. Colorado : Colorado State University.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้