

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืช
จากพุทธรักษาอินเดีย**

**STUDY ON MODE OF ACTION OF NATURAL HERBICIDE FROM
JASMINUM OFFICINALE LINN. F. VAR. GRANDIFORUM (LINN.) KOB.**



T119618

จันทณี สอนธิ

JANTANEE SONTI

b. 12/7/2554
i.

รพ.
จ ๘๔๓๗

เลขหมู่..... ๒๕๕๔
เลขทะเบียน..... 119618
วัน,เดือน,ปี..... - ส.ศ.ศ. 2554

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพืชสวน

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2554

KMITL-2011-AG-M-021-093

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**STUDY ON MODE OF ACTION OF NATURAL HERBICIDE FROM
JASMINUM OFFICINALE LINN. F. VAR. *GRANDIFORUM* (LINN.) KOB.**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN HORTICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2011

KMITL-2011-AG-M-021-093

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2011

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากพุทธรักษาถิ่นแดง
Study on Mode of Action of Natural Herbicide from *Jasminum officinale* Linn.
f.var.*grandiforum* (Linn.) Kob.)

นักศึกษา นางสาวจันทิมา สมนธิ

รหัสประจำตัว 52640403

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา พืชสวน

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.จำรุณ เล้าสินวัฒนา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วิรัตน์	ภูวิวัฒน์	
ผศ.ดร.อุมา	แสงคราม	
ผศ.ดร.พัชนี	เจริญยิ่ง	
ผศ.ดร.พรหมมาศ	กุหากาญจน์	
รศ.ดร.จำรุณ	เล้าสินวัฒนา	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 21 กันยายน 2554 เวลา 09.00-11.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมคณะเทคโนโลยีการเกษตร 1 (ชั้น 1 อาคารบุนนาค L)

คณบดีรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ศักดิ์ชัย ชูโชติ)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา วันที่ ๑5 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2554
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรื่อง	การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืช จากพืชมะเขือเทศ
ชื่อนักศึกษา	นางสาวจันทิ สนธิ
รหัสประจำตัว	52640403
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	พืชสวน
พ.ศ.	2554
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา

บทคัดย่อ

การศึกษาศาสตร์กำจัดวัชพืชจากพืชมะเขือเทศ (ผลิตภัณฑ์ NHSJ) รูปแบบผงเปียกน้ำ เปรียบเทียบกับรูปแบบสารละลายเข้มข้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm ของสารออกฤทธิ์ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก และถั่วฝักในจานทดลอง พบว่า ผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบสารละลายเข้มข้นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ดีกว่า รูปแบบผงเปียกน้ำ ซึ่งที่ระดับความเข้มข้น 8000 ppm ของสารออกฤทธิ์ สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดถั่วฝักได้อย่างสมบูรณ์ และยับยั้งหญ้าข้าวนกได้ 70 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อทดสอบในดิน 3 ชนิดคือ ดินร่วน ดินร่วนผสมทราย และทราย พบว่าในทรายสามารถยับยั้งการงอกของพืชทดสอบทั้งสองชนิดได้อย่างสมบูรณ์ที่ความเข้มข้น 0.16 กรัม สารออกฤทธิ์/จานทดลอง ส่วนดินร่วนผสมทรายสามารถยับยั้งได้ดีกว่าดินร่วน เมื่อศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ต่อการดูดน้ำ การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ อะไมเลส และฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ในเมล็ดหญ้าข้าวนก และฝักโขมสวน พบว่าลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบที่ระยะเวลาเดียวกัน และที่ความเข้มข้นเดียวกัน จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการทดสอบที่เพิ่มขึ้น ส่วนผลของผลิตภัณฑ์ต่อการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมหัวใหญ่ พบว่าดัชนีการแบ่งเซลล์ที่เข้าสู่ระยะไมโทซิสลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น คือ เซลล์ในระยะโพรเฟสมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น ส่วนเซลล์ที่เข้าสู่ระยะเมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส มีสัดส่วนลดลง เนื่องจากเกิดความผิดปกติในการขดตัวของโครโมโซม และสายสปินเดิลภายในเซลล์ และยังทำให้ขนาดของพื้นที่นิวคลีโอลัสลดลงตามความเข้มข้นของสารที่สูงขึ้น การทดสอบประสิทธิภาพการเข้าทำลายวัชพืชทางรากและทางใบของหญ้าข้าวนก และถั่วฝัก พบว่า ผลิตภัณฑ์ NHSJ มีประสิทธิภาพในการทำลายทางรากได้ดีกว่าทางใบ สามารถยับยั้งการรอดในพืชทดสอบทั้ง 2 ชนิด ได้ อย่างสมบูรณ์ ที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร ที่ระยะเวลา 30 และ 60 นาที เมื่อศึกษาดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรน ปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์ พบว่าดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรน และปริมาณคลอโรฟิลล์พืชลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Study on Mode of Action of Natural Herbicide from <i>Jasminum officinale</i> Linn. f. var. <i>grandiflorum</i> (Linn.) Kob.
Student	Miss Jantanee Sonti
Student ID.	52640403
Degree	Master of Science
Program	Horticulture
Year	2011
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Chamroom Laosinwattana

ABSTRACT

The study on natural herbicide from spanish jasmine (*Jasminum officinale* L.f. var. *grandiflorum* (L.) Kob.) (NHSJ produced) wettable powder (WP) formulation compared with soluble concentrate (SC) formulation at a concentrations of 500, 1000, 2000, 4000 and 8000 ppm (a.i.) in petri-dish was assayed on seed germination and seedling growth of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) and wild pea (*Phaseolus lathyroides* L.). The results showed that, NHSJ SC produced effects on inhibited the better than NHSJ WP produced. At 8000 ppm, wild pea was completely inhibited and barnyard grass was inhibitory 70% on the seed germination. NHSJ SC produced tested for their activities in 3 types of soil; silt, silt+sand and sand in Petri-dish. Found that NHSJ SC produced applied in sand at the rate of concentration 0.16 g a.i./Petri-dish completely inhibited both of bioassay plants and slightly inhibited in silt and silt + sand soil. The inhibition of water uptake, α -amylase and gibberellin hormone activity in seeds barnyardgrass and amaranth (*Amaranthus tricolor* L.). Showed that activity of water uptake, α -amylase and gibberellin hormone activitied in seeds decreased with increasing concentration of aqueous extracts. The same concentration activity of α -amylase increased at increased time. The mitotic index in treated *A. cepa* root tips decreased with increasing concentrations of NHSJ SC produced. In addition, the mitotic phase index was altered in *A. cepa* incubated with NHSJ produced. The results showed that the increase in the percentage of the prophase phase in contrast to the percentage of remaining phases was found to be decreased. NHSJ produced the mitotic abnormalities resulting from its action on chromatin organization and mitotic spindle. In addition, the size of the nucleolus area decreased with increasing concentrations when compared with the control. Study on mode of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

action of roots and leaves in barnyardgrass and wild pea. Found that the NHSJ SC product is effects in destroyed the roots more than the leaves and completely survival inhibited both of bioassay plants at concentration 20 mg a.i./ml at time 30 and 60 minutes. Study on membranc stability index, chlorophyll and carotenoid content. The results showed that the membrane stability index and chlorophyll content decrease with increasing concentration but carotenoid creases as the concentration increases with the control.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่อง การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากพืชมะเขือ
ก้านแดงเล่มนี้ สำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายท่าน ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ
รศ.ดร.จำรุณ เล้าสินวัฒนา เป็นอย่างสูง ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษาและให้
คำแนะนำการแก้ไขปัญหาด่าง ๆ ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จ
สมบูรณ์ รวมถึง ผศ.มณฑินี ธีรารักษ์ และคณาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่ช่วยให้ความรู้คำแนะนำในการจัดทำ
วิทยานิพนธ์เล่มนี้ด้วย

ขอขอบคุณ รศ.ดร.วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ ผศ.ดร.อุมา แสงคร้าม ผศ.ดร.พัชนี เจริญยิ่ง และ ผศ.
ดร.พรหมมาศ กุหากาญจน์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหารูปแบบการเขียนวิทยานิพนธ์ จนทำให้
วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบคุณคณาจารย์ และเจ้าหน้าที่ หลักสูตรพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ นักศึกษาปริญญาโททุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการ
ทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุก ๆ คนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนและเป็น
กำลังใจในการศึกษาตลอดมาจนสำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ท้ายสุดนี้หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขอภัยเป็นอย่างสูง ในข้อบกพร่องและความ
ผิดพลาดนั้น และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้ คงมีประโยชน์ไม่มากนักน้อยสำหรับผู้ที่มีความ
สนใจในด้านนี้

จันทณี สนธิ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญภาพ.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและที่มา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของงาน.....	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 วัชพืช.....	3
2.2 สารกำจัดวัชพืช.....	5
2.3 ผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม.....	7
2.4 สารอัลลีโลพาตี.....	8
2.5 การปลดปล่อยสารอัลลีโลพาตี.....	9
2.6 ผลทางอัลลีโลพาตีต่อระบบเกษตรและการควบคุมวัชพืช.....	11
2.7 กลไกการทำงานของสารอัลลีโลพาตี.....	12
2.8 พุทธชาดก้านแดง.....	16
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ.....	19
3.1 อุปกรณ์การทดลอง.....	19
3.2 วิธีการทดลอง.....	20
3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง.....	31
3.4 ระยะเวลาดำเนินการ.....	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	32
4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ.....	32
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC.....	40
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง.....	76
5.1 การทดลองที่ 1 การศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ.....	76
5.2 การทดลองที่ 2 การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC.....	77
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง.....	82
6.1 สรุปผลการทดลอง.....	82
6.2 ข้อเสนอแนะ.....	84
บรรณานุกรม.....	85
ประวัติผู้เขียน.....	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 การทดสอบเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ระหว่างรูปแบบ WP และรูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก.....	33
4.2 การทดสอบเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ระหว่างรูปแบบ WP และรูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วฝัก.....	34
4.3 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการดูดน้ำของหญ้าข้าวนก ที่ระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง.....	41
4.4 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการดูดน้ำของเมล็ดวัชพืชผักโขมสวน ที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง.....	42
4.5 ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์และสัดส่วนของเซลล์ที่เข้าสู่ไมโทติกในระยะต่าง ๆ ของรากหอมหัวใหญ่ ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง.....	50
4.6 ลักษณะและสัดส่วนความผิดปกติของเซลล์บริเวณรากหอมหัวใหญ่ ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง.....	51
4.7 เปอร์เซ็นต์นิวคลีโอลัสที่นับได้ในเซลล์บริเวณปลายรากหอมหัวใหญ่ ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง.....	52
4.8 ขนาดพื้นที่ของนิวคลีโอลัสของเซลล์บริเวณรากหอมหัวใหญ่ ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง.....	53
4.9 ตารางการเปรียบเทียบกลไกการทำลายวัชพืชหญ้าข้าวนกทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน.....	58
4.10 ตารางการเปรียบเทียบกลไกการทำลายวัชพืชถั่วฝักทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน.....	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ

ภาพที่	หน้า
4.1 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ WP ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ.....	35
4.2 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ.....	35
4.3 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอก ของหญ้าข้าวนกผสมทราย และดินร่วน.....	36
4.4 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตความยาวต้นของหญ้าข้าวนก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน.....	36
4.5 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตด้านความยาวรากของหญ้าข้าวนก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน.....	37
4.6 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกของถั่วฝัก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน.....	37
4.7 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตความยาวต้นของถั่วฝัก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน.....	38
4.8 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตความยาวรากของถั่วฝัก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน.....	38
4.9 แสดงผลของผลิตภัณฑ์สาร NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอก และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน.....	39
4.10 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการดูค้ำของเมล็ดหญ้าข้าวนกที่ระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง.....	41
4.11 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการดูค้ำของเมล็ดฝัก โขมสวนที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง.....	43
4.12 ผลของผลิตภัณฑ์สาร NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมอะไมเลสของหญ้าข้าวนกที่ระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง.....	44
4.13 ผลของผลิตภัณฑ์สาร NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมอะไมเลสของฝัก โขมสวนที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.14 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอว์โมนจิบเบลเรลลินของหญ้าข้าวเนก ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง และผักโขมสวนที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง วัดค่ากิจกรรม เอนไซม์อะไมเลส	46
4.15 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอว์โมนจิบเบลเรลลินของหญ้าข้าวเนก ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง	47
4.16 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอว์โมนจิบเบลเรลลินของผักโขมสวน ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง	47
4.17 ลักษณะ โครโมโซมปกติของรากหอมหัวใหญ่ที่แช่ในน้ำกลั่น ที่กำลังขยาย 400 เท่า (Bar = 10 μ m)	54
4.18 ลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่กำลังขยาย 400 เท่า (Bar = 10 μ m.)	55
4.19 ลักษณะนิวคลีโอลัสในระยะอินเทอร์เฟสของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC กำลังขยาย 400 เท่า (Bar = 10 μ m.)	56
4.20 กลไกการทำลายวัชพืชหญ้าข้าวเนกทางรากและทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 1)	60
4.21 กลไกการทำลายวัชพืชหญ้าข้าวเนกทางรากและทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 3)	61
4.22 กลไกการทำลายวัชพืชหญ้าข้าวเนกทางรากและทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 5)	62
4.23 กลไกการทำลายวัชพืชหญ้าข้าวเนกทางรากและทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 7)	63
4.24 กลไกการทำลายวัชพืชถั่วฝักยาวทางรากและทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 1)	64
4.25 กลไกการทำลายวัชพืชถั่วฝักยาวทางรากและทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 3)	65
4.26 กลไกการทำลายวัชพืชถั่วฝักยาวทางรากและทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 5)	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.27 กลไกการทำลายไวรัสพิษตัวคีทางรกและทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 7).....	67
4.28 การเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อความเสถียรภาพ ของเชื้อหุ้มเมมเบรนในใบหญ้าข้าวนก หลังจากทดสอบสารที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน.....	68
4.29 การเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อความเสถียรภาพ ของเชื้อหุ้มเมมเบรน ในใบถั่วฝักหลังจากทดสอบสารที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน.....	69
4.30 ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอในใบหญ้าข้าวนก ที่วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน.....	71
4.31 ปริมาณของคลอโรฟิลล์บีในใบหญ้าข้าวนก ที่วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน.....	72
4.32 ปริมาณของแคโรทีนอยด์ในใบหญ้าข้าวนก ที่วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน.....	72
4.33 ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอในใบถั่วฝัก ที่วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน.....	74
4.34 ปริมาณของคลอโรฟิลล์บีในใบถั่วฝัก วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน.....	74
4.35 ปริมาณของแคโรทีนอยด์ในใบถั่วฝัก วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน.....	75

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ถึงร้อยละ 60 ของประชากรในประเทศ ปัจจุบันเกษตรกรที่ทำการเกษตรต้องประสบปัญหาด้านสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทั้งทางด้าน ดิน ฟ้า อากาศ ราคาผลผลิตไม่แน่นอน มีการแข่งขันกันสูง จึงต้องอาศัยสารเคมีเพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณและคุณภาพสูงขึ้น เช่น ปุ๋ย ฮอร์โมน สารกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น ซึ่งประเทศไทยมีปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมาก ในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2552 ช่วงระยะเวลา 7 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชสูงขึ้นเรื่อย ๆ ถึง 118,152 ตัน คิดเป็นมูลค่า 16,816 ล้านบาท สารที่มีการนำเข้าสูงสุด คือ สารกำจัดวัชพืช รองลงมา คือ สารกำจัดแมลง และสารป้องกันและกำจัด โรคพืช ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552) สอดคล้องกับการรายงานของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (2553) ได้สรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในเดือนมกราคม-มีนาคม ปี พ.ศ. 2553 มีการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชสูงที่สุด เท่ากับ 33,783.15 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,554.25 ล้านบาท ซึ่งสารดังกล่าวหากใช้ในปริมาณที่มากและวิธีการใช้ไม่ถูกต้อง จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้เอง และเกิดความไม่สมดุลทางระบบนิเวศธรรมชาติ เนื่องจากสารเคมีเหล่านี้ต้องใช้ระยะเวลาในการย่อยสลาย ถึงแม้ว่าพื้นที่นั้นจะหยุดใช้สารเคมีไปแล้วก็ตาม พืชที่งอกขึ้นมาใหม่ก็ยังคงได้รับสารเคมีที่ตกค้างอยู่ ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสุขภาพของผู้ใช้เอง ที่เห็นได้ชัดเจนประการหนึ่ง คือ การได้สารพิษอย่างฉับพลัน (acute poisoning) ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้ โดยมีอัตราร้อยละ 13.00 (รัชนี เก่าเจริญ. 2530) นอกจากนี้สารกำจัดวัชพืชหลายชนิดยังก่อให้เกิดอันตรายที่เห็นได้ในระยะยาว คือ ก่อให้เกิดมะเร็งของอวัยวะต่าง ๆ และก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ส่งผลไปถึงรุ่นลูกหลานได้ (สิรินุช ตามศรีจันทร์ และคณะ. 2527)

ปัจจุบันความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีความเจริญอย่างรวดเร็ว มีการคิดค้นสารกำจัดวัชพืชจากธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้น และไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรวมถึงผลผลิตทางการเกษตร โดยได้ศึกษาถึงส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น เปลือก แก่น ใบ ดอก เมล็ด ผล เป็นต้น พบว่ามีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ในการป้องกันและกำจัดวัชพืชนั้นจึงได้มีงานวิจัยใหม่ ๆ ในการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นสารกำจัดวัชพืช และลดปัญหาสารพิษที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อม คือ อัลลีโลพาตี จากการศึกษาพบว่าสารที่มีความเข้มข้นสูงจะสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ และหากมีความเข้มข้นต่ำจะ

สามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช ปริมาณของสารอัลลีโลพาที่ที่พืชผลิตขึ้นนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดพืช สายพันธุ์ ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่นำมาศึกษา อายุ และระยะในการเจริญเติบโต โดยอยู่ภายใต้การควบคุมทางพันธุกรรมของพืช ซึ่งมีปริมาณและคุณภาพของสารแตกต่างกันออกไปตามแต่ละชนิดพืช สารเหล่านี้จะถูกเก็บไว้ในแวคิวโอลและช่องว่างระหว่างเซลล์ของพืช (Kohli *et al.* 1998; Singh *et al.* 2001)

จากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ได้มีการศึกษาถึงสารอัลลีโลพาที่ของสารสกัดจากพุทธรักษาถิ่นแดงกันอย่างกว้างขวาง (ดาร์รัตน์ มณีจันทร์ และคณะ. 2546; วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และคณะ. 2547; พชนี เจริญยิ่ง และคณะ. 2551; ธนัชสัทพ์ พูนไพบูรณ์พิพัฒน์ และคณะ. 2552) สามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชและใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้ เป็นสารที่ได้มาจากธรรมชาติ สลายตัวได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดการตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร รวมถึงไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (Batish *et al.* 2001)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 สามารถพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชจากพุทธรักษาถิ่นแดงและเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ของสารต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชได้

1.2.2 ทราบถึงกลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชจากพุทธรักษาถิ่นแดงด้านสรีรวิทยา เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่มีประโยชน์ต่อการพัฒนาสารกำจัดวัชพืชที่ได้มาจากธรรมชาติต่อไปในอนาคต

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชจากพุทธรักษาถิ่นแดง ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชทดสอบ

1.3.2 ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชจากพุทธรักษาถิ่นแดง ที่มีผลต่อสรีรวิทยาของพืชทดสอบ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถพัฒนารูปแบบของผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชจากพุทธรักษาถิ่นแดง ที่เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ได้มาจากธรรมชาติ ย่อยสลายได้ง่าย ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อัลลีโลพาที (Allelopathy) มาจากรากศัพท์ภาษากรีก 2 คำคือ alleon หมายถึง ซึ่งกันและกัน กับคำว่า pathos หมายถึง เดือดร้อนหรือทำให้เกิดอันตราย ปรากฏการณ์อัลลีโลพาทีเป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีของพืชและจุลินทรีย์ มีผลทั้งในด้านการยับยั้งและการกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช หรือเป็นผลกระทบจากพืชชั้นสูงชนิดหนึ่งที่มีต่อการงอก การเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชรอบข้าง (Rice. 1984) พืชชนิดเดียวกันจะผลิตสารแบบเดียวกัน (Batish *et al.* 2001) แต่ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์ด้วย เช่น ผักกาดหอม (Chon *et al.* 2005) ข้าว (Kim *et al.* 2004) ซึ่งสมาคมอัลลีโลพาทีนานาชาติ (international allelopathy society, IAS) ให้คำจำกัดความของอัลลีโลพาทีว่า เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) ที่พืช รา สาหร่าย และแบคทีเรียสร้างขึ้น แล้วสารเหล่านั้นมีผลต่อระบบชีววิทยาของสังคมพืช มีประโยชน์ทางการเกษตรและมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศธรรมชาติ (Fitter. 2003; Inderjit and Duke. 2003) การหลีกเลี่ยงพืชที่มีสารทางอัลลีโลพาทีมาปลูกรวมกับพืชปลูก อาจก่อให้เกิดผลทางด้านลบ เช่น Djurdjeric *et al.* (2004) ศึกษาสารสกัดจากหัวของกระเทียม (*Allium ursinum* L.) มีผลต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืช กะหล่ำ ผักโขม และข้าวสาลี ดังนั้นการศึกษาศาสตร์เหล่านี้ก็นำไปสู่การค้นพบสารกำจัดวัชพืชกลุ่มใหม่ จุดมุ่งหมายของงานวิจัยในปัจจุบันจึงมุ่งเน้นไปที่บทบาทของสาร สารอัลลีโลพาที ซึ่งเป็นสารประกอบจากธรรมชาติ การศึกษาพืชปลูกที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที กลไกและการทำงาน รวมไปถึงระยะเวลาในการคงอยู่เมื่อปลดปล่อยสารออกสู่ธรรมชาติ เทคโนโลยีทางชีวภาพอาจจะสร้างพืชปลูกที่มีสารกำจัดวัชพืชในตัวเอง ได้ด้วยการถ่ายทอดทางพันธุกรรมทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้สารสังเคราะห์อีกต่อไป เนื่องจากเชื่อว่าสารเคมีที่มีโครงสร้างหลักคล้ายหรือมีความสัมพันธ์กับสารที่เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติสามารถสลายตัวได้เองตามกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่มีปัญหาเกี่ยวกับการตกค้างของสารเคมีในสภาพแวดล้อม (จรรยา มณีโชติ. 2544)

2.1 วัชพืช (weed)

วัชพืช มาจากคำว่า วัช+พืช มีความหมายว่าพืชที่ควรจะละทิ้ง ในทางการเกษตรหมายถึงพืชที่ขึ้นปะปนอยู่กับพืชหลักที่ปลูกและเป็นพืชที่ไม่ต้องการ เนื่องจากวัชพืชจะแย่งน้ำ อาหาร แสงแดด กับพืชปลูกที่เป็นที่อยู่อาศัยของโรค และแมลง ส่งผลทำให้คุณภาพและผลผลิตของพืชปลูกลดลง บางชนิดมีหนามแหลมและเป็นพิษ วัชพืชน้ำก่อให้เกิดปัญหา เกี่ยวกับการขนส่งทางน้ำ ระบบชลประทานและการประมง (พรชัย เหลืองอาภาพงษ์. 2540) และ Craft (1975) ได้ให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหมายว่าวัชพืช คือพืชที่ขึ้นผิดที่หรือพืชที่ขึ้นในที่ที่ไม่ต้องการให้ขึ้นและทำให้มีผลกระทบต่อระบบการผลิตทางเกษตรในด้านที่เป็นโทษมากกว่าประโยชน์ นอกจากนี้ รังสิต สุวรรณเขตนิคม (2547) ก็ได้ให้คำจำกัดความของวัชพืชไว้ว่า เป็นพืชที่ไม่ต้องการให้ขึ้นในพื้นที่แห่งหนึ่ง และในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เราสามารถพบวัชพืชได้ทั่วไปตามถนนหนทาง ริมแม่น้ำ ภูเขา ทุ่งหญ้า ทุ่งที่ปลูกพืชทั่วไป ริมรั้ว เป็นต้น วัชพืชมีทั้งประเภทฤดูเดียว (annual weed) หรือวัชพืชข้ามปี (perennial weed) มีการขยายพันธุ์โดยใช้เพศ (sexual reproduction) จะมีการออกดอกผลิตเมล็ดขึ้นในส่วนที่ได้รับแสงของเกษตรกรและผู้ดูแล และมีการพัฒนามาเป็นเมล็ด เพื่อใช้ในการขยายพันธุ์ต่อไป เมล็ดของวัชพืชมีความสำคัญอย่างมากเพราะเป็นต้นทำให้เกิดการแพร่ขยายพันธุ์ ซึ่งยากต่อการควบคุมและกำจัด และเป็นโทษต่อระบบการเกษตร โดยทำให้ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตเกษตรลดลง เป็นที่อยู่อาศัยของโรคและแมลง ลดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรกลเกษตร ทำให้เกิดอันตรายแก่สัตว์ ลดคุณค่าของที่ดินการเกษตร ลดประสิทธิภาพของทรัพยากรชลประทานเพิ่มต้นทุนการผลิต อันเนื่องมาจากการที่ต้องป้องกันกำจัด เกิดมลพิษขึ้นกับสภาพแวดล้อมเนื่องมาจากการกำจัดวัชพืชด้วยสารเคมี และเพิ่มต้นทุนการผลิต ในการใช้เทคโนโลยีใหม่ในการกำจัดวัชพืช เป็นต้น (Klingman and Ashton, 1982) การจัดการวัชพืช (weed management) โดยทั่วไปจะเน้นที่การแก้ปัญหา มากกว่าการป้องกัน จึงมักเรียกว่าเป็น การควบคุมกำจัด ซึ่งการควบคุมกำจัดวัชพืชสามารถแบ่งออกได้เป็น 10 วิธี ได้แก่ 1. วิธีกล (mechanical methods) เช่น การถอนด้วยมือ (hand pulling), การตัดและตัดฟัน (mowing and cutting), การใช้จอบ (hoeing) และการไถพรวน (tillage) 2. การเผา (burning) แต่ควรต้องคำนึงถึงการสูญเสียอินทรีย์วัตถุจากดิน และการเกิดควันไฟซึ่งมีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม 3. การคลุมดิน (mulching) โดยวัสดุไม่มีชีวิต (non-living mulch) เช่น ฟางข้าว หญ้าแห้ง แกลบ กระดาษ พลาสติก และวัสดุมีชีวิต (living mulch) เช่น การปลูกพืชตระกูลถั่วเป็นพืชคลุม 4. การปล่อยน้ำท่วมขัง (flooding) ทำให้ผิวดินเกิดสภาพขาดออกซิเจน ทำให้เมล็ดวัชพืชไม่งอก 5. การใช้ระบบการปลูกพืช (cropping systems) คือ การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) และการปลูกพืชแซมสลับ (intercropping) 6. การใช้พืชแข่งขัน (smother crops) เป็นพืชปลูกที่มีนิสัยในการเจริญเติบโตก้าวร้าว (aggressive) กว่าวัชพืช สามารถงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม 7. วิธีเขตกรรม (cultural methods) เช่น การเพิ่มปุ๋ยให้กับพืชปลูก การเตรียมแปลงปลูกที่ดี เป็นต้น 8. ใช้สิ่งมีชีวิต (biological methods) เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตมาเป็นตัวกัดกินหรือทำลายวัชพืช เช่น สัตว์เลี้ยงเอื้องต่างๆ สัตว์ ปลา แมลง เป็นต้น 9. การใช้ประโยชน์จากวัชพืช (utilization of weeds) เช่น เป็นสมุนไพร เป็นเครื่องจักสาน และเฟอร์นิเจอร์ เป็นต้น และ 10. การควบคุมกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมี (chemical weed control) หรือ สารกำจัดวัชพืช (herbicide) มีในลักษณะฆ่าทำลาย หรือยับยั้งการเจริญเติบโต นับว่าเป็นวิธีการที่เกษตรกรนิยมใช้กันมากที่สุด เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และแรงงาน (Anderson, 1996) แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารกำจัดวัชพืชจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สารกำจัดวัชพืช (herbicides)

การริเริ่มนำสารเคมีมาใช้ในการกำจัดวัชพืชเริ่มครั้งแรกโดยการค้นคว้าในปี ค.ศ. 1850 ซึ่งนำเอาสารอนินทรีย์สาร คือ iron sulfate และ sulfuric acid ใช้เพื่อกำจัดวัชพืชในพื้นที่ขนาดเล็ก ต่อมาใน ค.ศ. 1895 ได้มีการเอาสารจุนสี (copper sulfate) และปุ๋ยบางชนิดมาปราบวัชพืชในไร่ นา ปรากฏว่าได้ผลดี (พรชัย เหลืองอากาศพจน์. 2540) ซึ่งสารกำจัดวัชพืชเหล่านี้เป็นวัตถุอันตราย ที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติวัตถุอันตรายปี พ.ศ. 2535 ของประเทศไทย โดยที่การควบคุมวัชพืชเป็นวิธีหนึ่งในการรักษาพืช (crop protection) แต่ในการใช้สารเคมีต่าง ๆ ในการควบคุมวัชพืช ทำให้ได้รับความเสียหายไม่กรณีใดก็กรณีหนึ่งในเกือบทุกระบบการผลิตพืช เป็นวิธีที่ง่าย และเห็นผลเร็วกว่าการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ (รวิชัย รัตน์ชเลข. 2540) ประเทศไทยนับเป็นประเทศหนึ่งที่มีการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่มากและมีความหลากหลายชนิด (ศุภชัย เมฆธน. 2535) ประเทศไทยมีปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมากในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2552 ช่วงระยะเวลา 7 ปีที่ผ่านมา มีแนวโน้มการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชสูงขึ้นเรื่อย ๆ ถึง 118,152 ตัน คิดเป็นมูลค่า 16,816 ล้านบาท สารที่มีการนำเข้าสูงสุด คือ สารกำจัดวัชพืช รองลงมา คือ สารกำจัดแมลง และสารป้องกันและกำจัดโรคพืช ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552) สอดคล้องกับการรายงานของสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (2553) ได้สรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในเดือนมกราคม-มีนาคม ปี พ.ศ. 2553 มีการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชสูงสุดเท่ากับ 33,783.15 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,554.25 ล้านบาท

สารกำจัดวัชพืช มีผลในการควบคุมและกำจัด แบ่งได้หลายวิธี ได้แก่ การแบ่งตามลักษณะวิธีการใช้ การแบ่งตามลักษณะอาการได้รับพิษโดยทั่วไป การแบ่งตามลักษณะการเลือกทำลายของสาร การแบ่งตามเวลาที่ใช้ ตลอดจนแบ่งตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐานทางเคมีและกลไกในการทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายใน (Smith. 1995) เป็นต้น ในการกำจัดวัชพืชโดยการใช้สารกำจัดวัชพืชนั้น โดยทั่วไปเมื่อฉีดพ่นสารลงบนวัชพืช ไม่เพียงแต่ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเท่านั้น แต่ลักษณะทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของพืช (อัตราการคายน้ำและการสังเคราะห์แสง) จะมีผลกระทบต่อปฏิกิริยาของสารกำจัดวัชพืช โดยที่กระบวนการทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของพืชที่เกิดขึ้นภายในต้นพืช มีผลกระทบโดยตรงต่อการดูดซึมและการเคลื่อนย้ายสารกำจัดวัชพืช ดังนั้นกระบวนการเหล่านี้จึงมีผลกระทบต่อระดับการควบคุมวัชพืชด้วย เนื่องจากกระบวนการต่าง ๆ ทางสรีรวิทยาและชีวเคมีของพืชอยู่ภายใต้อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่พืชนั้นเจริญเติบโตอยู่ ดังนั้นสภาพแวดล้อมจึงเป็นอิทธิพลต่อการใช้สารกำจัดวัชพืช การใช้สารกำจัดวัชพืชแบบหลังงอก สารกำจัดวัชพืชนั้นต้องสัมผัสกับเนื้อเยื่อพืช แล้วจึงทำลายเนื้อเยื่อนั้น ในกรณีของสารกำจัดวัชพืชชนิดสัมผัสตาย หรือเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่าง ๆ ในกรณีของสารกำจัดวัชพืชชนิดเคลื่อนย้าย ซึ่งทำให้เกิดความเป็นพิษส่งผลร้ายต่อพืชได้ (Muzik. 1976) ระหว่างสารกำจัดวัชพืชทั้งสองชนิดนี้สารกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัชพืชชนิดที่มีการเคลื่อนย้ายจะได้รับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมที่พืชนั้นเจริญเติบโตอยู่รุนแรงมากกว่าสารกำจัดวัชพืชชนิดสัมผัสตาย ซึ่งสารกำจัดวัชพืชสามารถแบ่งออกเป็นประเภทตามขอบเขตชนิดพืชที่ควบคุม ลักษณะการใช้กับพืช และเกณฑ์ทางเคมี (Ashton and Craft. 1981)

2.2.1 แบ่งตามขอบเขตของชนิดพืชที่ควบคุมวัชพืช ออกได้ 2 ประเภท คือ ประเภทเลือกทำลาย (selective herbicides) และประเภทไม่เลือกทำลาย (nonselective herbicides)

2.2.2 แบ่งตามลักษณะการใช้กับพืช แบ่งสารกำจัดวัชพืชออกได้ 2 ประเภทเช่นกัน คือ ประเภทใช้ทางใบ (foliar application) ซึ่งมีทั้งแบบสัมผัสหรือถูกตาย (contact herbicides) และประเภทซึมซาบ (systemic หรือ translocated herbicides) ส่วนประเภทใช้ทางดิน (soil application) หมายถึง สารกำจัดวัชพืชที่เข้าสู่พืชทางรากหรือส่วนอื่น ๆ ของพืชที่อยู่ใต้ดิน ซึ่งรวมถึงใบเลี้ยงหรือยอดอ่อนก่อนจะโผล่พ้นพื้นผิวดินด้วย มีผลทำให้ส่วนขยายพันธุ์ของพืช ซึ่งเริ่มจะงอกหรือกำลังงอกได้รับอันตราย เช่น alachlor, atrazine, bromacil, oxyfluorfen, ozadiazon และสารกำจัดวัชพืชประเภทใช้ทางดินมักจะมีผลตกค้างในดิน (residuc) สารบางชนิดอยู่ในดินได้นานเป็นปี ขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของสาร และสภาพแวดล้อม

2.2.3 แบ่งตามกลุ่มทางเคมี (chemical classification) จำแนกประเภทและกลุ่มของสารกำจัดวัชพืชตามลักษณะทางเคมี Klingman *et al.* (1975) ได้ดังนี้ คือ

(1) ประเภทสารอนินทรีย์ (inorganic herbicides) เช่น ammonium sulfamate (AMS), copper sulfate, calcium cyanamide, copper chelate, sodium chlorate, hexaflurate เป็นต้น มีผลต่อพืชในลักษณะทำลายเซลล์พืชเป็นส่วนใหญ่

(2) ประเภทสารอินทรีย์ (organic herbicides) ซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามโครงสร้างหลักขององค์ประกอบทางชีวเคมี คือ aliphatics, bipyridiliums, carbamates, amides, dinitroanilines, benzoics, diphenyl, nitriles, phenoxy, thiocarbamate, triazines, ureas, uracils และสารชนิดอื่น ๆ ที่การจัดกลุ่มยังไม่ชัดเจน

การจำแนกรูปผลิตภัณฑ์ของสารกำจัดวัชพืช สามารถจำแนกได้ 5 รูปด้วยกัน (พรชัย เหลืองอากาศพงษ์. 2540) ได้แก่ 1. EC (emulsifiable concentrate) เป็นสารละลายอยู่ในรูปของเหลว (liquid) ซึ่งเป็นสารละลายเข้มข้น โดยมีสารออกฤทธิ์ (active ingredient) ละลายอยู่ในตัวทำลาย (solvent) ซึ่งจะถูกผสมเป็นเนื้อเดียว (homogenous formulation) 2. WP (wetable powder) รูปของแข็งเป็นผงละเอียด โดยนำสารเคมีออกฤทธิ์มาผสมกับ talc หรือ clay ซึ่งจะเป็ดินเหนียวที่ละลายในน้ำได้ดี เช่น bentonite หรือ attapugite และส่วนประกอบของสารเพิ่มฤทธิ์ (surfactant) เมื่อนำผง WP ไปผสมน้ำจะใ้สารแขวนลอย (suspension) โดยถ้าปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ จะตกตะกอน 3. SC (suspension concentrate) ของเหลวที่มีความเข้มข้น การปรุงแต่งเกิดจากการนำสารเคมีออกฤทธิ์ มาผสมกับสารอื่น เช่น ดินเหนียว (clay) 4. SL (soluble concentrate) หรือเรียกอีกอย่างว่า LC (liquid concentrate) หรือ WS (water soluble concentrate) ซึ่งอยู่ในรูปของเหลว (liquid) ที่มีสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกฤทธิ์ละลายในน้ำ หรือแอลกอฮอล์ได้ดี เกิดจากการนำสารเคมีออกฤทธิ์มาบดให้ละเอียด แล้วมาผสมกับสารเคมีอื่น ๆ พวกสารเคลือบใบ จนได้เป็นสารละลายเข้มข้น และ 5. SP (water soluble powder) อยู่ในสภาพของแข็งที่ละลายน้ำได้ดีมาก มีคุณสมบัติเหมือน SL ถ้าละลายน้ำจะมีลักษณะเหมือนเกลือแกง

2.3 ผลกระทบจากสารกำจัดวัชพืชต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันมีการตระหนักถึงอันตรายที่เกิดจากการใช้สารกำจัดวัชพืช เช่น ความเป็นพิษที่เกิดขึ้นกับพืช คน สัตว์ และจุลินทรีย์ ประกอบกับสารกำจัดวัชพืชบางชนิดสะสมอยู่ในดินเป็นระยะเวลานาน ความเป็นพิษย่อมเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา หรืออาจมีการเคลื่อนย้ายของสารสู่แหล่งน้ำเมื่อฝนตก เกิดเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำนั้นจนถึงคนได้ (สมศักดิ์ วัจโน. 2528) ในสภาพปกติ จุลินทรีย์มีความสำคัญต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินมาก แต่จากการใช้สารกำจัดวัชพืชในดินเป็นระยะเวลานาน ๆ หรือใช้ติดต่อกันหลายปี นอกจากกำจัดวัชพืชได้แล้วยังทำลายและลดปริมาณจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินด้วย ทำให้เกิดการตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในดิน ย่อมมีผลกระทบจนเกิดความเสื่อมโทรมของดินได้ (อุดมลักษณ์ อุณจิตต์วรรณะ. 2536) การตกค้างของสารกำจัดวัชพืชนั้นเป็นมุมมองในทางลบ เป็นการสร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ได้แก่ ทางดิน ทางน้ำ ทางอากาศ และอาหารของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นเมื่อ ปี ค.ศ. 1993 สหรัฐอเมริกาได้มีแนวทางในการป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นนี้ด้วยการกำหนดค่าปนเปื้อนสูงสุด (maximum contaminant levels, MCLs) ของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจำนวนหนึ่งที่สำคัญออกมา ซึ่งรวมถึงสารกำจัดวัชพืชด้วย ปัญหาของสารกำจัดวัชพืชที่มีการตกค้างในพืชและสิ่งแวดล้อม หากเกิดจากการแพร่กระจายของสารเคมีในระหว่างการฉีด ทำให้มีการสะสมอยู่ในพื้นดินและน้ำ ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์เลี้ยง และสัตว์ในธรรมชาติ ในที่สุดจะส่งผลให้เกิดการสะสมของสารเคมีในห่วงโซ่อาหาร ในทวีปเอเชียมีการปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลไม้ ผัก นม และผลิตภัณฑ์จากนมและเนื้อสัตว์ (Battu *et al.* 2004) ผลกระทบต่อสุขภาพส่วนมากเกิดจากการใช้หรือสัมผัสสารเคมีทางการเกษตร หากใช้ไม่ถูกต้องหรือมีการสัมผัสในปริมาณมากและต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน สารเคมีเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น ผลต่อระบบฮอร์โมน โดยอาจไปรบกวนระบบการทำงานของฮอร์โมน โดยเฉพาะฮอร์โมนเพศ (Amaral. 2002) การใช้สารกำจัดวัชพืช นอกจากจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์อย่างมากมาย สารดังกล่าวอาจก่อให้เกิดผลเสียได้เช่นกัน อันตรายที่เห็นได้ชัดเจน ยูยงค์ จันทรวิจิตร (2550) พบว่า ผลกระทบด้านสุขภาพจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร ได้แก่ มีเหงื่อออกมาก ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ อ่อนเพลีย เวียนศีรษะ ผื่นแพ้คัน หายใจไม่สะดวก ชาที่มือเท้าและปวดศีรษะ หรือ การได้รับสารพิษอย่างฉับพลัน (acute poisoning) ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายถึงขั้นตายได้ โดยอัตราส่วนผู้ตายต่อผู้ป่วยร้อยละ 13 (รัชณี เก่าเจริญ. 2530) สารกำจัดวัชพืชหลายชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อให้เกิดอันตรายที่เห็นได้ในระยะยาว (long term effect) เช่น ก่อให้เกิดมะเร็งของอวัยวะต่าง ๆ และก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ (mutation) ส่งผลถึงลูกหลานได้ (สิรินุช สามศรีจันทร์ และคณะ. 2527)

2.4 อัลลีโลพาที (Allelopathy)

อัลลีโลพาที จัดได้ว่ามีศักยภาพและมีความสำคัญมากในระบบการเกษตรปัจจุบันในด้านต่าง ๆ เช่น 1. ในด้านการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร (ธัญพืช ที่เป็นอาหาร พืชผักผลไม้ และป่านไม้) 2. เพื่อลดอันตรายจากผลการศึกษาทางด้านการเกษตรที่ทันสมัย มาจากสาเหตุหลายกลุ่มด้วยกัน เช่นการใช้สารกำจัดศัตรูพืชตามอำเภอใจ (พวกยาฆ่าแมลง) อาจเกิดความต้านทานต่อสารควบคุมศัตรูพืชได้ ทำให้ยากต่อการกำจัดในภายหลัง เกิดความต้านทานต่อสาร และในด้านคุณภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินที่จะส่งผลต่อผลผลิตในสิ่งแวดล้อม 3. เพื่อรักษาคุณภาพของดิน และลดมลพิษทางอากาศในสิ่งแวดล้อมส่งผลดีในอนาคตสำหรับคนรุ่นต่อ ๆ ไป จึงได้มีการพัฒนาสารอัลลีโลพาที เพื่อใช้สำหรับการผลิตพืชธัญญาหาร การป้องกันพืช และการปฏิบัติพืชสวนเกษตรในประเทศที่กำลังพัฒนา การนำเอาสารที่มีคุณสมบัติทางอัลลีโลพาที มาใช้ในทางการเกษตร อาจเป็นกลยุทธ์หนึ่ง เพื่อลดปัญหาทางด้านมลพิษในสิ่งแวดล้อม และยังเป็นการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่ยั่งยืน พืชที่มีสารอัลลีโลพาทีส่วนใหญ่แล้ว จะสังเกตได้ว่าเป็นพืชที่ปรากฏอย่างโดดเด่น อยู่เพียงชนิดเดียว โดยจะไม่มีพืชชนิดอื่นขึ้นแทรก ปรากฏการณ์ เช่นนี้สามารถเกิดขึ้นได้ทั่วไปของระบบนิเวศเกษตร ระบบนิเวศทุ่งหญ้า ระบบนิเวศป่าไม้ และระบบนิเวศทางน้ำ โดยเฉพาะระบบนิเวศเกษตรนั้น ได้มีผู้ให้ความสนใจในการศึกษา ผลของสารอัลลีโลพาทีเป็นอย่างมาก ทั้งในพืชปลูกต่อพืชปลูก พืชปลูกต่อวัชพืช เพื่อที่จะนำมาพัฒนาและปรับปรุงระบบการเกษตร เพื่อให้ได้ผลผลิตทางการเกษตรที่มากขึ้น และมีคุณภาพที่ได้รับการยอมรับ และที่สำคัญไม่ส่งผลที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต สารอัลลีโลพาทีสามารถสร้างขึ้นได้ในทุกส่วนของพืชไม่ว่าจะเป็นส่วนของราก ลำต้น ใบ ดอก ผล และเมล็ด โดยส่วนใหญ่ พบว่ามีการศึกษาอัลลีโลพาทีจากส่วนใบมากกว่าส่วนอื่น ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากส่วนใบเป็นแหล่งสะสมอาหารและเป็นศูนย์กลางของกระบวนการสังเคราะห์สารต่าง ๆ (จรรยา มณีโชติ. 2544) นอกจากนี้ใบยังเป็นส่วนที่มีปริมาณมากง่ายต่อการเก็บมาทดสอบอีกด้วย โดยได้ทำการศึกษาในพืชหลายชนิด เช่น การศึกษาสารสกัดจากใบขันทองพยาบาท (*Gelonium multiflorum*, A. Juss) แล้วทดสอบกับแบคทีเรีย พบว่าใบที่สกัดด้วยไดคลอโรมีเทน สามารถต้านเชื้อ *Trichophyton mentagrophytes* และ *T. rubrum* ได้ (เกษร นันทจิต. 2545) รวมถึงสารสกัดจากจากใบ mesquite (*Prosopis juliflora*) สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดผักกาดหอม และพบว่าสารที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการออกฤทธิ์ คือ L-tryptophan (Nakano. 2001) นอกจากนี้รากพืชก็เป็นอีกส่วนหนึ่งที่มีการศึกษากันมาก พบว่ารากสามารถปลดปล่อยสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมายับยั้งการเจริญเติบโตของพืชอื่นได้ เช่น buckwheat สามารถปลดปล่อยสารออกมาทางราก และส่งผลให้ยับยั้งการเจริญเติบโตของรากและลำต้นวัชพืชที่นำมาทดสอบได้ (Iqbal *et al.* 2004) ปัจจุบันมีความสนใจศึกษาอัลลีโลพาที่กันมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นส่วนของลำต้น ดอก ผล และเมล็ด เช่น การศึกษาของ Turk *et al.* (2003) ได้สกัดใบ ลำต้น ดอก และรากของ black mustard ด้วยน้ำ พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ความยาวของราก และน้ำหนักของ alfalfa ได้ และ ขั้วตียา ฆลาด้า และรัฐพล ศรประเสริฐ (2548) ทดสอบสกัดผลเทียมและใบมะตาด (*Dillenia indica*) แล้ว ทดสอบกับเชื้อแบคทีเรีย พบว่า ผลเทียมที่สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ และอะซีโตนสามารถ ยับยั้งเชื้อ *B. cereus* ได้ ส่วนใบพบว่าเมื่อสกัดด้วยอะซีโตนสามารถยับยั้ง *B. cereus* แต่เมื่อนำมา สกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถยับยั้งแบคทีเรียที่นำมาทดสอบได้

2.5 การปลดปล่อยของสารอัลลีโลพาที่

พืชแต่ละชนิดจะผลิตและปลดปล่อยสาร ไม่เหมือนกัน ปรากฏการณ์อัลลีโลพาที่สามารถ พบได้ทั่วไปโดยเฉพาะระบบนิเวศการเกษตร จัดเป็นระบบนิเวศที่มีการศึกษาถึงผลทางอัลลีโลพาที่ กันอย่างกว้างขวาง เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการจัดการระบบการเกษตร ช่วยให้ได้ผลิตผลมากขึ้น ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และนำไปสู่การพัฒนาทางการเกษตรแบบยั่งยืนต่อไป (Duke and Lydon. 1993) การปลดปล่อยสารอัลลีโลพาที่นั้นถูกปลดปล่อยออกมาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยสารอัลลีโลพาที่สามารถเคลื่อนย้ายออกสู่พืชได้ 4 วิธีคือ

2.5.1 การระเหย (volatilization) สารอัลลีโลพาที่ที่พืชสร้างขึ้นจะระเหยออกมาจากส่วน ต่าง ๆ ของพืชสู่บรรยากาศ แล้วไปมีผลกระทบต่อพืชอื่น ๆ และแมลงด้วย เช่น สารกลุ่มเทอร์พีน จาก *Salvia leucophylla* และสารเทอร์พีนอยด์จาก *Artemisia californica* (Rice. 1984) สามารถยับยั้ง การเจริญเติบโตของพืชได้หลายชนิด นอกจากนี้ยังพบสารระเหยจากมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* Mill.) ซึ่งเมื่อนำมาแยกด้วยวิธี gas chromatography พบสารประกอบ ที่เป็นพืชต่อพืช 40 ชนิด เช่น trans-2-hexenal, α -terpineol, linalool, phenylacetaldehyde, methylsalicylic acid และ tetradecanoic acid ซึ่งมีผลยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) และทำให้การเจริญเติบโตของงุ่นลดลง เมื่อขึ้นใกล้ ต้นมะเขือเทศ (Kim and Kil. 2001) และจาก การศึกษาพืชกลุ่ม *Otacanthus* พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากพืชกลุ่มนี้ประกอบด้วยสารจำพวก monoterpenoids และ sesquiterpenoids ซึ่งอยู่ในกลุ่มสารเทอร์พีนอยด์ ที่จัดเป็นกลุ่มของสารอัลลีโล พาที่ในพืช (Ronsc *et al.* 1997)

2.5.2 การชะล้าง (leaching) สารอัลลีโลพาที่ที่เกิดจากการชะล้างโดย ฝน น้ำค้าง หรือหมอก น้ำในอากาศจะเป็นตัวชะล้างสารอัลลีโลพาที่ที่ติดอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชลงสู่พื้นดิน เช่น velvet leaf (*Abutilon theophrasti*) ผลิตสารพิษเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง โดยมีน้ำเป็นตัวทำลาย

สารพิษจากต้นพืชจากส่วนที่อยู่เหนือดินหรือส่วนที่อยู่ใต้ดิน การชะล้างสารทุติยภูมิจากต้น *Datura stramonium* ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) และถั่วเหลือง เป็นต้น (Inderjit and Duke, 2005)

2.5.3 การปลดปล่อยสารพิษออกทางราก (root exudation) น่าจะเป็นตัวพาสารที่อยู่ภายในรากออกมา แสดงว่าสารส่วนใหญ่ถูกสะสมอยู่ที่ส่วนนี้ เช่น หน่อไม้ฝรั่ง (*Asparagus officinalis*) เป็นพืชที่ปลดปล่อยสารพิษออกทางรากที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชชนิดเดียวกัน (autotoxicity) ที่ปลูกตามมาภายหลัง การปลดปล่อยสารพิษออกทางรากของฝ้าย (*Gossypium hirsutum* L.) ซึ่งยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชปลูกตามมา เช่น ฝ้าย ข้าวฟ่าง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายงานเรื่องการปลดปล่อยสารจากข้าว (*Oryza sativa*) สามารถปลดปล่อยสาร momilactone B ออกมาทางรากและส่งผลให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตของรากและลำต้นของเมล็ด cress นอกจากนี้ สาร momilactone B ยังส่งผลกระทบต่อพืชที่อยู่ใกล้เคียงอีกด้วย ซึ่งจะมีอัตราการปลดปล่อยสารอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 30 จนถึง 80 วัน เมื่อดอกเริ่มออกจะลดอัตราการปลดปล่อยสารอย่างรวดเร็วเช่นกัน (Kato-Noguchi, 2003)

2.5.4 การย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในดิน (decomposition of residue) ซากพืชที่ตายแล้วจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์และปลดปล่อยสารต่าง ๆ ซึ่งมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่ออกมา (Putnam, 1985) หรือจากส่วนต่าง ๆ ของพืช ที่ร่วงหล่นลงบนพื้นดิน จนทับถมในดิน เกิดการเน่าเปื่อยตามธรรมชาติ แล้วถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดินในสภาพที่มีออกซิเจน ทำให้มีการปลดปล่อยสารอัลลีโลพาที่ออกมาหลายชนิด ส่งผลกระทบต่อพืชชนิดอื่นทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น การสลายตัวของใบไม้ การสลายตัวของราก alfalfa มีผลทำให้การเจริญเติบโตของเมล็ด หญ้าคาลดลง (Abdul-Rahman and Habib, 2005)

ปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยสารอัลลีโลพาที่ของพืชจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายปัจจัย เช่น คุณภาพและปริมาณแสง การขาดธาตุอาหาร การขาดน้ำ อุณหภูมิ สารเคมีที่พืชได้รับ และอายุพืช (Rizvi and Rizvi, 1991)

2.6 ผลทางอัลลีโลพาที่ต่อระบบเกษตรและการควบคุมวัชพืช

การศึกษาด้านอัลลีโลพาที่ในระบบนิเวศเกษตรนั้นทำได้หลายลักษณะ คืออาจจะศึกษาผลของอัลลีโลพาที่ในพืชปลูกต่อพืชปลูก พืชปลูกต่อวัชพืช หรือแม้กระทั่งพืชปลูกต่อเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งได้มีการศึกษาอยู่หลายงานวิจัย ซึ่งการนำอัลลีโลพาที่มาประยุกต์ใช้ในทางการเกษตร ได้มีแนวการศึกษาอยู่หลายทาง เช่น ผลทางอัลลีโลพาที่ในพืชปลูก เป็นการศึกษาเบื้องต้นของสารสกัดจากต้นชะพลูและสระแหม่นด้วยน้ำ พบว่าสารสกัดจากชะพลูสามารถยับยั้งการยึดตัวของรากของต้นกล้าข้าวโพด ข้าว ถั่วเขียว และแตงกวาได้ และยับยั้งการงอกและการเจริญของยอดและรากหญ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังนกและผักกาดหอมอีกด้วย ส่วนสารสกัดจากสระระแห่น พบว่าสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญของยอดและรากของต้นกล้าของหญ้ารังนกและผักกาดหอมได้ (เฉลิมชัย วงศ์วัฒน์. 2541) ต่อมาปฏิมา หวานแก้ว (2545) ศึกษาสารสกัดจากใบมะฮอกกานีแห้งด้วยน้ำ พบว่าสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าจรจบดอกเหลือง หญ้ารังนก ค้อยติ่ง และผักกวางตุ้งได้ และการศึกษาสารสกัดจากใบพืชในสกุลไม้อบเชย พบว่าสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าโสน หญ้าจรจบ และถั่วฝักยาว (ธีรรัตน์ แซ่มชัยพร. 2546) นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาใน *Citrus junos* โดยนำส่วนเปลือกมาสกัด ด้วยเมทานอล พบว่าสารสกัดที่ได้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของรากและลำต้นของ alfalfa, cress, crabgrass, lettuce, timothy และ ryegrass ได้ (Kato-Noguchi and Tanaka. 2004) หรือการนำพืชที่มีผลทางอัลลีโลพาตีมาใช้กับแมลง แต่ไม่มีผลต่อพืชปลูกมาใช้ เช่น สารระเหยจาก *Cirsium* sp. ที่ปลดปล่อยออกมาทางราก มีผลทำให้จำนวน *Rhopalosiphum padi* ในนาข้าวบาร์เลย์ลดลง (Glinwood et al. 2004) เป็นต้น

สารสกัดที่ได้มาจากธรรมชาติ สามารถสลายตัวได้อย่างรวดเร็วไม่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะเวลาอันยาวนาน โดยมีการศึกษาถึงการสลายตัวของสารอัลลีโลพาตีในดิน โดยใช้ซากของถั่วอัลฟาฟา (*Medicago sativa*) และ kava (*Piper methysticum*) ในปริมาณอัตรา 0.64 กรัมแห้ง คลุกกับดิน 300 กรัมแห้ง ผลปรากฏว่าช่วง 10 วันแรกหลังปลูก ทั้งถั่วอัลฟาฟา และ kava สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) และขาเขียด (*Monochoria vaginalis*) ได้ถึง 80-100 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเวลาผ่านไป 25 วันหลังปลูก พบว่าความสามารถในการยับยั้งลดลงอย่างรวดเร็วเหลือเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ (Xuan et al. 2005) และในการศึกษาถึงผลของการปลดปล่อยสารอัลลีโลพาตีจากซากพืช (plant residues) เป็นการปลดปล่อยสารอัลลีโลพาตีจากซากพืชผู้ให้ (donor plant) และ ไปมีผลในการยับยั้ง ต่อพืชผู้รับ (receptor plant) เช่น จากการทดลองของ Kobayashi et al. (2008) ได้ทำการศึกษาความเป็นพิษของหญ้าโปร่งคาย (*Rottboellia exaltata*) ที่ถูกบดเป็นผงเมื่อคลุกกับดินปลูกในอัตรา 0.01, 0.03 และ 0.15 กรัมต่อดินหนึ่งกรัม ต่อการเจริญเติบโตของผักกาดหัว ผลปรากฏว่ารากของผักกาดหัวมีการตอบสนองต่อสารพิษไวกว่าต้น ซึ่งสารที่มาจากธรรมชาติสามารถย่อยสลายได้โดยง่าย เช่น การย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในดิน (decomposition of residue) ซากพืชที่ตายแล้วจะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ และปลดปล่อยสาร ต่าง ๆ ซึ่งมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาตีออกมา (Putnam. 1985)

นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน เล็งเห็นถึงประโยชน์ทางด้าน อัลลีโลพาตี จึงได้พยายามที่จะหาทางนำความรู้ทางด้านอัลลีโลพาตีมาปรับใช้ทางการเกษตร สารอัลลีโลพาตีเป็นสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่มีความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมสูง แนวทางในการพัฒนาพืชหรือจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพทางอัลลีโลพาตีสูงไปใช้ในระบบการจัดการวัชพืชในระบบการเกษตร เช่น

(1) การวิเคราะห์หาสูตร โครงสร้างของสารออกฤทธิ์และทดสอบเพื่อนำไปใช้เป็น

สารกำจัดวัชพืช เช่น สาร bialaphos ที่ผลิตจากแบคทีเรีย *Streptomyces viridochromogenes* Etolic.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งปัจจุบันเป็นสารกำจัดวัชพืชที่เป็นสารจากธรรมชาติ และผลิตจำหน่ายที่ประเทศญี่ปุ่น (ราชวัช รัตน์ชเลข. 2540)

(2) การดัดแปลงสูตร โครงสร้างของสารอัลลีโลพาตี จากธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดวัชพืชที่สูงขึ้น เช่น สาร leptospermones เป็นตัวอย่างสารที่ได้รับการดัดแปลงสูตร โครงสร้าง เป็นสาร mesotrione (ชื่อทางการค้า คือ Callisto) พัฒนาโดยบริษัท Syngenta AG ซึ่งมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชกลุ่มใบกว้างในระบบการปลูกข้าวโพด (Comes. 2005)

(3) พัฒนาวีธีการในการนำพืชนั้น ๆ มาปรับใช้ในระบบการปลูกพืช เช่น มีรายงานว่า เมื่อผสมซากของวัชพืช *Ambrosia trifida* ลงในดินปลูกในอัตรา 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นข้าวสาลี 75 เปอร์เซ็นต์ หลังการปลูก 40 วัน (Kong et al. 2007)

รูปผลิตภัณฑ์ของสารกำจัดวัชพืชประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน คือ สารออกฤทธิ์ (active ingredient) เป็นส่วนเนื้อหาของสารเคมี มาจากสารกำจัดวัชพืชที่เรียกว่าเป็น technical grade โดยทั่วไปมีสารออกฤทธิ์ตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป และสารเฉื่อย เป็นส่วนผสมอื่นที่มีหน้าที่แตกต่างกัน เช่น ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย ตัวทำให้เจือจางและเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพ เป็นต้น สารกำจัดวัชพืชในปัจจุบันอาจพบทั้งชนิดที่ฉีดพ่นได้ (sprayable formulations) เช่น ชนิดน้ำ ชนิดผงละลายน้ำ ชนิดผงไม่ละลายน้ำ และชนิดสารละลายเข้มข้น เป็นต้น และชนิดแห้ง (dry formulations) เพื่อการใช้โดยตรง เช่น ชนิดเม็ด ชนิดผง (ราชวัช รัตน์ชเลข. 2540)

2.7 กลไกการทำงานของสารอัลลีโลพาตี

สารอัลลีโลพาตีเป็นสารทุติยภูมิมีมากกว่าร้อยชนิดในอาณาจักรพืช หลาย ๆ ชนิดเป็นที่รู้จักกันว่าเป็นสารพิษจากพืช ผลของสารอัลลีโลพาตีจะเกิดขึ้นในช่วงต้นวัฏจักรของสิ่งมีชีวิต และส่งผลให้เกิดการยับยั้งการงอกของเมล็ด หรือการเจริญเติบโตของต้นกล้า กลไกการทำงานของสารประกอบนี้จะมีผลกระทบในหลาย ๆ ด้าน เช่น อัลคาลอยด์ มีผลกระทบต่อดีเอ็นเอ quinones มีบทบาทต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง และหน้าที่ของไมโทคอนเดรีย ฟีนอลิก มีผลกระทบต่อกิจกรรมของ phytohormone มีการส่งผ่านไอออนและความสมดุลของน้ำ การอธิบายกลไกของสารอัลลีโลพาตีจะค่อนข้างซับซ้อน เนื่องจากว่าสารแต่ละตัวจะมีผลในการเป็นสารพิษที่หลากหลาย (Einhellig. 2002) สารอัลลีโลพาตีที่ถูกปลดปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมมีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทั้งทางตรงและทางอ้อมกับพืชที่ได้รับสาร โดยผลทางตรงมีผลต่อกระบวนการต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตและกระบวนการทางเมตาบอลิซึมของพืช ส่วนทางอ้อมนั้นจะมีผลต่อกระบวนการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินสภาพของธาตุอาหาร การเปลี่ยนแปลงประชากรและสิ่งมีชีวิตในดิน ทั้งที่เป็นอันตรายและที่เป็นประโยชน์ ผลของสารอัลลีโลพาตีนั้นอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดจากผลรวมของสารหลาย ๆ ชนิดทำปฏิกริยาร่วมกันมีผลกระทบต่อกระบวนการใดกระบวนการหนึ่งหรือหลายกระบวนการในลักษณะที่พร้อมกันหรือต่อเนื่องกัน เช่น การแบ่งตัวและการยืดยาวของเซลล์ ฮอร์โมนพืชและสมดุลของฮอร์โมน ความสามารถในการให้สารซึมผ่าน การดูดซึมธาตุอาหาร การปิดเปิดของปากใบ การหายใจ การสังเคราะห์โปรตีน เป็นต้น (Rizvi and Rizvi. 1991)

2.7.1 ผลต่อการซึมผ่านเยื่อหุ้มอแกเนล (effects on organelle membrane permeability) เป็นการเคลื่อนย้ายของสารอัลลีโลพาที ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบและความเข้มข้นของสารอัลลีโลพาทีที่มีความแตกต่างกันระหว่างภายในและภายนอกของต้นพืช (Da *et al.* 2007)

2.7.2 ผลต่อการแบ่งเซลล์ การเพิ่มจำนวน และการยืดยาวของเซลล์ (effects on division, elongation and proliferation of cells) สารอัลลีโลพาทีสามารถทำลายโครงสร้างภายใน และการพัฒนาการแบ่งเซลล์ในระยะไมโทซิสได้ ก่อให้เกิดความผิดปกติต่อเซลล์และจำนวนเซลล์ลดลง (Da *et al.* 2007) การเลือกใช้หอมหัวใหญ่เป็นพืชทดสอบทาง Cytogenetic เนื่องจากเป็นพืชที่ใช้กันโดยทั่วไปในการวิเคราะห์หาความเป็นพิษหรือสารเคมีที่เป็นพิษต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งนักวิจัยส่วนใหญ่ให้การยอมรับถึงผลการวิเคราะห์ที่ได้ สามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว โดยดูจากการผลของสารเคมีทดสอบต่อการแบ่งเซลล์บริเวณปลายรากหอมหัวใหญ่ ยิ่งไปกว่านั้นขนาดของโครโมโซมมีขนาดใหญ่ชัดเจน สามารถบอกได้ถึงลักษณะต่าง ๆ ในวัฏจักรเซลล์ ว่าอยู่ในระยะการแบ่งเซลล์ระยะใด และเกิดความผิดปกติอย่างไร นอกจากนี้ยังมีการตอบสนองสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับสิ่งแวดล้อม จึงเป็นลักษณะพิเศษของ หอมหัวใหญ่ที่แสดงออกได้ถึงผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต ได้อย่างชัดเจน เนื่องจากการตอบสนองต่อความเป็นพิษมีความคล้ายคลึงกับเซลล์พืชสาหร่าย และเซลล์ร่างกายของมนุษย์ (Leme *et al.* 2008) ซึ่ง Rank and Nielsen (1994) ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบ การตอบสนองต่อสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งระหว่างสิ่งมีชีวิตทดสอบคือหนูกับพืชหอมหัวใหญ่ ซึ่งให้ผลสรุปไปในแนวทางเดียวกัน มีความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องเป็นไปในแนวทางเดียวกันถึง 80 เปอร์เซ็นต์

2.7.3 ผลต่อฮอร์โมน (effects on hormones) สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีบทบาทและหน้าที่แตกต่างกันออกไป อาจผลิตขึ้นเองโดยพืชและการสังเคราะห์ทางเคมีขึ้นเนื่องจากกระบวนการหรือกลไกภายใน จะแสดงการควบคุมผ่านการทำงานของยีน เช่น ระดับการสังเคราะห์โปรตีน หรือการสังเคราะห์ฮอร์โมนเอ (ชวณพิศ แดงสวัสดิ์. 2544) ซึ่งฮอร์โมนได้รับผลกระทบเป็นอย่างมากโดย อัลลีโลพาที เช่น แทนนิน ไปลดกิจกรรมของกรดอะซิติก (IAA) และ จิบเบอเรลลิน และยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (De *et al.* 2007) Lee (1977) พบว่าสารประกอบของกรดฟีนอลไปรบกวนการทำงานของกรดอะซิติกและสลายตัวไปในที่สุด ส่วน Liu and Hu (2001) ซึ่งชี้ให้เห็นว่ากรด ferulic นำไปสู่การสะสมของออกซิน จิบเบอเรลลิน ไซโตไคนิน ทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญเติบโตในข้าวสาลี และเกิดกรดแอบไซซิกเพิ่มมากขึ้น

2.7.4 ผลต่อระบบเอนไซม์ (effects on enzyme system) เอนไซม์เป็นสารประกอบจำพวกโปรตีน ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งสิ่งมีชีวิตผลิตขึ้นมาเพื่อกระตุ้นปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้นภายในสิ่งมีชีวิต ตัวอย่างของสารอัลลีโลพาตี ที่มีผลต่อระบบของเอนไซม์ เช่น แทนนิน ซึ่งจะยับยั้งกิจกรรมของเซลล์ลูเลส เสมิเซลล์ลูเลส และลดกิจกรรมของ ซูโครส เปรอร์ออกซิเดส และอะคะติส (สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548) จากการศึกษาของ Politycka (1988) แสดงให้เห็นว่ากรดฟีนอลิกสามารถยับยั้งการยืดตัวของรากแตงกวา และ Lin *et al.* (2001) พบว่ากิจกรรมของ PAL และ trans-cinnamic acid-4-hydroxylase ในข้าวที่มีการปลดปล่อยสารอัลลีโลพาตีออกมามีความสัมพันธ์เชิงลบกับกรดซาลิกไซลิก

2.7.5 ผลต่อการสังเคราะห์แสง (effects on photosynthesis) การสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการที่พืชสีเขียวนำเอาพลังงานเคมีและน้ำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการสร้างอาหารจากโมเลกุลของก๊าซคาร์บอน ไดออกไซด์และน้ำไปเป็นคาร์โบไฮเดรต คือ น้ำตาลหรือแป้ง และมีการปลดปล่อยก๊าซออกซิเจนและพลังงานที่สะสมอยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ โดยมีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์เป็นตัวดูดพลังงานแสง (Hipkins and Baker. 1986) เช่นเดียวกับ He *et al.* (2005) ได้กล่าวไว้ว่าพืชทุกชนิดสามารถสร้างอาหาร เพื่อการเจริญเติบโตได้ โดยอาศัยรงควัตถุสีเขียว เรียกว่าคลอโรฟิลล์ พบอยู่ในคลอโรพลาสต์ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นสารอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาล ผ่านกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) คลอโรฟิลล์พบทั้งในพืชชั้นต่ำ และชั้นสูง โดยคลอโรฟิลล์เอ มีสีเขียวแกมน้ำเงิน (bluish-green) และคลอโรฟิลล์บี มีสีเขียวแกมเหลือง (yellow-green) ซึ่งการหาปริมาณของคลอโรฟิลล์ สัมภ์ ละอองศรี (2551) ได้ทำการหาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบชาสด มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze ซึ่งชาจัดเป็นเครื่องดื่มที่สำคัญของโลก มีถิ่นกำเนิดในประเทศจีน จากการทดลองพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และคลอโรฟิลล์บี ในใบชาสด 4 ชนิด ที่สกัดด้วย อะซิโตน เข้มข้น 99.5 เปอร์เซ็นต์ โดยพบปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี ในใบชาญี่ปุ่น สูงที่สุด เท่ากับ 27.93 และ 24.75 มิลลิกรัมต่อลิตร และพบปริมาณคลอโรฟิลล์เอ และบี ในใบชาน้ำมันพันธุ์ดอกแดง ต่ำที่สุด เท่ากับ 22.32 และ 9.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญ ที่ทำให้ชาน้ำมันพันธุ์ดอกแดงอ่อนแอ ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ อัลลีโลพาตีที่มีผลต่อแสง เช่น scopoletin และ chlorogenic มีผลทำให้ปากใบพืชปิด (Einhellig and Kuan. 1971)

2.7.6 ผลต่อการหายใจ (effects on respiration) การหายใจของพืชเป็นกระบวนการที่ปลดปล่อยพลังงานออกมา เพื่อนำพลังงานที่ได้ไปใช้ในการเจริญเติบโตและกิจกรรมต่าง ๆ ของเซลล์ เช่น การสร้างกรดอะมิโน การสร้างเอนไซม์ต่าง ๆ กระบวนการหายใจของพืชจะเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาและเกิดขึ้นทุก ๆ วัน ซึ่งจะต่างจากการสังเคราะห์ด้วยแสงที่จะเกิดขึ้นเฉพาะเวลาที่ได้รับแสงเท่านั้นอัลลีโลพาตีไปยับยั้งการเผาผลาญอาหารของ cytochondriome ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญ (Hejl *et al.* 1993) จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่า กรด p-hydroxybenzoic สามารถกระตุ้นปฏิกิริยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบลดโคเอนไซม์ I (NADH) ในใบยาสูบได้ และสามารถยับยั้งปฏิกิริยาการเติมฟอสเฟตออกซิเดชัน และชะลอการขนส่งออกซิเจนโดยอิเล็กตรอนและทำให้ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชโดยไปยับยั้งการหายใจ (Molisch. 1937) Shibu and Rew (1998) พบว่า juglone เป็นพืชที่สามารถยับยั้งการหายใจของรากและใบของถั่วเหลืองได้

2.7.7 ผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนและการแสดงออกของยีน (effects on protein synthesis and gene expression) การยับยั้งการขนส่งกรดอะมิโนในกระบวนการแสดงออกของยีน การสังเคราะห์โปรตีน และเป็นกลไกที่สำคัญของอัลลีโลพาที่ส่งผลกระทบต่อพืชผู้รับเป็นอย่างมาก Mersie and Singh (1993) ศึกษาผลต่อการสังเคราะห์โปรตีนในเซลล์ของใบ velvet โดย กรดเพรูติก กรดโคโรเจนิค กรดคูมาริก และกรดเวนิลิก พบว่าความเข้มข้นของกรดเท่ากับ 0.1 ไมโครโมล/ลิตร จะส่งเสริมการสังเคราะห์โปรตีน และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นเป็น 1 ไมโครโมล/ลิตร จะค่อย ๆ แสดงผลการยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนและลูซีนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อความเข้มข้นเพิ่มสูงสุดเป็น 100 ไมโครโมล/ลิตร จะไม่มีการสังเคราะห์โปรตีน นอกจากนี้ตามที่ Baziramekenga *et al.* (1997) ได้ทำการศึกษาผลของสารอัลลีโลพาที่ต่อการสังเคราะห์กรดนิวคลีอิกและโปรตีนพบว่า เป็นกลไกของอัลลีโลพาที่และสามารถส่งผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืชได้

2.7.8 ผลต่อการดูดแร่ธาตุ (effects on mineral uptake) เนื่องจากรากพืช เป็นอวัยวะที่สำคัญของพืชที่ทำหน้าที่ในการดูดน้ำและธาตุอาหารอยู่ในรูปของไอออน (ion) อีสาระในสารละลายดิน เช่น กรดฟีนอล มีผลในการยับยั้งหรือกระตุ้นการดูดซึมแร่ธาตุอาหาร โดยราก (Barkosky *et al.* 1999)

2.7.9 ผลต่อความสัมพันธ์ของน้ำภายในต้นพืช (effects on internal water relation of plants) การรบกวนการดูดน้ำของพืชเป็นกลไกการทำงานที่สำคัญที่สุดของสารอัลลีโลพาที่ตามที่ Barkosky and Einhellig (1993); Barkosky *et al.* (1999); Bogdan and Grodzinsky (1974) และ Bogdan (1977) พบว่าสารสกัดในพืชหลาย ๆ ชนิด ที่มีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที่ มักมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบของสาร ทำให้เกิดการอุดตันในท่อไซเลมในพืชทดสอบ และทำให้สมมูลของน้ำในเซลล์พืชเสียไป ส่งผลกระทบต่อกระบวนการอื่น ๆ ของพืชทดสอบ

2.7.10 ผลการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนเตรตในดิน (effects on soil nitrification) สารอัลลีโลพาที่ เช่น ฟีนอลสามารถยับยั้งกิจกรรมการเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนเตรตในดินได้ ทำให้ไนโตรเจนในดินลดลงส่งผลกระทบต่อกรดูดซึมและการใช้ของพืช (Politycka. 1998)

อย่างไรก็ตามความเป็นพิษและระยะเวลาการสะสมของสารก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการตอบสนองต่อสารอัลลีโลพาที่ ต่างกันไปในธรรมชาติ และยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืชซึ่งพืชแต่ละชนิดจะปลดปล่อยและผลิตสารแตกต่างกัน บางชนิดไม่มีผลต่อพืชหากอยู่ชนิดเดียวแต่การมีสารอื่นมารวมด้วยจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช โดยการทำลายเซลล์พืชให้เกิดการเสียหายแล้วซึมผ่านเข้าไป ส่งผลในระดับเซลล์ สอร์บอน สมมูลของน้ำในพืช การดูดซึม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แร่ธาตุอาหาร ดังนั้นพืชจึงแสดงออกในกระบวนการเมแทบอลิซึม เช่น ยีน มีการสังเคราะห์โปรตีน และการหายใจของพืชผิดปกติ เกิดการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของพืชในที่สุดและยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช (Li *et al.* 2001) ปรากฏการณ์อัลลีโลพาตี ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นระบบนิเวศเกษตร พืชหญ้า ในน้ำทะเล หรือในระบบนิเวศน้ำจืด โดยเฉพาะในระบบนิเวศเกษตร มีการศึกษาถึงผลทางอัลลีโลพาตีของพืชและวัชพืช เพื่อนำมาพัฒนาและปรับปรุงระบบการเกษตร และมีการสนับสนุนให้พัฒนาสารอัลลีโลพาตี มาใช้ เป็นแนวทางที่น่าจะนำไปพัฒนาได้ในอนาคต รุนต่อไป เพื่อทางการเกษตร ป่าไม้ และยังเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมไปในตัว

2.8 พุทธชาติก้านแดง

พุทธรชาติก้านแดง (Spanish jasmine) ชื่อวิทยาศาสตร์ คือ *Jasminum officinale* Linn. f. var. *grandiflorum* (Linn.) Kob. ซึ่งเป็นพืชในสกุลมะลิชนิดหนึ่ง มีถิ่นกำเนิดแถบเทือกเขาหิมาลัย และจีน เป็นไม้พุ่มกึ่งเลื้อย อายุหลายปี เลื้อยได้ไกลถึง 6 เมตร นิยมนำมาปลูกประดับซุ้มไม้เลื้อย (อภุช พงษ์ไสว. 2541) ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับพืชในสกุลมะลิ ในด้านการจัดการศัตรูพืช โดยนำสารสกัดในเมทานอลจากใบพุทธรชาติก้านแดงที่ระดับความเข้มข้น 250, 500, 1000, 5000 และ 10000 ppm ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *colletotrichum* ทั้ง 3 ชนิด คือ *C. musae* *C. nicotianae* และ *C. gloeosporioides* พบว่าสารสกัดจากพุทธรชาติก้านแดงสามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ได้เฉพาะในเชื้อ *C. musae* เท่านั้น ในขณะที่สารสกัดสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ในเชื้อ *C. gloeosporioides* ตั้งแต่ความเข้มข้น 5000 ppm ขึ้นไป แต่ไม่มีผลต่อการงอกของสปอร์เชื้อ *C. musae* และ *C. nicotianae* อย่างไรก็ตามสารสกัดจากพุทธรชาติก้านแดงสามารถยับยั้งการเจริญของ germ tube ของเชื้อ *Colletotrichum* ทั้ง 3 ชนิดได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วีระฉิษย์ ทองศรี และคณะ. 2548) และจากการศึกษาเบื้องต้นของ คารารัตน์ มณีจันทร์ (2546) ที่ทำการทดสอบสารสกัดน้ำจากพืชสกุลมะลิจำนวน 11 ชนิด พบว่าสารสกัดจากใบพุทธรชาติก้านแดงให้ผลในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบสูงสุด ต่อมา Phuwawat *et al.* (2004) พบว่าสารสกัดจากใบพุทธรชาติก้านแดง ที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร สามารถยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกได้อย่างสมบูรณ์ วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และคณะ (2547) ได้ทำการสกัดแยกสารจากใบพุทธรชาติก้านแดง ด้วยวิธี solvent partitioning ได้ออกเป็น 3 ส่วน คือ สารสกัดหยาบชั้นน้ำ (aqueous fraction : AQ) สารสกัดหยาบที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (neutral compound extract : NE) และสารสกัดหยาบที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (acidic compound extract : AE) เปรียบเทียบกับสารสกัดหยาบจากชั้นเมทานอล (crude methanol extract : ME) พบว่าสารสกัดส่วน AE มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของพืชทดสอบสูงสุด จากนั้น พัทธนี เจริญยิ่ง และคณะ (2551) ได้ทำการแยกสารออกฤทธิ์จากสารสกัดชั้น AE โดยเทคนิคโครมาโทกราฟี ได้สารบริสุทธิ์อยู่ในรูปน้ำมันสีเหลืองอ่อนจาก IR สเปกตรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยหมู่ฟังก์ชัน หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) หมู่คาร์บอนิล (C=O) และพันธะคู่ (C=C) ¹³C NMR สเปกตรัม ประกอบด้วยคาร์บอนอะตอมจำนวน 25 คาร์บอนอะตอม แสดงถึงหมู่ C=C หมู่คาร์บอนิลของเอสเทอร์ (-COOR) และเอไมด์ (-CONH₂) คาร์บอนพันธะคู่ ¹H NMR สเปกตรัม แสดงถึงพันธะคู่ของวงอะโรมาติกและหมู่เมทอกซี (-OMe) ต่อมา กนกพร ช้างเสวก และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาผลทางอัลลิโลพาทิกจากพืชมะเขือเทศต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ของรากหอมหัวใหญ่ ที่ระดับความเข้มข้น 12.5, 25, 50, 100, 200 และ 400 ppm เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า คัพรีนการแบ่งเซลล์ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของโครโมโซมที่ผิดปกติ และรบกวนการสร้างสายสปินเดิลภายในเซลล์ ลักษณะความผิดปกติของเซลล์ในระยะโพรเฟสมีผลรบกวนสปินเดิล ส่วนระยะเมทาเฟสเกิดลักษณะ chromosome stickiness, c-metaphas และ non-oriented chromosome ในระยะแอนาเฟส พบลักษณะความผิดปกติของการแบ่งเซลล์ คือ chromosome stickiness, diagonal, bridges, unequal disturbance of chromosome และการเข้าสู่เซลล์ในบางโครโมโซมช้ากว่าปกติ และระยะเทโลเฟสพบความผิดปกติ คือ diagonal แสดงถึงความเป็นพิษของสารสกัดจากพืชมะเขือเทศต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ของรากหอมหัวใหญ่ และธนัช สัตย์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์ (2551) ศึกษาประสิทธิภาพสารสกัดจากพืช 3 ชนิดคือ ใบประยงค์ ใบมะลิลำซ้อน และใบพืชมะเขือเทศต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ มาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช พบว่าสูตรผลิตภัณฑ์ crude hydrolyze 30 เปอร์เซ็นต์ : bentonite 60 เปอร์เซ็นต์ : โซเดียมรอลิซัลเฟต 10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น ธนัช สัตย์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์ และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาศักยภาพของพืชมะเขือเทศในการใช้เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติกำจัดวัชพืช ที่ได้จากสารสกัดหยาบจากใบพืชมะเขือเทศผสมกับผงเปียกน้ำ (hydrophilic clay : โซเดียมรอลิซัลเฟต : ทวิน 80; 97 เปอร์เซ็นต์ : 1.5 เปอร์เซ็นต์ : 1.5 เปอร์เซ็นต์) ในอัตราส่วน 30 : 70 โดยน้ำหนัก ทดสอบการเข้าทำลายทางดินก่อนและหลังวัชพืชงอก ที่อัตรา 0.25, 0.5 และ 1 ดันต่อเฮกตาร์ (0.16, 0.32 และ 0.64 กรัมต่อจานทดลอง) พืชทดสอบคือหญ้าข้าวเนก และถั่วฝัก พบว่าผลิตภัณฑ์ก่อนวัชพืชงอกสามารถยับยั้งการงอกและการรอดชีวิตของพืชทดสอบได้ดีกว่าการใช้หลังวัชพืชงอก และยับยั้งถั่วฝักได้สูงกว่าหญ้าข้าวเนก เมื่อทดสอบการเข้าทำลายทางใบโดยการฉีดพ่นบนต้นกล้าพืชทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ของสารออกฤทธิ์ พบว่าการเจริญเติบโตของถั่วฝักลดลง และน้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวเนกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำใบพืชมะเขือเทศมาแปรรูปผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชจากพืชมะเขือเทศในรูปผงเปียกน้ำเปรียบเทียบกับรูปแบบสารละลายต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ อีกทั้งยังศึกษาถึงกลไกการเข้าทำลายของผลิตภัณฑ์ NHSJ ต่อพืชทดสอบ การยับยั้งการดูดซึมน้ำที่เป็นปัจจัยสำคัญของการงอก การยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส การยับยั้งการแบ่งเซลล์ แล้วทดสอบจริงในกระถางพืชทดสอบ และประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชจากพืชมะเขือเทศในดินชนิดต่าง ๆ โดยศึกษากลไกการเข้าทำลายของผลิตภัณฑ์สารกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปดแก้ไขข้อมูลของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชพีชจากพุทธชาดก้านแดงทางรากและทางใบ ความเสถียรภาพของเซลล์และปริมาณคลอโรฟิลล์ เพื่อเป็นข้อมูลที่สำคัญในการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพีชจากพุทธชาดก้านแดงในการควบคุมหรือกำจัดวัชพีช และเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรของประเทศไทยให้เกิดความปลอดภัย อันเป็นเป้าหมายสำคัญของการควบคุมและกำจัดวัชพีช



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

3.1.1 พืชทดสอบ ได้แก่ ถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* Linn.) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) ผักโขมสวน (*Amaranthus tricolor* L.) และหอมหัวใหญ่ (*Allium cepa* L.)

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ เอทานอล 70 และ 95 เปอร์เซ็นต์ อะซิโตน โซเดียมมรอลิซัลเฟต ทวิน 80 แร่คาโอลิไนต์ เอนไซม์เพคตินเนส แคลเซียมคลอไรด์ เกลือโซเดียม ซิเตรทบัฟเฟอร์ เซลลูโลส ซิลเวอร์ไนเตรท พอลิแซ็กคาไรด์ อะซิติกแอซิด กรดซิตริก มอลโตส เกลือโพแทสเซียม โซเดียม ไฮโปคลอไรด์ dinitrosalicylic reagent, sodium citrate และ giemsa,

3.1.3 อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ขวดกลม ขวดรูปชมพู แก้วขนาดเล็ก 100, 60 และ 50 มิลลิลิตร กระบอกตวง โกร่งบด หลอดวัดสเปกโตรมิเตอร์ กรรไกร หลอดหยด งานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร หลอดทดลองขนาด 1.5, 5, 15 และ 20 มิลลิลิตร แผ่นสไลด์ พาราฟิล์ม แก้วพลาสติก กล้องย้อมสี ปากคีบปลายแหลม ที่เจาะกระดาษ กระดาษกรองเบอร์ 1 และมีด

3.1.4 เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องระเหยสูญญากาศ เครื่องวัดการดูดกลืนแสงของสารละลาย อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ตู้อบความร้อน หม้อน้ำเชื่อมด้วยความดัน ไมโครปิเปต ตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เครื่องเหวี่ยงสารให้ตกตะกอน เครื่องชั่งอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า และกล้องจุลทรรศน์

3.1.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ หม้อต้มน้ำ เตารีด ไม้อบร้อน อุปกรณ์ถ่ายภาพ ผ้าขาวบาง ตะแกรงร่อนเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร กล้องที่บแสงขนาด 30 x 20 x 10 (กว้าง x ยาว x สูง) และกระดาษพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร

3.2 วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1 ศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ

การทดลองที่ 1.1 การศึกษาผลของรูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ (Natural Herbicide from Spanish Jasmine) ระหว่างรูปแบบ WP (ผงเปียกน้ำ; wettable powder) และรูปแบบ SC (สารละลาย; soluble concentrate) ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

1.1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) 11 กรรมวิธีการทดลอง วิธีการทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้

- 1.1.1.1 น้ำกลั่น (วิธีการเปรียบเทียบ)
- 1.1.1.2 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ WP ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.3 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ WP ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.4 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ WP ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.5 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ WP ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.6 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ WP ที่ระดับความเข้มข้น 8000 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.7 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ SC ที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.8 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ SC ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.9 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ SC ที่ระดับความเข้มข้น 2000 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.10 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ SC ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm สารออกฤทธิ์
- 1.1.1.11 สารผลิตภัณฑ์ NHSJ SC ที่ระดับความเข้มข้น 8000 ppm สารออกฤทธิ์

1.1.2 การเตรียมสารผลิตภัณฑ์ NHSJ

เก็บใบพุทธรักษาที่ความอุดมสมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลง อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 72 ชั่วโมง ตัดใบเป็นชิ้นเล็ก ๆ สกัดด้วยเอทานอล โดยชั่งใบพุทธรักษาที่แห้ง 100 กรัมต่อเอทานอล 1 ลิตร สกัดทิ้งไว้อย่างน้อย 72 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารละลายเอทานอลผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 แยกส่วนภาค สกัดด้วยเอทานอลอีก 4 รอบ แล้วนำสารสกัดที่ได้ระเหยเอทานอลออกให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ จะได้สารสกัดหยาบ (crude ethanol extract) จากนั้นนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ NHSJ

เตรียมสารผลิตภัณฑ์รูปแบบผงเปียกน้ำ เตรียมได้จาก นำผง แร่คาโอลิไนต์ โซเดียมรอลิซัลเฟต และ ทวิน 80 ในอัตราส่วน 97 : 1.5 : 1.5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผสมส่วนผสมในโถรงบดสาร โดยมีอะซีโตนเป็นตัวช่วยทำละลาย บดส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จนอะซีโตนระเหยแห้งหมด จะได้ผงเปียกน้ำ นำสารสกัดขยายจากเอทานอล ผสมกับผงเปียกน้ำในอัตราส่วน 30 : 70 โดยน้ำหนัก ผสมส่วนผสมในโถรงบดสาร โดยมีอะซีโตนเป็นตัวช่วยทำละลาย บดส่วนผสมจนกว่าอะซีโตนระเหยจนแห้ง จะได้ผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่อยู่ในรูป WP ที่มีสารออกฤทธิ์ 30 เปอร์เซ็นต์

เตรียมสารผลิตภัณฑ์รูปแบบสารละลายเข้มข้น เตรียมได้จาก สารสกัดขยายจากพืชมะเขือเทศ ผสมกับ ทวิน 80 และ โซเดียมรอลิซัลเฟต ในอัตราส่วน 30 : 10 : 60 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผสมให้เข้ากัน ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่อยู่ในรูป SC ที่มีสารออกฤทธิ์ 30 เปอร์เซ็นต์

1.1.3 การเตรียมเมล็ดวัชพืชทดสอบ

เมล็ดวัชพืชทดสอบ 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวเนก เป็นตัวแทนของวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และถั่วฝัก เป็นตัวแทนของวัชพืชใบเลี้ยงคู่ ชักเปลือกเมล็ดถั่วฝักด้วยกระดาษทรายเพื่อทำลายการพักตัวของเมล็ด จากนั้นแช่เมล็ดถั่วฝักในสารละลาย โซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที เพื่อทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ด เมื่อครบเวลาดังเมล็ดด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง แช่เมล็ดถั่วฝักในน้ำสะอาดนานอย่างน้อย 12 ชั่วโมง สำหรับหญ้าข้าวเนก แช่เมล็ดในน้ำสะอาดนาน 24 ชั่วโมง ห่อด้วยผ้าขาวบางเป็นเวลา 48 ชั่วโมง พร้อมสำหรับการทดสอบ

1.1.4 การทดสอบ

เจือจางผลิตภัณฑ์ NHSJ ใส่ในงานทดลอง ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm สารออกฤทธิ์ โดยใช้ น้ำกลั่น เป็นวิธีการเปรียบเทียบ ใส่งานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งรองด้วยกระดาษเพาะเมล็ด 2 ชั้น งานทดลองละ 5 มิลลิเมตร เกลี่ยผลิตภัณฑ์ให้ทั่วงานทดลอง จากนั้นวางเมล็ดวัชพืชทดสอบ คือ หญ้าข้าวเนก และถั่วฝัก ในงานทดลอง งานละ 20 เมล็ด ปิดฝาและนำไปวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่ตั้งค่าแสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ และ ไม่มีแสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์

1.1.5 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกผล นับจำนวนการงอกของเมล็ดวันที่ 7 หลังจากเริ่มเพาะเมล็ด กำหนดให้เมล็ดที่มีส่วน radicle ออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ดอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร เป็นเมล็ดที่งอก วัดความยาวต้น และความยาวราก นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ในดินชนิดต่าง ๆ

1.2.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 10 กรรมวิธีการทดลอง วิธีการทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้ ชนิดดิน 3 ชนิด คือ ทราย ดินร่วน และดินร่วน+ทราย อัตราส่วนที่เท่ากัน อัตราผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC คีที่สูงสุดในการทดลองที่ 1.1 3 อัตรา คือ 0.16, 0.32 และ 0.64 กรัม สารออกฤทธิ์/จานทดลอง โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ

1.2.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ NHSJ

เลือกรูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่ให้ผลดีที่สุดจากการทดสอบในการทดลองที่ 1.1 คือ ผลิตภัณฑ์ NHSJ รูป SC ในการเดียวกับทดลองที่ 1.1.2

1.2.3 การเตรียมเมล็ดพืชทดสอบ

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.1.3

1.2.4 การทดสอบ

เตรียมดิน 3 ชนิด คือ ทราย ดินร่วน และดินร่วน-ทรายอัตราส่วนที่เท่ากัน มาบดแล้วร่อนด้วยตะแกรงที่มี รูเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 มิลลิเมตร อบฆ่าเชื้อ ทราย ดินร่วน และ ดินร่วน-ทราย ในอัตราส่วนที่เท่ากัน ด้วยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที ซึ่งดินแต่ละชนิด 10 กรัม/จานทดลอง โดยซึ่งผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC มา 0.16, 0.32 และ 0.64 กรัม สารออกฤทธิ์/จานทดลอง (ในอัตรา 0.25, 0.5 และ 1 ต้น สารออกฤทธิ์/ไร่ ใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร วางเมล็ดพืชทดสอบ คือ ถั่วฝัก และหมู้าข้าววนก ในจานทดลอง จานละ 20 เมล็ด ปักฝาและนำไปวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่ตั้งค่าแสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ และมีแสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์

1.2.5 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกผล และวิเคราะห์ผลการทดลอง โดยนับจำนวนการงอกของเมล็ดวันที่ 7 หลังจากเริ่มเพาะเมล็ด โดยกำหนดให้เมล็ดที่มีส่วน radicle ออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ดอย่างน้อย 2 มิลลิเมตร เป็นเมล็ดที่งอก วัดความยาวต้น และความยาวราก นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2 การศึกษาภาคปฏิบัติการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ

2.1.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 6 กรรมวิธีการทดลอง วิธีการทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ

2.1.2 การเตรียมสารผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2.2

2.1.3 การเตรียมเมล็ดพืชทดสอบ

เมล็ดพืชทดสอบที่ใช้ คือ หญ้าข้าวนก และผักโขมสวน เนื่องจากเมล็ดวัชพืชทั้งสองชนิดนี้เมื่อแช่ในน้ำและผลิตภัณฑ์ เอนไซม์อะไมเลสภายในเมล็ด ไม่มีการรื้อไหลออกมาข้างนอก โดยทำการคัดเลือกเมล็ดหญ้าข้าวนกและเมล็ดผักโขมสวนให้มีขนาดใกล้เคียงกัน

2.1.4 การทดสอบ

ทำการเลือกเมล็ดหญ้าข้าวนกและเมล็ดผักโขมสวน โดยเลือกเมล็ดที่มีความสม่ำเสมอจำนวน 80 เมล็ด และเมล็ดผักโขมสวนจำนวน 200 เมล็ด ชั่งน้ำหนักเริ่มต้น แล้วนำมาแช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ที่เตรียมไว้ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ปริมาตร 5 มิลลิลิตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ในงานทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร แช่หญ้าข้าวนกเป็นระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง และแช่ผักโขมสวนเป็นระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง เนื่องจากเป็นระยะเวลาที่มีความเหมาะสมแก่การงอกของเมล็ดพืชทดสอบของแต่ละชนิด วางในกล่องทึบแสงแล้วนำไปวางในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่ตั้งค่าแสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ และไม่มีแสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์ เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด นำเมล็ดพืชทดสอบมาล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ชับน้ำออกให้แห้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นาน 30 วินาที จากนั้นชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (น้ำหนักหลังแช่) โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ (Maity *et al.* 2009)

$$\text{การดูดน้ำของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

2.1.5 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกข้อมูล และนำข้อมูลการดูดน้ำของเมล็ด (เปอร์เซ็นต์) มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2.2 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดพืชทดสอบ

2.2.1 การวางแผนการทดลอง

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1.1

2.2.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2.2

2.2.3 การเตรียมเมล็ดพืชทดสอบ

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1.3

2.2.4 การทดสอบ

ทดสอบเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1.4 แล้วชั่งน้ำออกให้แห้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นาน 30 วินาที จากนั้นบดเมล็ดให้ละเอียดใน โกร่งบดสาร เดิมแคลเซียมคลอไรด์ (แช่เย็น) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร นำไปหมუნเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 20000 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที จะได้สารละลายในรูปของเหลวใสซึ่งแยกชั้นกับกากตะกอนของเมล็ดพืชทดสอบด้านล่างของหลอดทดลอง ดูดสารละลายของเหลวใส 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร และเติมสารละลายแป้ง 1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นใส่ dinitrosalicylic reagent 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มเป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำหลอดทดลองมาผ่านน้ำไหลให้อุณหภูมิลดลง ปรับปริมาตรให้ได้ 7 มิลลิลิตร โดยการเติมน้ำกลั่น วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร (Maity *et al.* 2009) จากนั้นนำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของเอนไซม์อะไมเลส

โดยใช้สูตร

$$X = (Y + 0.019)/0.0027$$

โดยกำหนดให้

X = ความเข้มข้นของเอนไซม์อะไมเลส

Y = ค่าการดูดกลืนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำค่าความเข้มข้นของเอนไซม์อะไมเลส (X) ไปคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส โดยใช้สูตร

$$\text{กิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส } (\mu\text{mol/min/g (FW)}) = \frac{X \times V}{T \times g \text{ (FW)} \times M \text{ (maltose)} \times 0.125}$$

กำหนดให้

X = ความเข้มข้นของอะไมเลส

V = ปริมาตรสุดท้าย

T = เวลาที่ใช้ในการบ่ม

g (FW) = น้ำหนักของเมล็ด

M (maltose) = มวลโมเลกุลของ maltose (342.31)

2.2.5 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกข้อมูล และนำข้อมูลกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2.3 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

2.3.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 4 กรรมวิธีการทดลอง วิธีการทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้ ผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC (4000 ppm) ฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (0.005 มิลลิกรัม/ลิตร) และผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC (4000 ppm) ผสมกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน (0.005 มิลลิกรัม/ลิตร) โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ

2.3.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2.2

2.3.3 การเตรียมเมล็ดพืชทดสอบ

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.1.3

2.3.4 การทดสอบ

ล้างเมล็ดพืชทดสอบด้วยน้ำกลั่นแล้วซับน้ำออกให้แห้งด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 นาน 30 วินาที จากนั้นบดเมล็ดให้ละเอียดในโถรงบคสาร เดิมแคลเซียมคลอไรด์ (แห้งเย็น) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร นำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 20000 รอบ/นาที เป็นเวลา 20 นาที จะได้สารละลายในรูปของเหลวใสซึ่งแยกชั้นกับกากตะกอนของเมล็ดพืชทดสอบด้านล่างของหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลอง คูคสารละลายของเหลวไฮ 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร และเติม สารละลายแอมโมเนีย 1 มิลลิลิตร ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นใส่ dinitrosalicylic reagent 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้มเป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาที่ กำหนดแล้ว นำหลอดทดลองมาผ่านน้ำไหลให้อุณหภูมิลดลง ปรับปริมาตรให้ได้ 7 มิลลิลิตร โดยการเติมน้ำกลั่น วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร (Maity *et al.* 2009) จากนั้นให้นำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของเอนไซม์อะไมเลส

2.3.5 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกข้อมูล เนื่องจากฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน กระตุ้นการสร้างเอนไซม์อะไมเลส จึงนำข้อมูลกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2.4 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ และนิวคลีโอไลต์

2.4.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 6 กรรมวิธีการทดลอง วิธีการทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ที่ระดับความเข้มข้น 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100 ppm สารออกฤทธิ์ โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม

2.4.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2.2

2.4.3 การเตรียมปลายรากหอมหัวใหญ่

เลือกหอมหัวใหญ่ที่มีขนาดเท่า ๆ กัน แล้วตัดบริเวณโคนรากออก นำไปล้างน้ำทำความสะอาด ผึ่งลมให้แห้ง แล้วแช่ในน้ำกลั่นให้เกิดรากเป็นระยะเวลา 2-3 วัน ความยาวประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร แล้วนำไปแช่ต่อในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูป SC ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีหอมหัวใหญ่ที่แช่ในน้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ แล้วตัดรากหอมหัวใหญ่หัวละ 3-5 ราก โดยตัดรากช่วงระยะเวลา 8.00-8.30 น. และแช่ในสารเคมีเพื่อคงสภาพเซลล์ประกอบด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ และอะดิกแอซิกในอัตราส่วน 3 : 1 เก็บในอุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง ล้างด้วย 70 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล และแช่ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ได้ใน 70 เปอร์เซ็นต์ เอทานอล แล้วเก็บรักษาไว้ในตู้เย็น เพื่อใช้ศึกษาต่อไป (Radic *et al.* 2005)

2.4.4 การเตรียมสไลด์ศึกษากิจกรรมการแบ่งเซลล์

นำปลายรากหอมหัวใหญ่ที่เก็บไว้ในตู้เย็นมาล้างด้วยน้ำกลั่น ชับน้ำให้แห้ง ทำการตัดปลายรากหอมหัวใหญ่ให้มีความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำมาย่อยผนังเซลล์ ด้วยเอนไซม์ ซึ่งประกอบด้วย เซลลูโลส 8 เปอร์เซ็นต์ เอนไซม์เพคตินาส 6 เปอร์เซ็นต์ ละลายในบัฟเฟอร์ที่ประกอบด้วย กรดซิตริก 0.01 โมล และ sodium citrate 0.01 มิลลิโมล จากนั้นนำหลอดที่มีปลายรากหอมหัวใหญ่ไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 60 นาที เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด ดูดเอนไซม์ออกจากหลอดทดลอง และแช่ปลายรากในน้ำกลั่น ใช้ปากคีบปลายแหลมคีบปลายรากหอมออกจากหลอดทดลอง ชับน้ำออกให้แห้งแล้ววางบนสไลด์ คัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเจริญปลายราก หดน้ำยา fixation ที่แช่เย็นลงบนสไลด์ จากนั้นขยี้เซลล์ปลายรากหอมให้ทั่วแผ่นสไลด์ด้วยปากคีบปลายแหลม ทิ้งไว้ให้แห้ง เมื่อสไลด์แห้งนำมาข้อมด้วยสี่จิบซา 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที นำสไลด์ไปล้างผ่านน้ำสะอาดโดยเปิดน้ำไหลผ่านเบา ๆ จากนั้นฝั่งสไลด์ทิ้งไว้ให้แห้ง เป็นวิธีตัดแปลงมาจาก สมศักดิ์ อภิลิทธิวานิช และ สุมน มาสุชน (2543) นำสไลด์มาศึกษาพฤติกรรม การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และบันทึกภาพ ทำการนับเซลล์ในระยะต่าง ๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ไม่น้อยกว่า 4000 เซลล์ นำมาคิดคำนวณค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ดัชนี การแบ่งเซลล์ในระยะต่าง ๆ ของไมโทติคประกอบด้วย ระยะ โพรเฟส เมทาเฟส แอนนาเฟส และ เทโลเฟส รวมถึงลักษณะความผิดปกติของเซลล์โดยสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ดัชนีการแบ่งเซลล์ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ทั้งหมดในระยะไมโทติค}}{\text{จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่นับได้}} \times 100$$

ดัชนีการแบ่งเซลล์ในระยะต่าง ๆ ของไมโทติค (เปอร์เซ็นต์) เช่น ดัชนีการแบ่งเซลล์ระยะ โพรเฟสเปอร์เซ็นต์ดัชนีการแบ่งเซลล์ระยะ โพรเฟส

$$= \frac{\text{จำนวนเซลล์ในระยะโพรเฟส}}{\text{จำนวนเซลล์ที่แบ่งตัวปกติในระยะไมโทติค}} \times 100$$

ความผิดปกติของเซลล์ เช่น ลักษณะความผิดปกติ spindle disturbance ที่พบในระยะ โพรเฟส เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของเซลล์ เช่น ชนิด spindle disturbance

$$= \frac{\text{จำนวนเซลล์ผิดปกติ spindle disturbance}}{\text{จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่นับได้}} \times 100$$

2.4.5 การเตรียมสไลด์ศึกษานิวคลีโอลัส

เตรียมสไลด์เช่นเตรียมกับการทดลองที่ 2.4.4 แต่ข้อมสไลด์ด้วยสี่ซิลเวอร์ในครกความ เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ แล้วบ่มในตู้อบความร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครบตามเวลาที่กำหนด นำสไลด์ไปล้างผ่านน้ำสะอาด โดยเปิดน้ำไหลผ่านเบา ๆ จากนั้นผึ่งสไลด์ทิ้งไว้ให้แห้ง ศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นับเซลล์นิวคลีโอลัส 150 เซลล์ต่อทริทแมนท์ และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางสองเส้นตัดกันของนิวคลีโอลัสมาคำนวณหาพื้นที่ (Gabara *et al.* 1995)

$$\text{พื้นที่นิวคลีโอลัส } (\mu\text{m})^2 = \pi r^2$$

เมื่อ π คือ ค่าคงตัว มีค่าเท่ากับ 3.14

r คือ รัศมีของวงกลม

2.4.6 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกผล และนำข้อมูลค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ ดัชนีการแบ่งเซลล์ในระยะต่าง ๆ ของไมโทติก ลักษณะความผิดปกติของเซลล์ จำนวนนิวคลีโอลัสที่นับได้ และพื้นที่นิวคลีโอลัส มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2.5 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ต่อกลไกการทำลายวัชพืชทางรากและทางใบ

2.5.1 การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ 17 กรรมวิธีการทดลอง วิธีการทดลองละ 4 ซ้ำ คำนึงระยะเวลาในการแช่ผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC 1, 15, 30 และ 60 นาที ที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5, 10, และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม

2.5.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ NHSJ

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2.2

2.5.3 การเตรียมพืชทดสอบ

เมล็ดวัชพืชทดสอบ 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวหนวด และถั่วผี เตรียมหญ้าข้าวหนวด โดยแช่เมล็ดในน้ำสะอาดนาน 24 ชั่วโมง ห่อด้วยผ้าขาวบางเป็นเวลา 48 ชั่วโมง สำหรับเมล็ดถั่วผีแช่เปลือกด้วยกระดาษทรายเพื่อทำลายการพักตัวของเมล็ด จากนั้นแช่เมล็ดถั่วผีในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ นาน 20 นาที เพื่อทำการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับเมล็ด เมื่อครบเวลาล้างเมล็ดด้วยน้ำสะอาด 2-3 ครั้ง แช่เมล็ดถั่วผีในน้ำสะอาดนานอย่างน้อย 12 ชั่วโมง นำเมล็ดหญ้าข้าวหนวดและถั่วผีที่เตรียมไว้ปลูกในกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร โดยมีทรายเป็นวัสดุปลูก กระถางละ 20 เมล็ด เมื่อดันพืชทดสอบมีความสูงประมาณ 20 เซนติเมตรพร้อมสำหรับการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 การทดสอบ

ทำการทดสอบโดยการแช่ผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC หัว้าข้าวตากและถั่วฝัก ทั่วโลกการเข้า ทำลายทางรากและทางใบ ที่ระยะเวลาในการแช่ผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC 1, 15, 30 และ 60 นาที ที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5, 10, และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม

2.5.5 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วัดอัตราการรอดของพืชทดสอบ ที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน และชั่งน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งของพืชทดสอบ ในวันที่ 7 หลังการทดสอบ นำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2.6 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ต่อดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรน

2.6.1 การวางแผนการทดลอง

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.5.1 เลือกเวลาในการแช่ผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC มา 1 เวลา คือ 1 นาที และการเข้าทำลายทางราก

2.6.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2.2

2.6.3 การเตรียมพืชทดสอบ

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.5.3

2.6.4 การทดสอบ

เลือกผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ที่มีผลต่อกลไกการทำลายพืชทดสอบทางรากที่ดีที่สุด และระยะเวลาในการแช่ คือ 1 นาที ทดสอบกับหัว้าข้าวตากและถั่วฝัก ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน หลังจากการแช่ผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ทางรากกับพืชทดสอบ จากนั้นตัดใบของหัว้าข้าวตากและถั่วฝักเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร โดยตัดใบตำแหน่งที่สองลงมาจำนวน 13 ใบ ใส่ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร และใส่น้ำกลั่นลงไป 5 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และคั้นที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นนำไปกรองเอากากออก แล้วนำไปวัดค่าความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนจากเซลล์พืชด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า เป็นวิธีดัดแปลงมาจาก Ngayila *et al.* (2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำค่าความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนมาคำนวณหาค่าดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนโดยใช้สูตร (Ngayila *et al.* 2009)

$$\text{membrane stability index} = [1 - (C1 / C2)] \times 100$$

โดยกำหนดให้

C1 คือ ใบที่ค้ำที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

C2 คือ ใบที่ค้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส

2.6.5 การบันทึกผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกข้อมูล และนำข้อมูลค่าความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรน มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การทดลองที่ 2.7 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ต่อการยับยั้งการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์

2.7.1 การวางแผนการทดลอง

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.6.1

2.7.2 การเตรียมผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.2.2

2.7.3 การเตรียมพืชทดสอบ

เตรียมเช่นเดียวกับการทดลองที่ 2.5.3

2.7.4 การทดสอบ

เลือกผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ที่มีผลต่อกลไกการทำลายพืชทดสอบทางรากที่ดีที่สุด และระยะเวลาในการแช่ คือ 1 นาที ทดสอบกับหญ้าข้าวนกและถั่วฝัก ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน หลังจากการแช่ผลิตภัณฑ์ NHSJ ในรูป SC ทางรากกับพืชทดสอบ จากนั้นตัดใบของหญ้าข้าวนกและถั่วฝักเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร โดยตัดใบตำแหน่งที่สองลงมาจำนวน 13 ใบ ใส่ในโถรงบด และเติมอะซิโตน 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เพื่อสกัดคลอโรฟิลล์จากใบพืชทดสอบ ทำการบดจนละเอียดแล้วเปลี่ยนใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470, 647 และ 663 นาโนเมตร เป็นวิธีคัดแปลงมาจาก Ngayila *et al.* (2009)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า คลอรอไฟลด์เอ คลอรอไฟลด์บี และแคโรทีนอยด์ โดยใช้สูตร (Ngayila *et al.* 2009)

$$\text{คลอรอไฟลด์เอ (มิลลิกรัม/ลิตร)} = 12.25 \times A663 - 2.79 \times A647$$

$$\text{คลอรอไฟลด์บี (มิลลิกรัม/ลิตร)} = 21.50 \times A647 - 5.10 \times A663$$

$$\text{แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)} = (1000 \times A470 - 1.82 \times \text{Chl a} - 85.02 \times \text{Chl b})/198$$

จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า ปริมาณคลอรอไฟลด์เอ คลอรอไฟลด์บี และแคโรทีนอยด์ โดยใช้สูตร ปริมาณคลอรอไฟลด์ (ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร) = (ค่าคลอรอไฟลด์ \times 5 ml) / $\pi r^2 \times 13$

2.7.5 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการบันทึกข้อมูล และนำข้อมูลปริมาณคลอรอไฟลด์ และแคโรทีนอยด์มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Turkey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง

ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลอง หลักสูตรพืชสวน สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาดำเนินการ

ใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 18 เดือน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลทดลองที่ 1 การศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ

4.1.1 ผลทดลองที่ 1.1 การศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ WP และรูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

จากการทดสอบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ WP และ SC ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm ของสารออกฤทธิ์ พบว่าผลิตภัณฑ์รูปแบบ SC สามารถยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกได้ดีกว่า WP มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกเท่ากับ 0, 7.50, 5.00, 40.00 และ 70.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และความยาวต้นความยาวรากของหญ้าข้าวนกลดลงตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้นได้ (ตารางที่ 4.1 และ ภาพที่ 4.1) ส่วนการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วฝัก พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC สามารถยับยั้งการงอกได้ดีกว่า WP เช่นเดียวกับการทดสอบในหญ้าข้าวนก โดยที่ระดับความเข้มข้น 4000 และ 8000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของถั่วฝักได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อเทียบกับวิธีการควบคุม ส่วนความเข้มข้นที่ 500 ppm ทั้งความยาวต้นและความยาวรากมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าวิธีการควบคุม เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่สูงขึ้นมีผลให้การเจริญเติบโตของพืชทดสอบลดลง (ตารางที่ 4.2 และ ภาพที่ 4.2)

ตารางที่ 4.1 การทดสอบเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ระหว่างรูปแบบ WP และรูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก

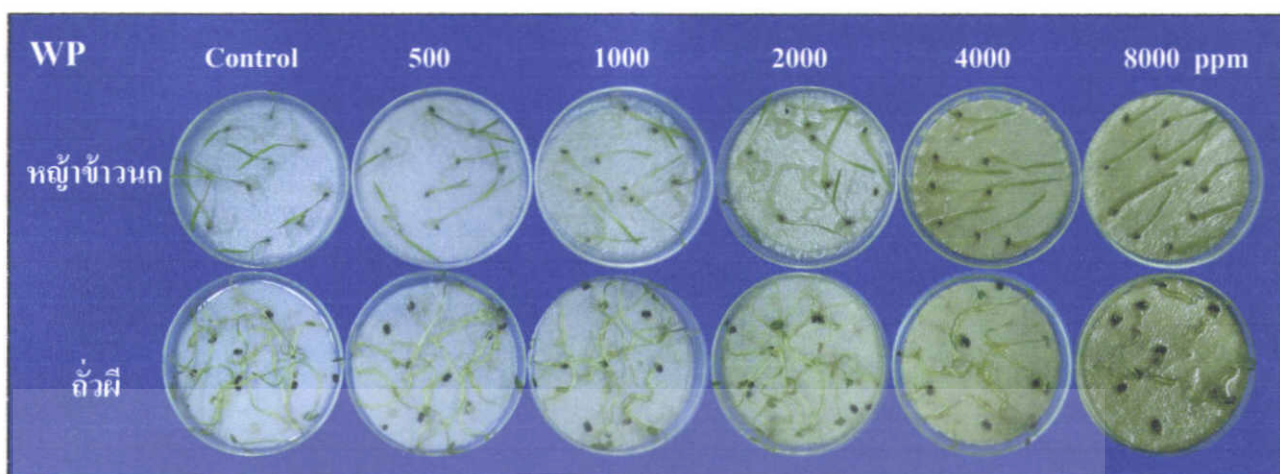
รูปแบบผลิตภัณฑ์	ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์ยับยั้ง	ความยาวต้น	ความยาวราก
NHSJ	(ppm)	การงอก	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)
วิธีการควบคุม	Control	0.00c	3.94bc	2.96c
WP	500	0.00c	3.98bc	5.15a
	1000	15.00bc	4.14bc	4.06b
	2000	7.50c	4.36bc	4.31ab
	4000	15.00bc	3.66bc	1.71d
	8000	15.00bc	3.07c	0.05e
SC	500	0.00c	5.46ab	4.66ab
	1000	7.50c	3.19c	0.70e
	2000	5.00c	3.12c	0.09e
	4000	40.00ab	2.75c	0.00e
	8000	70.00a	2.40c	0.00e

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

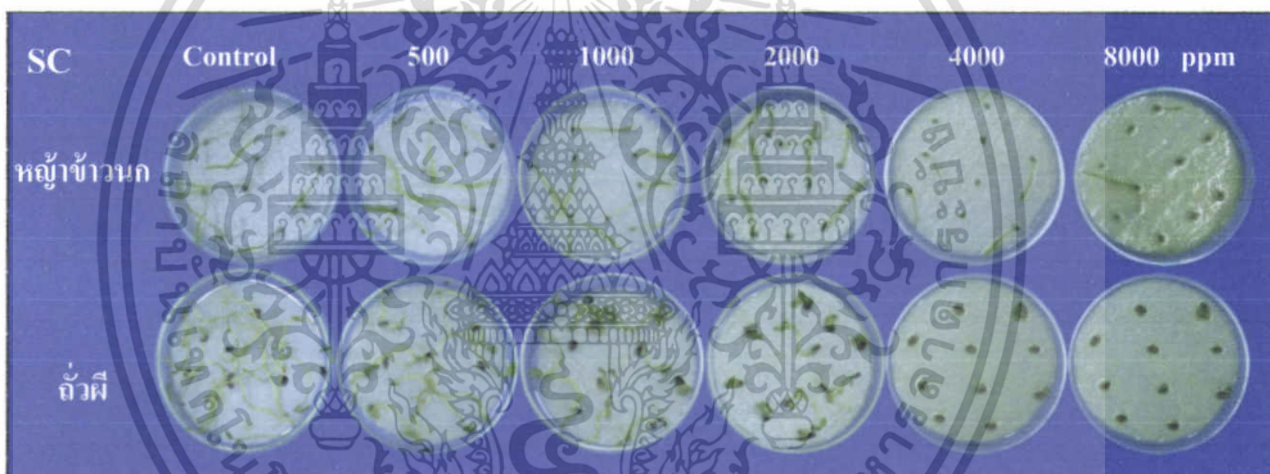
ตารางที่ 4.2 การทดสอบเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ระหว่างรูปแบบ WP และรูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วฝัก

รูปแบบผลิตภัณฑ์	ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์ยับยั้ง	ความยาวต้น	ความยาวราก
NHSJ	(ppm)	การงอก	(เซนติเมตร)	(เซนติเมตร)
วิธีการควบคุม	Control	0.00d	7.29a	2.96a
	500	0.00d	7.26a	2.99a
	1000	0.00d	7.15a	2.94a
	2000	0.00d	7.08a	2.90a
	4000	2.50d	6.01ab	2.77a
WP	8000	22.50bc	1.94f	0.65c
	500	0.00d	5.15bc	1.84b
	1000	0.00d	3.52dc	0.69c
	2000	12.50cd	2.27ef	0.30c
	4000	100.00a	0.00g	0.00c
SC	8000	100.00a	0.00g	0.00c

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)



ภาพที่ 4.1 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ WP ต่อการยับยั้งการงอกและการ เจริญเติบโตของพืชทดสอบ



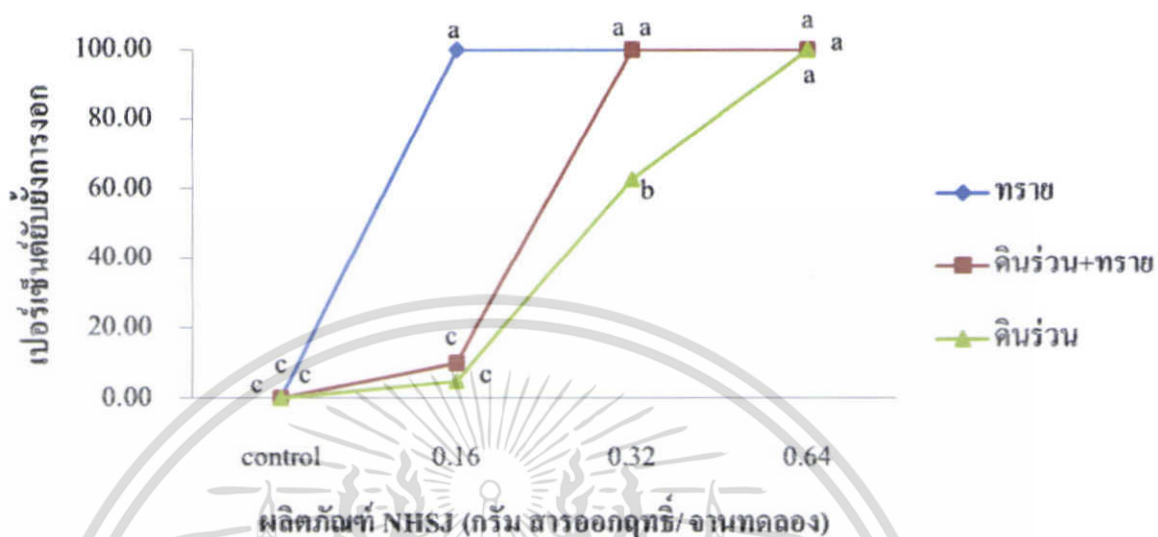
ภาพที่ 4.2 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการ เจริญเติบโตของพืชทดสอบ

4.1.2 ผลการทดลองที่ 1.2 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ในดินชนิดต่างๆ

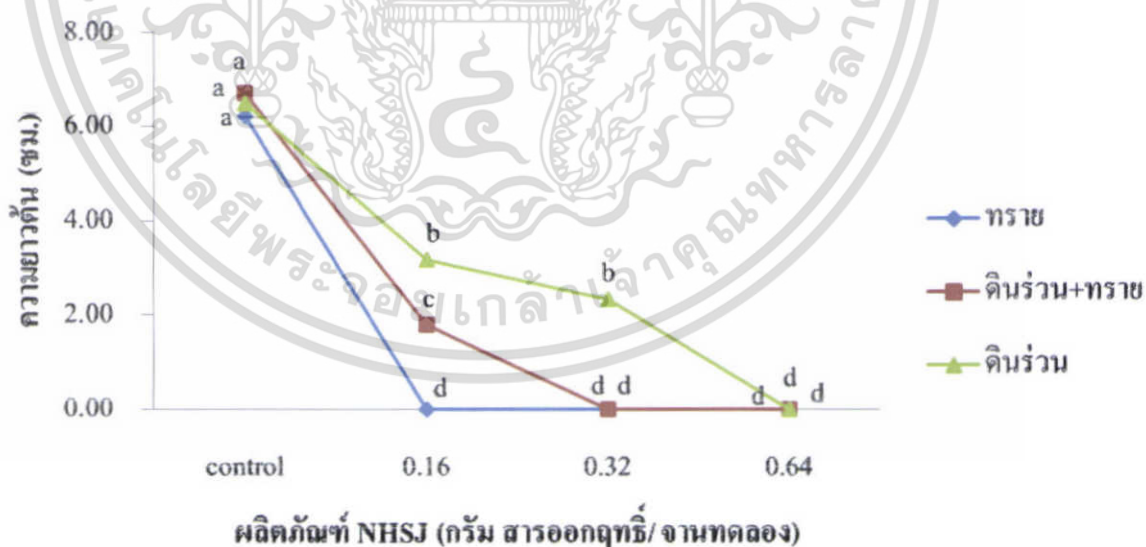
เลือกผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC มาทำการทดลองต่อไป พบว่าในทรายทุกอัตราของผลิตภัณฑ์ NHSJ สามารถยับยั้งการงอกของพืชทดสอบ คือ หญ้าข้าวรกและถั่วฝักได้อย่างสมบูรณ์ รองลงมา คือดินร่วนผสมทราย และดินร่วน ตามลำดับ ส่วนความขารากในดินทั้ง 3 ชนิด และทุกอัตราของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่ทดสอบสามารถยับยั้งความขารากของพืชทดสอบทั้งสองชนิดได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับความขาราก ที่อัตรา 0.16 กรัม สารออกฤทธิ์/จานทดลอง ในดินร่วนผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราย และดินร่วน มีความยาวต้นของหญ้าข้าวเนก 1.78 และ 3.18 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.3-4.5) ส่วนในถั่วฝักยาวมีความยาว 0 และ 0.67 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.6-4.8)

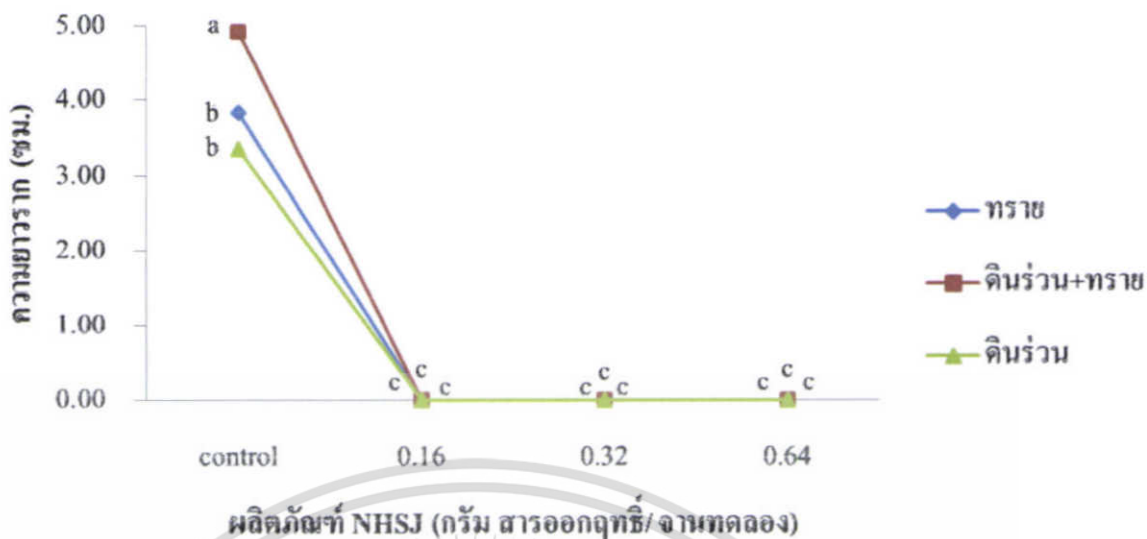


ภาพที่ 4.3 ผลของผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC ต่อการยั้งการงอก ของหญ้าข้าวเนก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในอัตราเดียวกัน ที่ตามด้วยตัว อักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

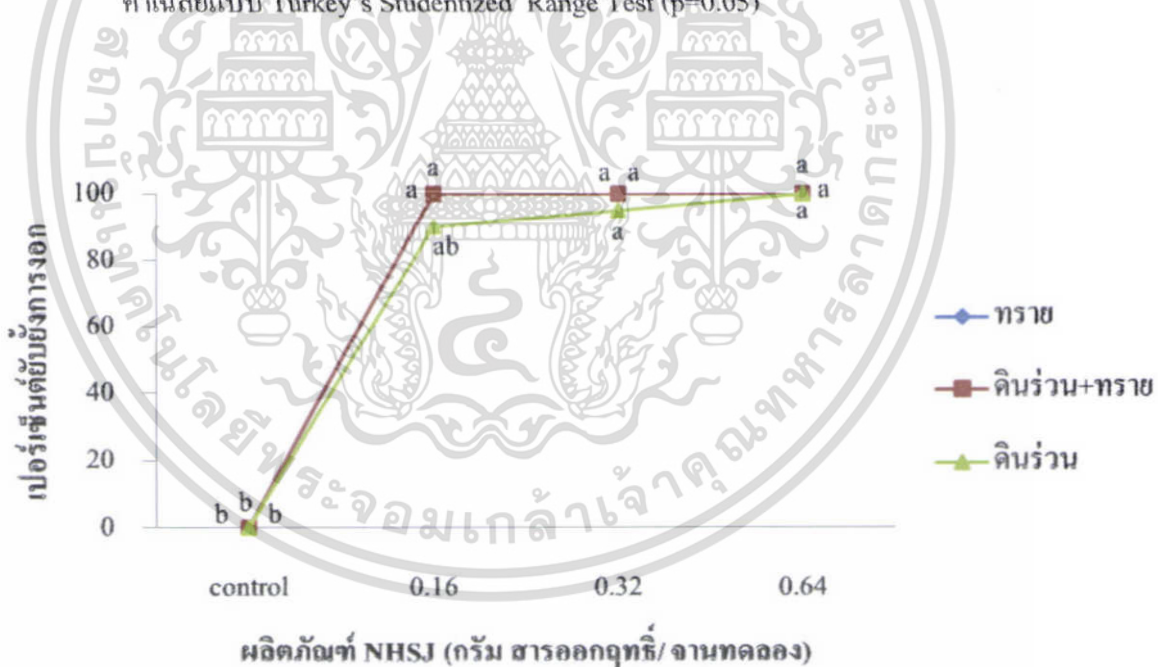


ภาพที่ 4.4 ผลของผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC ต่อการยั้งการเจริญเติบโตด้านความยาวต้นของหญ้าข้าวเนก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในอัตราเดียวกัน ที่ตามด้วยตัว อักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

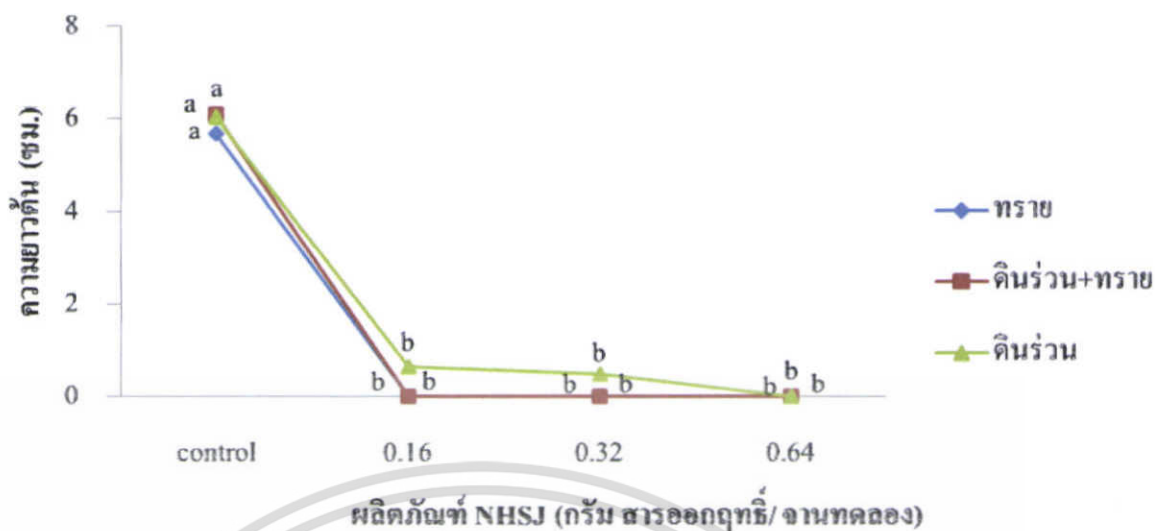


ภาพที่ 4.5 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตด้านความยาวรากของหญ้าข้าวเนก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในอัตราเดียวกัน ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)

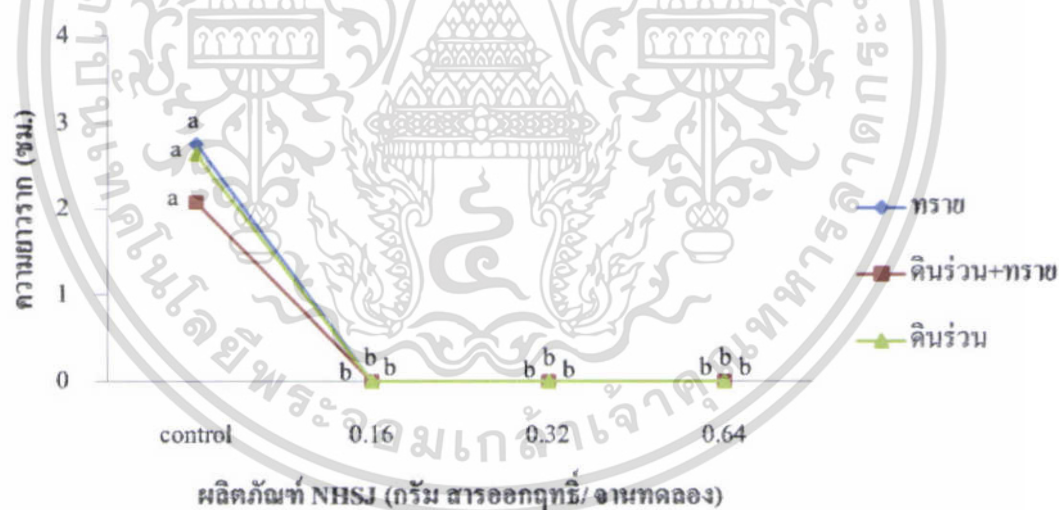


ภาพที่ 4.6 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกของถั่วฝักในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในอัตราเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 ผลของผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตด้านความยาวต้นของถั่วฝัก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในอัตราเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)



ภาพที่ 4.8 ผลของผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตด้านความยาวรากของถั่วฝัก ในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในอัตราเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 แสดงผลของผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอก และการเจริญเติบโตของพืช ทดสอบในทราย ดินร่วนผสมทราย และดินร่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองที่ 2 ศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC

4.2.1 ผลการทดลองที่ 2.1 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ

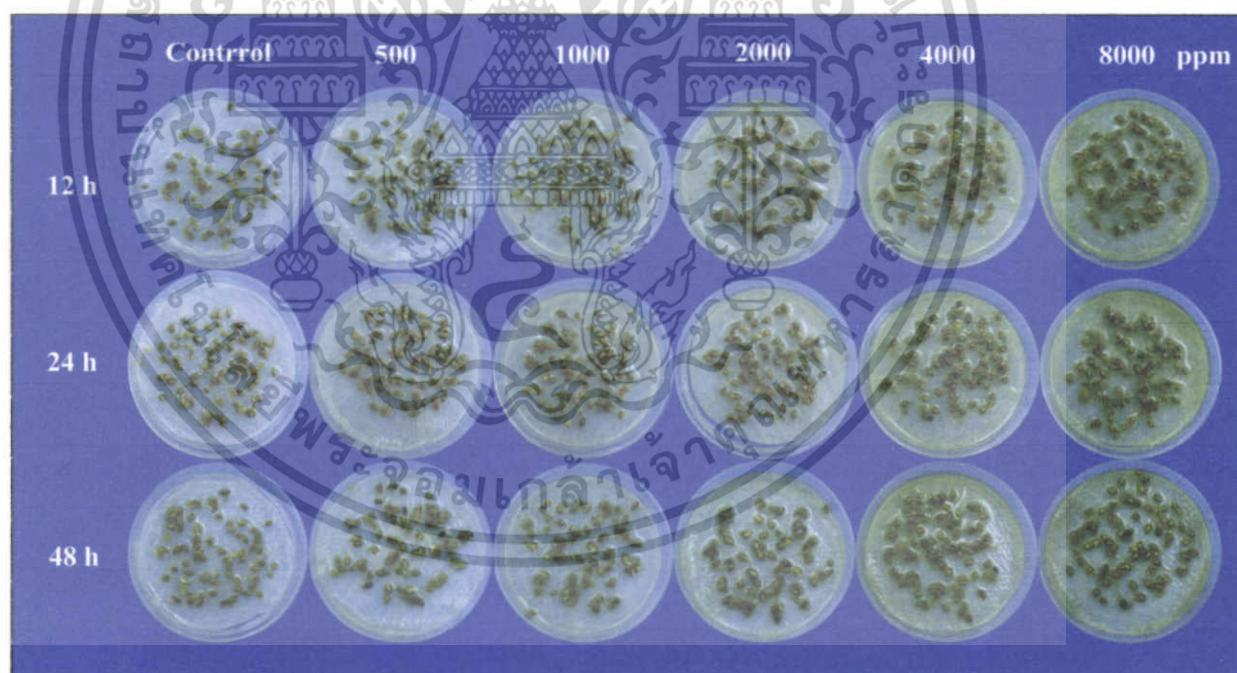
หญ้าข้าวนก

ผลการทดสอบฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm ของสารออกฤทธิ์ ทดสอบที่ระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง ต่อการดูดน้ำของหญ้าข้าวนก พบว่าที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000 และ 2000 ppm มีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 32.99, 34.78 และ 34.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำมากกว่าวิธีการควบคุม ซึ่งมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 32.84 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นสูงขึ้นเป็น 4000 และ 8000 ppm พบว่า การดูดน้ำของหญ้าข้าวนกลดลง มีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 31.97 และ 29.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเพิ่มระยะเวลาเป็น 24 ชั่วโมง พบว่าเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับ 12 ชั่วโมง คือ ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000 และ 2000 ppm มีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 45.83, 46.85 และ 46.61 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 45.11 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ให้สูงขึ้นเป็น 4000 และ 8000 ppm เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของหญ้าข้าวนกมีค่าลดลง เท่ากับ 40.40 และ 35.31 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง เริ่มมีการออกของเมล็ดในวิธีการควบคุม และที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000 และ 2000 ppm เมื่อวัดค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 500 ถึง 8000 ppm มีการดูดน้ำของเมล็ดหญ้าข้าวนกลดลงเรื่อย ๆ ตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มสูงขึ้น มีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 66.37, 50.62, 49.18, 47.44 และ 41.45 ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 79.54 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างทางสถิติ (ตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.10)

ตารางที่ 4.3 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ต่อการคุดน้ำของหญ้าข้าวนกที่ระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC	เปอร์เซ็นต์การคุดน้ำของเมล็ดหญ้าข้าวนก		
	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	48 ชั่วโมง
วิธีการควบคุม	32.84 ± 3.73a	45.11 ± 2.80a	79.54 ± 4.60a
500 ppm	32.99 ± 0.55a	45.83 ± 4.85a	66.37 ± 10.95b
1000 ppm	34.78 ± 0.82a	46.85 ± 5.16a	50.62 ± 4.28c
2000 ppm	34.00 ± 3.55a	46.61 ± 5.78a	49.18 ± 3.31c
4000 ppm	31.97 ± 2.73a	40.40 ± 6.68a	47.44 ± 5.49c
8000 ppm	29.50 ± 4.24a	35.31 ± 6.65a	41.45 ± 5.12c

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)



ภาพที่ 4.10 ผลของผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC ต่อการคุดน้ำของเมล็ดวัชพืชหญ้าข้าวนกที่ระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

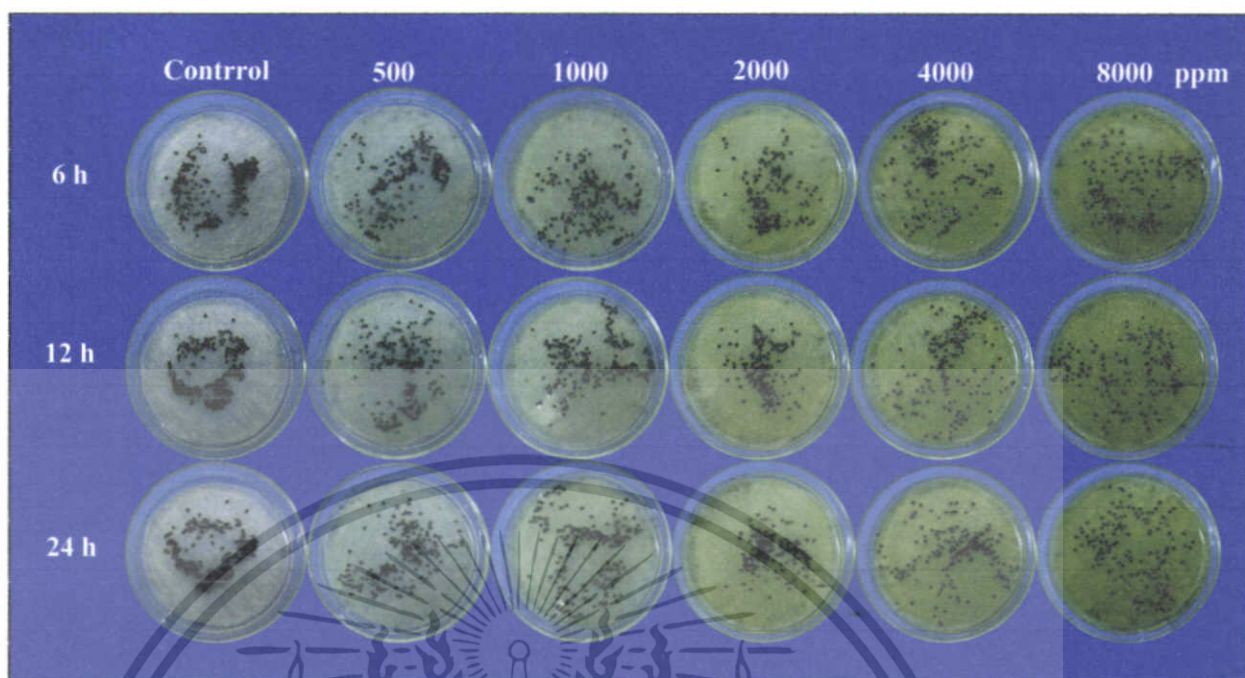
ผักโขมสวน

ผลการทดสอบฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm ของสารออกฤทธิ์ ทดสอบที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ต่อการการคูดน้ำของเมล็ดผักโขมสวน พบว่าเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำของเมล็ดผักโขมสวนเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการทดสอบ ที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง มีค่าเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำเท่ากับ 25.50, 24.87, 24.75, 24.47 และ 24.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำเท่ากับ 26.64 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เช่นเดียวกับที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง มีค่าเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำของเมล็ดผักโขมสวนเท่ากับ 31.46, 30.42, 31.61, 30.22 และ 29.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำเท่ากับ 31.92 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำของเมล็ดผักโขมสวนลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น คือ มีเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำเท่ากับ 35.25, 36.86, 35.50, 34.17 และ 32.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การคูดน้ำเท่ากับ 40.00 เปอร์เซ็นต์ มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเริ่มมีการงอกของเมล็ดผักโขมสวน (ตารางที่ 4.4 และ ภาพที่ 4.11)

ตารางที่ 4.4 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการคูดน้ำของเมล็ดพืชผักโขมสวนที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์ NHSJ	เปอร์เซ็นต์การคูดน้ำของเมล็ดผักโขมสวน		
	6 ชั่วโมง	12 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
วิธีการควบคุม	26.64 ± 1.77a	31.92 ± 0.73a	40.00 ± 0.64a
500 ppm	25.50 ± 1.14a	31.46 ± 0.96a	35.25 ± 0.68bc
1000 ppm	24.87 ± 1.19a	30.42 ± 2.32a	36.86 ± 1.41b
2000 ppm	24.75 ± 1.28a	31.61 ± 0.34a	35.50 ± 0.82bc
4000 ppm	24.47 ± 2.85a	30.22 ± 1.95a	34.17 ± 0.62c
8000 ppm	24.56 ± 2.60a	29.93 ± 1.07a	32.09 ± 1.07d

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)



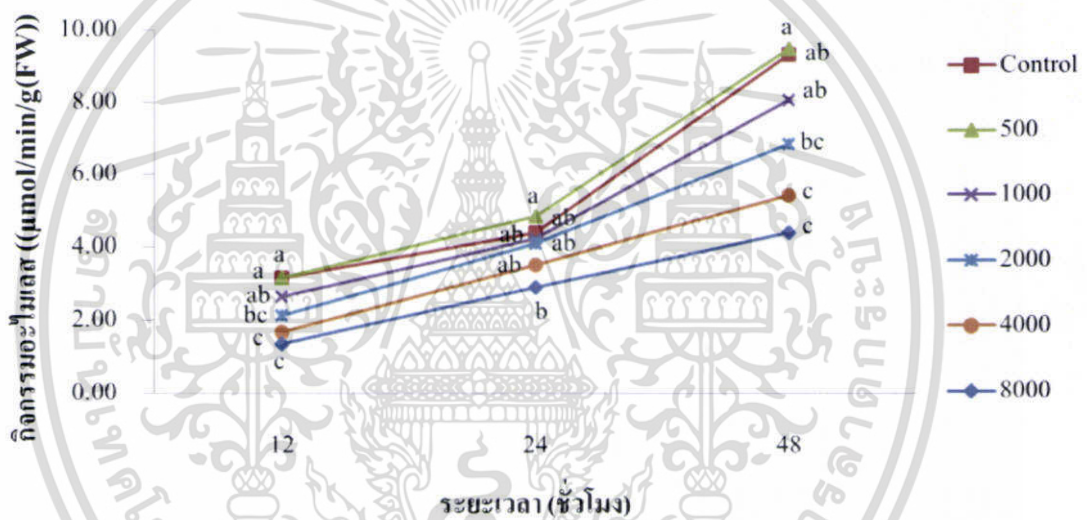
ภาพที่ 4.11 ผลของผลิตภัณฑ์ NBSJ ต่อการคุดน้ำของเมล็ดพืชผัก ไซมสวนที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

4.2.2 ผลการทดลองที่ 2.2 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NBSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส ในเมล็ดพืชทดสอบ

หญ้าข้าวนก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ NBSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm ของสารออกฤทธิ์ ที่ระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง พบว่าการทดสอบที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้น 500 ppm มีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสเท่ากับวิธีการควบคุม และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารให้สูงขึ้น 1000-8000 ppm ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดหญ้าข้าวนกลดลงตามความเข้มข้นของสารที่สูงขึ้น คือมีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดหญ้าข้าวนก เท่ากับ 2.63, 2.12, 1.69 และ 1.34 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ตามลำดับ ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 4000 และ 8000 ppm มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม และเมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบเป็น 24 ชั่วโมง พบว่าเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง โดยที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm มีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดหญ้าข้าวนกสูงกว่าวิธีการควบคุม มีค่าเท่ากับ 4.82 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสเท่ากับ 4.37 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ มีความแตกต่างทางเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติ แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ให้สูงขึ้นเป็น 2000-8000 ppm พบว่ากิจกรรมเอนไซม์ อะไมเลสมีค่าลดลงตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.17, 4.09, 3.48 และ 2.89 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ส่วนที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ค่าความกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสมีค่าเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการที่ทดสอบที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm มีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดหญ้าข้าวนกสูงกว่าวิธีการควบคุม มีค่าเท่ากับ 9.52 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสมีค่าเท่ากับ 9.49 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ให้สูงขึ้นเป็น 1000-8000 ppm พบว่ากิจกรรมของเอนไซม์ อะไมเลสมีค่าลดลงตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.08, 6.81, 5.38 และ 4.39 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.12)



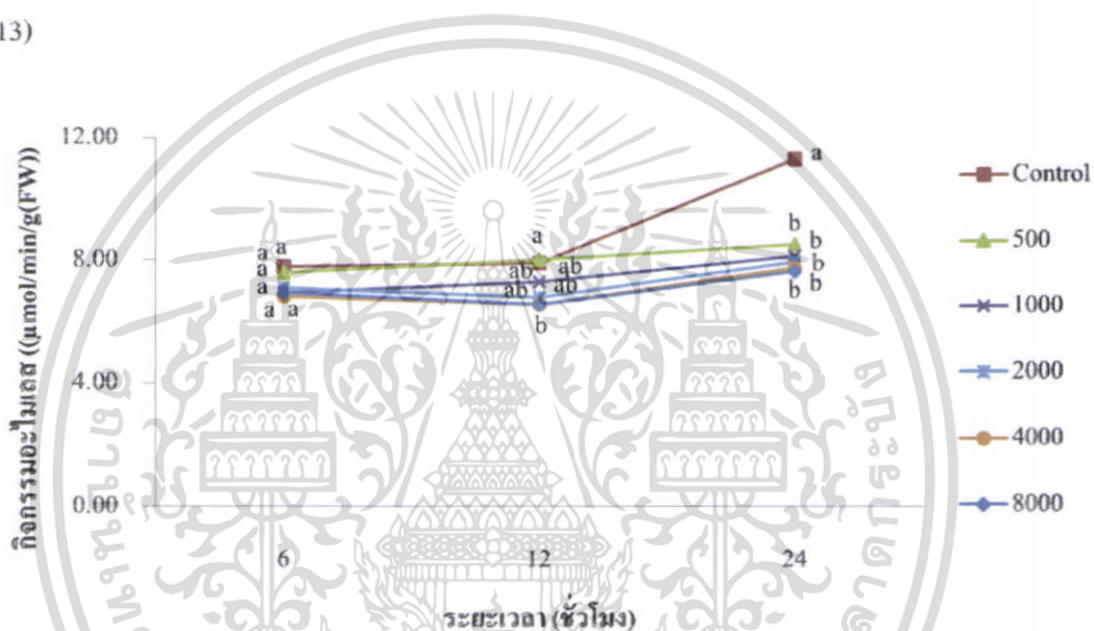
ภาพที่ 4.12 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของหญ้าข้าวนกที่ระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในระยะเวลาเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

ผักโขมสวน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของผักโขมสวน ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 500, 1000, 2000, 4000 และ 8000 ppm ของสารออกฤทธิ์ ที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่าการทดสอบที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเทียบกับวิธีการควบคุม คือมีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดผักโขมสวน เท่ากับ 7.58, 6.95, 7.07, 6.82 และ 6.93 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของเมล็ดฝักโขมสวนเท่ากับ $7.77 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการทดสอบเป็น 12 ชั่วโมง ค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับระดับความเข้มข้นเดียวกัน แต่จะลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่สูงขึ้น คือ 8.02, 7.27, 6.78, 6.56 และ $6.55 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของเมล็ดฝักโขมสวนเท่ากับ $7.78 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ส่วนที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าให้ผลไปในแนวทางเดียวกับที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง มีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสค่าเท่ากับ 8.50, 8.14, 7.93, 7.73 และ $7.64 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสมีค่าเท่ากับ $11.28 \mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ภาพที่ 4.13)



ภาพที่ 4.13 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของฝักโขมสวนสวนที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในระยะเวลาเดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

4.2.3 ผลการทดลองที่ 2.3 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

หญ้าข้าวนก

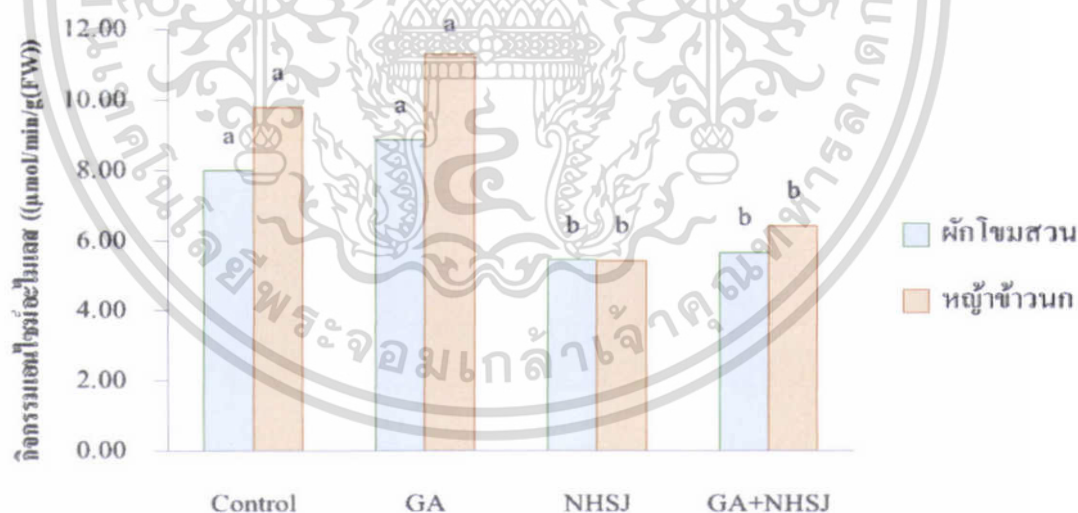
ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อฮอร์โมนจิบเบอเรลลินของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินที่ระดับความเข้มข้น 0.005 มิลลิกรัม/ลิตร และผลิตภัณฑ์ NHSJ ผสมกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมทดสอบที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดหญ้าข้าวนกที่ได้เพิ่มฮอร์โมนจิบเบอเรลลินมีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสมากที่สุด รองลงมาคือวิธีการควบคุม ผลึกภัณฑ์ NHSJ ผสมกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน และผลึกภัณฑ์ NHSJ เพียงอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 11.33, 9.80, 6.46 และ 5.46 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ตามลำดับ การทดสอบที่ผลึกภัณฑ์ NHSJ ผสมกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน และผลึกภัณฑ์ NHSJ เพียงอย่างเดียว มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและวิธีการควบคุม (ภาพที่ 4.14 และ 4.15)

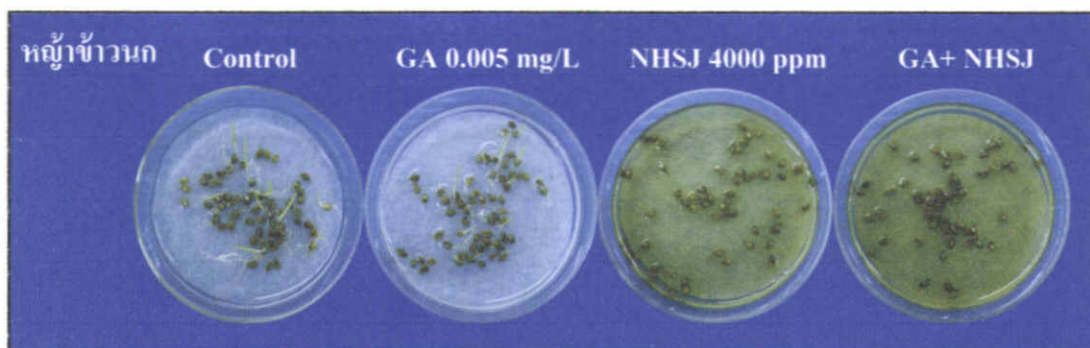
ผักโขมสวน

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลึกภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อฮอร์โมนจิบเบอเรลลินของผักโขมสวน ที่ระดับความเข้มข้น 4000 ppm ฮอร์โมนจิบเบอเรลลินที่ระดับความเข้มข้น 0.00125 มิลลิกรัม/ลิตร และผลึกภัณฑ์ NHSJ ผสมกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุมทดสอบที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดหญ้าข้าวนกที่ได้เพิ่มฮอร์โมนจิบเบอเรลลินมีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสมากที่สุด รองลงมาคือวิธีการควบคุม ผลึกภัณฑ์ NHSJ ผสมกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน และผลึกภัณฑ์ NHSJ เพียงอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 8.88, 8.00, 5.69 และ 5.47 $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{g}(\text{FW})$ ตามลำดับ การทดสอบที่ผลึกภัณฑ์ NHSJ ผสมกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน และผลึกภัณฑ์ NHSJ เพียงอย่างเดียว มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับฮอร์โมนจิบเบอเรลลินและวิธีการควบคุม (ภาพที่ 4.14 และ 4.16)



ภาพที่ 4.14 ผลของผลึกภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน เนื่องจากฮอร์โมนจิบเบอเรลลินกระตุ้นการสร้างเอนไซม์อะไมเลส ของหญ้าข้าวนก ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง และผักโขมสวนที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง วัดค่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในพีชชนิดเดียวกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.15 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ของหมู้าข้าวnok ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.16 ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ของผักโขม ส่วน ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

4.2.4 ผลการทดลองที่ 2.4 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ และนิวคลีโอลัส

การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ ในปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ระดับความเข้มข้น 6.25, 12.5, 25, 50 และ 100 ppm เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าปลายรากของหอมหัวใหญ่ มีลักษณะผิดปกติ คือ มีสีขาวขุ่นบริเวณปลายราก และรากมีลักษณะอยู่กลุ่มรากมีขนาดเส้นเล็ก และลีบ เมื่อเทียบกับหอมหัวใหญ่ที่แช่ในน้ำกลั่น (วิธีการควบคุม) ซึ่งมีลักษณะเรียวยาว สีขาว กลุ่มรากไม่ลีบ และการศึกษาลักษณะของโครโมโซมจากการนับจำนวนเซลล์ 1000 เซลล์ ต่อสไลด์ รวมเป็น 4000 เซลล์ต่อทริทเมนต์ พบว่าค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ของรากหอมหัวใหญ่ที่แช่ในน้ำกลั่น มีความแตกต่างกันทางสถิติ เปรียบเทียบกับเซลล์จากรากหอมหัวใหญ่ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ ซึ่งพบว่าค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ลดลงตามความเข้มข้นของสารที่สูงขึ้น โดยมีค่าเท่ากับ 8.67, 8.61, 6.82, 5.48 และ 4.44 ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่า

ดัชนีการแบ่งเซลล์ 11.10 เปอร์เซ็นต์ การแบ่งเซลล์ระยะไมโทซิสของระยะโพรเฟส (ภาพที่ 4.17 b) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีเปอร์เซ็นต์การแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ ที่เพิ่มขึ้น และมีเปอร์เซ็นต์การแบ่งเซลล์ในระยะนี้สูงกว่าวิธีการควบคุม โดยที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีเปอร์เซ็นต์การแบ่งเซลล์ในระยะ โพรเฟสสูงที่สุด คือ 94.68 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเซลล์เข้าสู่ระยะเมทาเฟส (ภาพที่ 4.17 c) แอนาเฟส (ภาพที่ 4.17 d) และเทโลเฟส (ภาพที่ 4.17 e) มีสัดส่วนของอัตราการแบ่งเซลล์ลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.5)

เมื่อศึกษาลักษณะความผิดปกติของโครโมโซม บริเวณปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ได้รับผลิตภัณฑ์ NHSJ พบว่ามีรูปแบบความผิดปกติในรูปแบบต่าง ๆ คือ เกิดลักษณะการขดตัวของโครมาติน ในระยะโพรเฟสผิดปกติ เนื่องจากความผิดปกติของสาย spindle (spindle distribution at prophase ภาพที่ 4.18 a), โครโมโซมไม่จัดเรียงตัวบริเวณกลางเซลล์ในระยะเมทาเฟส (c-metaphase ภาพที่ 4.18 b), การขดตัวกันแน่นของโครโมโซมในระยะเมทาเฟส (sticky metaphase ภาพที่ 4.18 c), การขดตัวกันแน่นของโครโมโซมในระยะแอนาเฟส (sticky anaphase ภาพที่ 4.18 d), กลุ่มของโครโมโซม 2 กลุ่มในระยะแอนาเฟสไม่ได้จัดเรียงตัวอยู่ในแนวเดียวกัน (diagonal at anaphase ภาพที่ 4.18 e), กลุ่มของโครโมโซม 2 กลุ่มในระยะเทโลเฟสไม่ได้จัดเรียงตัวอยู่ในแนวเดียวกัน (diagonal at telophase ภาพที่ 4.18 f) และการเข้าสู่ช่วงเซลล์ของกลุ่มโครโมโซมในระยะแอนาเฟสช้ากว่าปกติ (delay anaphase ภาพที่ 4.18 g) ลักษณะความผิดปกติที่พบในทุกระดับความเข้มข้น คือ spindle distribution at prophase, sticky anaphase, sticky metaphase และ c-metaphase เมื่อศึกษาจำนวนเซลล์ที่ผิดปกติทั้งหมด พบว่าเซลล์ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ได้รับสารผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่ระดับความเข้มข้น 6.25 ppm เกิดความผิดปกติของเซลล์มากที่สุด และรูปแบบลักษณะเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของเซลล์ที่พบมากที่สุดคือ spindle disturbance at late prophase เท่ากับ 1.56 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเรื่อย ๆ ตามความเข้มข้นที่เพิ่มสูงขึ้น มีเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติรวมทั้งหมด 0.73-5.12 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.7) ในขณะที่ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ไม่ได้รับสารผลิตภัณฑ์ NHSJ ไม่พบลักษณะความผิดปกติของเซลล์ และมีลักษณะการแบ่งเซลล์เป็นไปอย่างปกติ

ลักษณะของนิวคลีโอลัส เมื่อย้อมด้วยสีซิลเวอร์ในเตรทในเซลล์ปลายรากหอมหัวใหญ่ มีลักษณะค่อนข้างกลม จะเห็นนิวคลีโอลัสเป็นก้อนหนาที่บดเค้นจัดอยู่บริเวณตรงกลางของเซลล์ และชิดขอบด้านใดด้านหนึ่งของเซลล์ และมีจำนวนนิวคลีโอลัส 1-4 ต่อเซลล์ โดยสามารถพบได้ในระยะอินเทอร์เฟส (ภาพที่ 4.19) จำนวนนิวคลีโอลัส 1 และ 2 นิวคลีโอลัส มีจำนวนลดลงตามระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่สูงขึ้น ต่างจากจำนวนนิวคลีโอลัส 3 และ 4 มีจำนวนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.7) ส่วนพื้นที่ของนิวคลีโอลัสเฉลี่ยมีขนาดลดลงตามจำนวนของนิวคลีโอลัสที่เพิ่มขึ้น ในทุกระดับความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่สูงขึ้น คือใน 1 นิวคลีโอลัส จะมีขนาดใหญ่กว่า 2-4 นิวคลีโอลัส ตามลำดับ และจะมีขนาดเล็กลงทุกระดับความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่สูงขึ้น เช่น ใน 1 นิวคลีโอลัสมีพื้นที่เฉลี่ยเท่ากับ 21.53, 16.84, 17.57, 12.94 และ 6.27 ไมโครตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมตร ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าเท่ากับ 36.88 ไมโครตารางเมตร ส่วนพื้นที่รวมของนิวคลีโอไลต์ในแต่ละเซลล์ ให้ผลไปในแนวทางเดียวกันกับพื้นที่เฉลี่ยคือจะมีขนาดเล็กลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่สูงขึ้น แต่นิวคลีโอไลต์ 2 และ 3 นิวคลีโอไลต์ มีพื้นที่รวมมากกว่า 1 และ 4 นิวคลีโอไลต์ที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ในขณะที่วิธีการควบคุมมีขนาดพื้นที่รวมสูงขึ้นตามจำนวน นิวคลีโอไลต์ที่มากขึ้น คือ 1-4 นิวคลีโอไลต์ มีพื้นที่รวมเท่ากับ 36.88, 48.39, 54.57 และ 54.84 ไมโครตารางเมตร ตามลำดับ และพื้นที่รวมที่มีขนาดน้อยที่สุด คือ ที่ระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ 100 ppm มีขนาดพื้นที่รวมเท่ากับ 6.27, 8.36, 9.30 และ 7.48 ไมโครตารางเมตร ตามลำดับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.8)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์และสัดส่วนของเซลล์ที่เข้าสู่ไมโทติกในระยะต่าง ๆ ของรากหอมหัวใหญ่ ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่นับได้	ผลรวมเซลล์ในระยะไมโทติก	ดัชนีการแบ่งเซลล์ (mean + S.E.)	เปอร์เซ็นต์ระยะโพรเฟส	เปอร์เซ็นต์ระยะเมทาเฟส	เปอร์เซ็นต์ระยะแอนาเฟส	เปอร์เซ็นต์ระยะเทโลเฟส
Control	4,587	509 ± 10.79a	11.10 ± 0.93a	78.68b	7.36a	5.50a	8.46a
6.25	4,971	431 ± 9.04b	8.67 ± 0.58b	81.15b	5.70ab	5.29a	7.86a
12.50	4,469	385 ± 10.04c	8.61 ± 0.93c	83.72b	4.27ab	5.07ab	6.94ab
25.00	4,588	313 ± 2.99cd	6.82 ± 0.26d	86.76ab	3.54ab	4.67ab	5.03ab
50.00	4,816	264 ± 4.83d	5.48 ± 0.45d	89.35ab	2.36ab	4.03ab	4.26ab
100.00	4,793	213 ± 2.38e	4.44 ± 0.23e	94.68a	0.09b	2.36b	2.87b

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)

ตารางที่ 4.6 ลักษณะและสัดส่วนความผิดปกติของเซลล์บริเวณรากหอมหัวใหญ่ ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHTJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่นับได้	เปอร์เซ็นต์ spindle disturbance at late prophase	เปอร์เซ็นต์ c-metaphase	เปอร์เซ็นต์ sticky metaphase	เปอร์เซ็นต์ sticky anaphase	เปอร์เซ็นต์ diagonal at anaphase	เปอร์เซ็นต์ diagonal at telophase	เปอร์เซ็นต์ delay anaphase	เปอร์เซ็นต์ผลรวมเซลล์ที่ผิดปกติ
Control	4,587	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00 ± 0.00 c
6.25	4,971	1.56	0.91	0.74	0.24	0.28	0.15	0.49	5.12 ± 0.33a
12.50	4,469	1.33	0.69	0.38	0.16	0.23	0.00	0.32	3.65 ± 0.51ab
25.00	4,588	0.91	0.47	0.42	0.13	0.16	0.00	0.20	2.83 ± 1.52b
50.00	4,816	0.66	0.42	0.24	0.11	0.11	0.00	0.16	2.24 ± 0.58bc
100.00	4,793	0.19	0.11	0.11	0.00	0.05	0.00	0.00	0.73 ± 1.22c

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์ เปอร์เซ็นต์ผลรวมเซลล์ที่ผิดปกติ ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)

ตารางที่ 4.7 เปอร์เซ็นต์นิวคลีโอไลต์ที่นับได้ในเซลล์บริเวณปลายรากหอมหัวใหญ่ ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

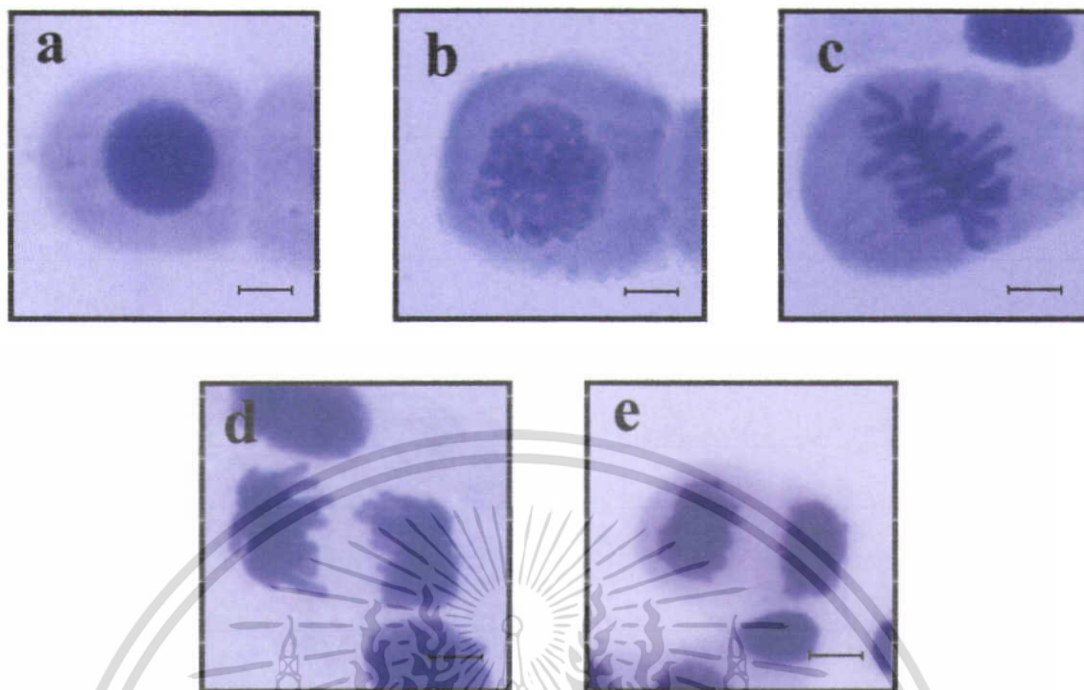
ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนนิวคลีโอไลต์ ทั้งหมด	เปอร์เซ็นต์นิวคลีโอไลต์ที่นับได้			
		1 นิวคลีโอไลต์	2 นิวคลีโอไลต์	3 นิวคลีโอไลต์	4 นิวคลีโอไลต์
Control	520	15.51 ± 1.07a	27.15 ± 1.52a	32.62 ± 1.58d	24.72 ± 0.74b
6.25	493	13.01 ± 1.25ab	25.99 ± 2.61b	33.06 ± 1.62cd	29.52 ± 1.84b
12.50	489	12.11 ± 2.08b	25.98 ± 1.49b	35.31 ± 2.15bc	26.60 ± 1.36b
25.00	525	5.46 ± 2.64c	19.60 ± 2.68c	40.75 ± 2.99ab	34.19 ± 1.67a
50.00	531	4.51 ± 1.33c	16.81 ± 1.84c	43.80 ± 3.11a	34.88 ± 0.18a
100.00	545	3.39 ± 2.77d	14.26 ± 1.24c	47.13 ± 0.76a	35.22 ± 0.94a

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์ เปอร์เซ็นต์นิวคลีโอไลต์ที่นับได้ ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)

ตารางที่ 4.8 ขนาดพื้นที่ของนิวคลีโอไทด์ของเซลล์บริเวณรากหอมหัวใหญ่ ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนนิวคลีโอ ไทด์ทั้งหมด	พื้นที่นิวคลีโอไทด์เฉลี่ย (ไมโครตารางเมตร)				พื้นที่นิวคลีโอไทด์รวมทั้งหมด (ไมโครตารางเมตร)			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Control	520	36.88 ± 2.19a	24.05 ± 1.88a	18.01 ± 2.01a	13.49 ± 1.62a	36.88 ± 0.84a	48.39 ± 3.07a	54.57 ± 4.66a	54.84 ± 4.41a
6.25	493	21.53 ± 2.09b	13.48 ± 2.03b	9.35 ± 1.33b	3.68 ± 1.06b	21.60 ± 0.83b	27.24 ± 3.38b	27.59 ± 2.62b	15.59 ± 2.17b
12.50	489	17.57 ± 3.09bc	11.74 ± 1.95b	7.08 ± 1.26c	2.83 ± 0.97bc	17.57 ± 0.93bc	23.76 ± 3.24b	21.83 ± 2.43c	12.19 ± 1.79bc
25.00	525	16.84 ± 1.97cd	8.69 ± 1.78c	5.56 ± 1.29cd	2.88 ± 1.03bc	16.83 ± 0.87cd	17.67 ± 2.87c	17.25 ± 2.52c	12.41 ± 2.06bc
50.00	531	12.94 ± 2.92d	7.68 ± 1.71c	5.14 ± 1.18d	2.58 ± 1.01cd	12.95 ± 2.97d	15.64 ± 2.74c	15.99 ± 4.19cd	11.17 ± 1.99cd
100.00	545	6.27 ± 2.55e	4.04 ± 1.74d	2.91 ± 1.03e	1.65 ± 0.93d	6.27 ± 0.88e	8.36 ± 2.71d	9.30 ± 1.72d	7.48 ± 1.53d

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์ พื้นที่นิวคลีโอไทด์ ที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)



ภาพที่ 4.17 ลักษณะโครโมโซมปกติของรากหอมหัวใหญ่ที่แช่ในน้ำกลั่น ที่กำลังขยาย 400 เท่า

(Bar = 10 μm .)

a. interphase

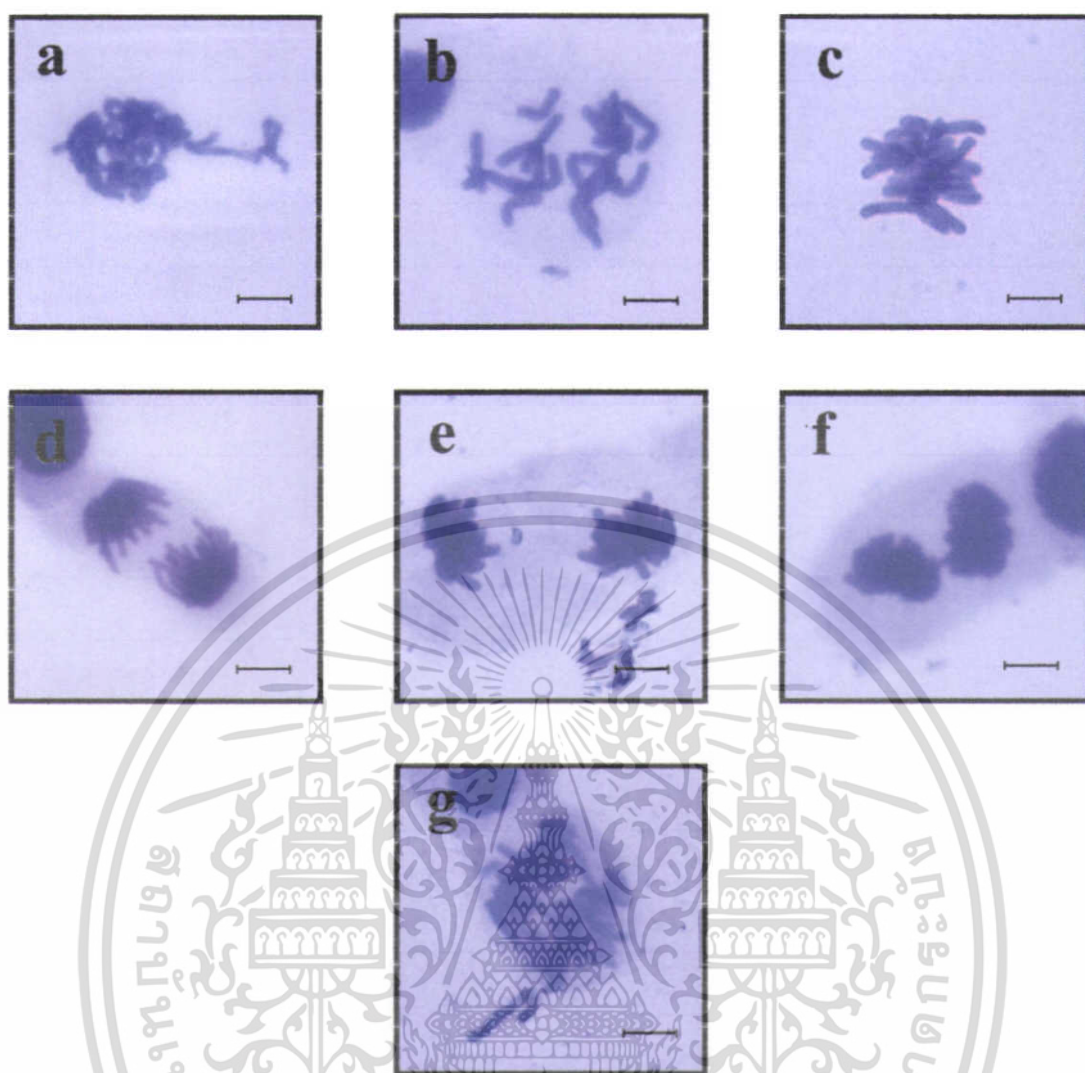
b. prophase

c. metaphase

d. anaphase

e. telophase

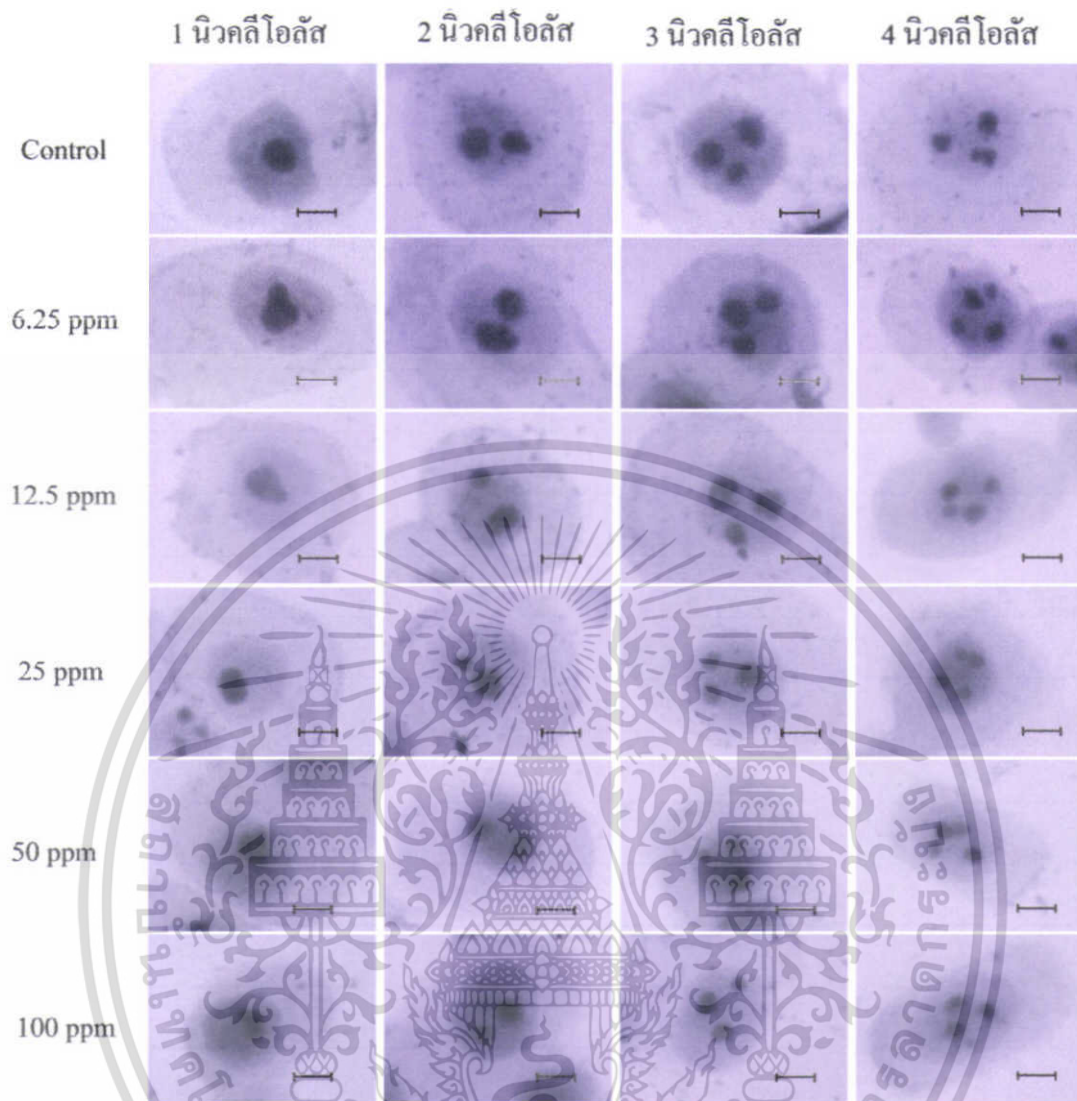
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.18 ลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมของปลายรกหอมหัวใหญ่ที่แช่ในผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่กำลังขยาย 400 เท่า (Bar = 10 μm .)

- a. spindle distribution at prophase b. c-metaphase
 c. sticky metaphase d. sticky anaphase
 e. diagonal at anaphase f. diagonal at telophase
 g. delay anaphase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 ลักษณะนิวคลีโอลัสในระยะอินเทอร์เฟสในปลายรากหอมหัวใหญ่ที่แช่ผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC กำลังขยาย 400 เท่า. (Bar = 10 μ m.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 ผลการทดลองที่ 2.5 การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ทางรากและทางใบ

หญ้าข้าวนก

จากการศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ทางรากและทางใบ ต่อเปอร์เซ็นต์การรอด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 1, 15, 30 และ 60 นาที โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุมวัชเปอร์เซ็นต์การรอดของหญ้าข้าวนก ที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน และชั่งน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งของพืชทดสอบ ในวันที่ 7 หลังการทดสอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ มีประสิทธิภาพในการทำลายทางรากของหญ้าข้าวนก ได้ดีกว่าทางใบ ที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร สามารถยับยั้งการรอดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 15, 30 และ 60 นาที ในขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการรอดเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งเท่ากับ 14.49 และ 2.02 กรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.9) (ภาพที่ 4.20-4.23)

ถั่วฝัก

จากการศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ทางรากและทางใบ ต่อเปอร์เซ็นต์การรอด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของถั่วฝัก ที่ระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 1, 15, 30 และ 60 นาที โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม วัชเปอร์เซ็นต์การรอดของถั่วฝัก ที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน และชั่งน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งของพืชทดสอบ ในวันที่ 7 หลังการทดสอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ มีประสิทธิภาพในการทำลายทางรากของถั่วฝัก ได้ดีกว่าทางใบ สามารถยับยั้งการรอดของถั่วฝักได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในทุกระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่ทดสอบ ที่มีการแช่ในผลิตภัณฑ์นาน 60 นาที ในขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการรอดเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งของถั่วฝักเท่ากับ 19.54 และ 2.93 กรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.10) (ภาพที่ 4.24-4.27)

ตารางที่ 4.9 ผลลัพท์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อกลไกการทำลายวัชพืชทางราก และทางใบของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน

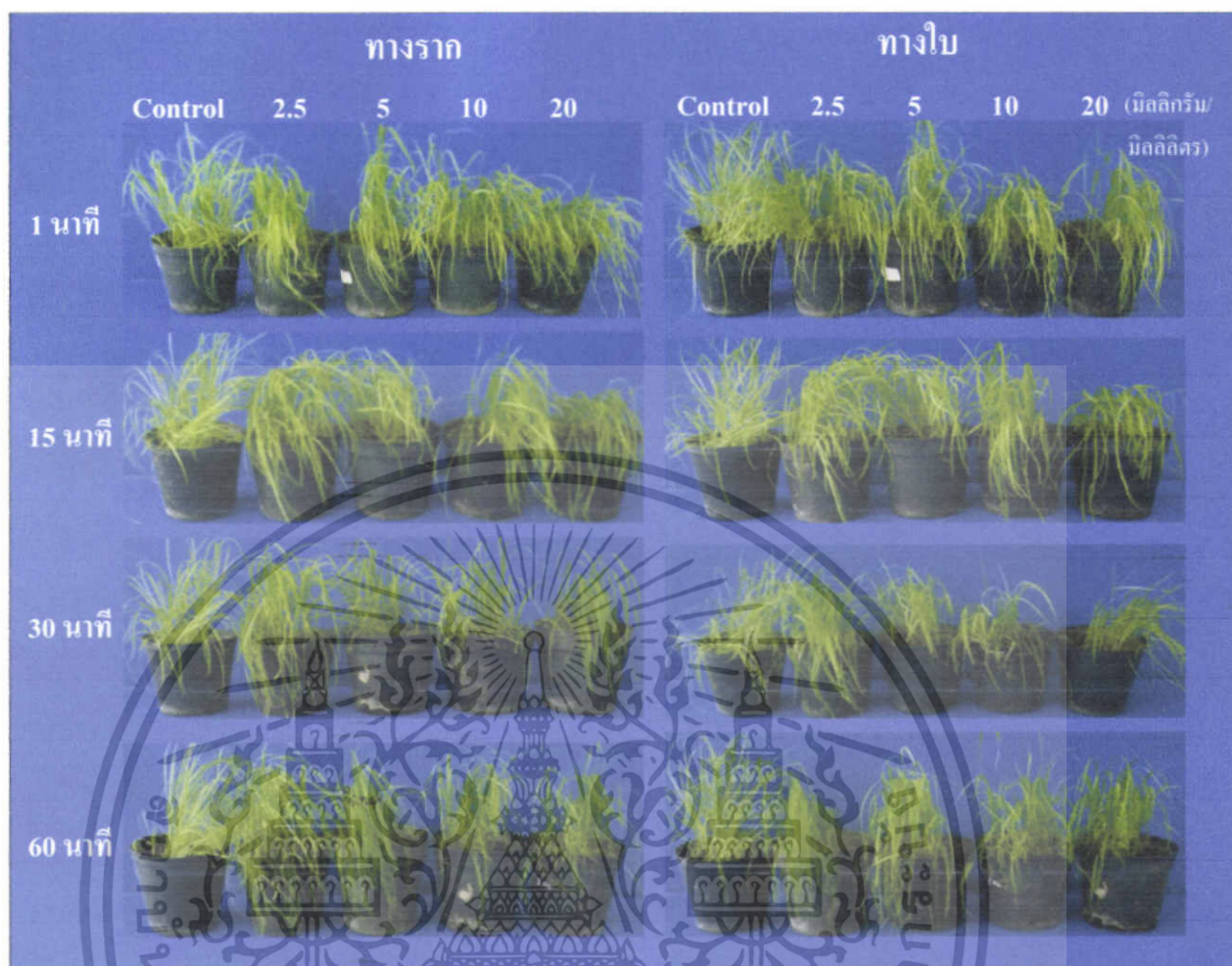
เวลาในการแช่	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)	การทดสอบทางราก						การทดสอบทางใบ					
		เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการรอด (วันที่)				น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการรอด (วันที่)				น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง
		1	3	5	7	(กรัม)	(กรัม)	1	3	5	7	(กรัม)	(กรัม)
วิธีการควบคุม	น้ำ	0.00b	0.00	0.00d	0.00e	14.49 ± 2.78a	2.02 ± 0.45a	0.00c	5.00c	5.00cd	5.00c	13.76 ± 2.11ab	1.99 ± 0.38ab
1 นาที	2.5	0.00b	0.00d	0.00d	14.75d	12.35 ± 6.11ab	1.72 ± 0.38ab	0.00c	0.00d	0.00d	0.00d	14.32 ± 3.57a	2.12 ± 0.58a
	5	0.00b	34.75ab	54.5bc	74.50c	3.69 ± 5.26c	0.52 ± 0.11c	0.00c	0.00d	4.75cd	9.5c	13.1 ± 3.14ab	1.82 ± 0.52ab
	10	0.00b	29.75b	69.75ab	89.75ab	1.48 ± 5.39cd	0.27 ± 0.05cd	0.00c	29.50bc	44.25cd	44.25b	8.07 ± 2.69bc	1.12 ± 0.46bc
	20	0.00b	19.50bc	34.25c	94.50ab	0.80 ± 4.47cd	0.11 ± 0.02cd	0.00c	29.25bc	29.5b	59.75ab	5.83 ± 2.66cd	0.81 ± 0.46cd
15 นาที	2.5	0.00b	30.00b	45.00c	55.00cd	6.52 ± 2.79c	0.91 ± 0.20c	0.00c	19.75bc	14.50c	4.50c	13.83 ± 3.84ab	1.92 ± 0.62 ab
	5	4.50a	44.25ab	30.00c	55.00cd	2.28 ± 3.27cd	0.38 ± 0.07cd	0.00c	4.75c	4.75cd	29.75bc	10.17 ± 3.53bc	1.41 ± 0.58bc
	10	0.00b	64.75a	39.75c	94.25ab	0.83 ± 1.83cd	0.16 ± 0.12cd	0.00c	0.00d	0.00d	34.5b	9.48 ± 2.61bc	1.32 ± 0.45bc
	20	0.00b	64.25a	59.75b	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00c	30.00b	59.25a	40b	8.69 ± 2.06bc	1.21 ± 0.37bc
30 นาที	2.5	0.00b	35.00b	49.50bc	59.5cd	5.87 ± 1.38c	0.82 ± 0.27c	0.00c	0.00d	0.00d	0.00d	14.18 ± 5.06a	2.22 ± 0.79a
	5	9.75a	24.50b	74.75ab	79.25c	3.01 ± 2.67cd	0.42 ± 0.09cd	10.00	94.25a	69.50a	4.50c	13.83 ± 3.61ab	1.91 ± 0.59ab
	10	0.00b	64.50a	39.50c	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00c	34.25b	40.00ab	49.5b	7.31 ± 2.81cd	1.02 ± 0.48cd
	20	0.00b	59.75ab	89.25a	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00c	4.50c	5.00cd	54.75ab	6.55 ± 2.11cd	0.91 ± 0.38cd
60 นาที	2.5	0.00b	39.25ab	64.75b	64.75c	5.11 ± 2.12c	0.71 ± 0.16c	0.00c	89.50a	49.50ab	0.00d	14.21 ± 4.09a	1.92 ± 0.66a
	5	0.00b	29.75b	74.25ab	90.00b	1.45 ± 3.12cd	0.20 ± 0.05cd	15.00a	44.75b	54.75a	4.50c	13.83 ± 4.96ab	1.92 ± 0.78ab
	10	0.00b	39.25ab	74.50ab	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	4.50b	54.50b	60.00a	60.00ab	6.51 ± 2.61cd	0.90 ± 0.45cd
	20	0.00b	45.00ab	65.00b	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	4.75b	94.75a	64.25a	69.50a	4.41 ± 1.22d	0.61 ± 0.26d

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)

ตารางที่ 4.10 ผลกระทบของ NHSJ รูปแบบ SC ต่อกลไกการทำลายวัชพืชทางราก และทางใบของถั่วฝัก ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน

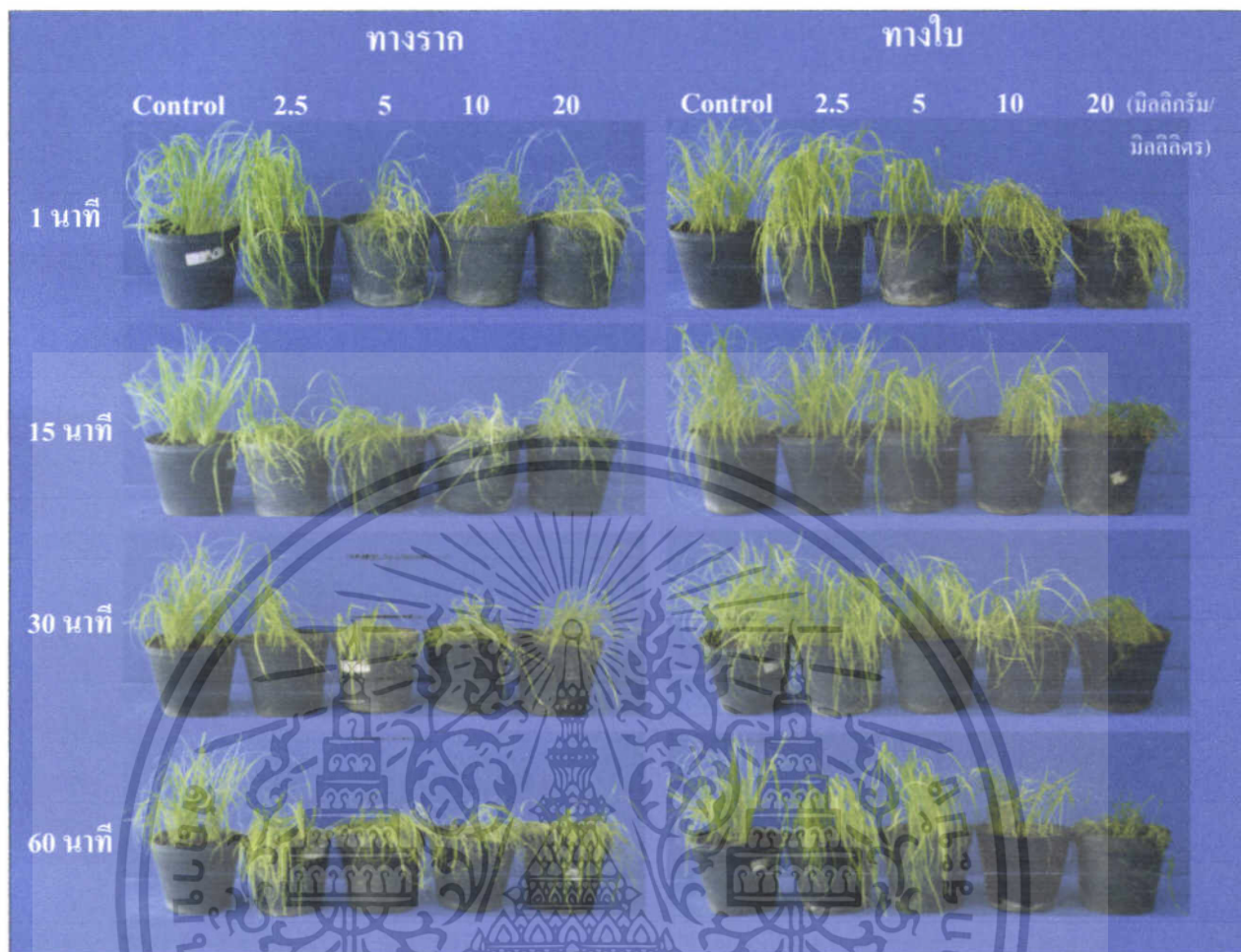
เวลาในการแช่	ความเข้มข้น (มิลลิกรัม/ มิลลิลิตร)	การทดสอบทางราก						การทดสอบทางใบ					
		เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการรอด (วันที่)				น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)	เปอร์เซ็นต์ยับยั้งการรอด (วันที่)				น้ำหนักสด (กรัม)	น้ำหนักแห้ง (กรัม)
		1	3	5	7			1	3	5	7		
วิธีการควบคุม	น้ำ	0.00c	0.00e	0.00d	0.00e	19.54 ± 2.78a	2.93 ± 0.35a	0.00a	5.00cd	5.00c	5.00de	18.56 ± 2.23a	2.78 ± 0.30ab
1 นาที	2.5	0.00c	0.00e	0.00d	0.00e	19.35 ± 4.32a	2.83 ± 0.31a	0.00a	0.00d	0.00d	0.00e	19.54 ± 3.69a	2.93 ± 0.52a
	5	0.00c	0.00e	0.00d	0.00e	19.61 ± 3.45a	2.96 ± 0.34a	0.00a	4.50cd	9.25c	4.25de	18.71 ± 3.26a	2.81 ± 0.46a
	10	0.00c	9.50c	14.25c	34.25cd	12.85 ± 4.68bc	1.93 ± 0.14bc	0.00a	14.25c	20.00bc	25cd	14.65 ± 2.81bc	2.20 ± 0.39bc
	20	0.00c	24.25b	39.25bc	49.75c	9.82 ± 3.24cd	1.48 ± 0.11cd	0.00a	24.75bc	44.25b	44.50cd	10.84 ± 2.78cd	1.62 ± 0.38cd
15 นาที	2.5	0.00c	0.00e	9.25c	9.50d	17.69 ± 2.98bc	2.66 ± 0.29bc	0.00a	0.00d	0.00d	0.00e	19.54 ± 3.96a	2.93 ± 0.56 a
	5	0.00c	19.75c	24.50c	44.25c	10.89 ± 2.27cd	1.64 ± 0.17cd	0.00a	0.00d	4.25c	14.5d	16.70 ± 3.65ab	2.51 ± 0.52ab
	10	0.00c	29.50b	44.25bc	59.75c	7.86 ± 1.73cd	1.18 ± 0.22cd	0.00a	10.00c	24.75bc	29.25cd	13.82 ± 2.73bc	2.07 ± 0.37bc
	20	0.00c	30.00b	59.25b	80.00b	3.90 ± 1.02c	0.59 ± 0.04c	0.00a	24.25bc	34.25bc	44.75c	10.79 ± 2.18bc	1.62 ± 0.29bc
30 นาที	2.5	0.00c	0.00e	39.75	59.50c	7.91 ± 1.81cd	1.19 ± 0.37cd	0.00a	0.00d	0.00d	0.00e	19.54 ± 5.18a	2.93 ± 0.73a
	5	0.00c	29.25b	64.25b	89.25b	2.10 ± 0.67c	0.32 ± 0.19c	0.00a	0.00d	4.25c	9.5d	17.68 ± 3.73ab	2.65 ± 0.53ab
	10	4.5b	34.25b	74.50ab	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00a	19.50c	39.5b	44.25c	10.89 ± 2.93bc	1.63 ± 0.41bc
	20	4.75b	74.50ab	100.00a	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00a	45.00b	74.25ab	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d
60 นาที	2.5	0.00c	0.00e	64.75b	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00a	0.00d	0.00d	0.00e	19.54 ± 4.21a	2.93 ± 0.60a
	5	0.00c	4.50c	84.75ab	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00a	0.00d	9.25c	14.75d	16.65 ± 4.08ab	2.50 ± 0.58ab
	10	10.00ab	44.75b	100.00a	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00a	69.25a	74.75ab	89.50b	2.05 ± 0.73c	0.30 ± 0.08c
	20	15.00a	94.25a	100.00a	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d	0.00a	79.50a	94.50a	100.00a	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d

ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test (p=0.05)



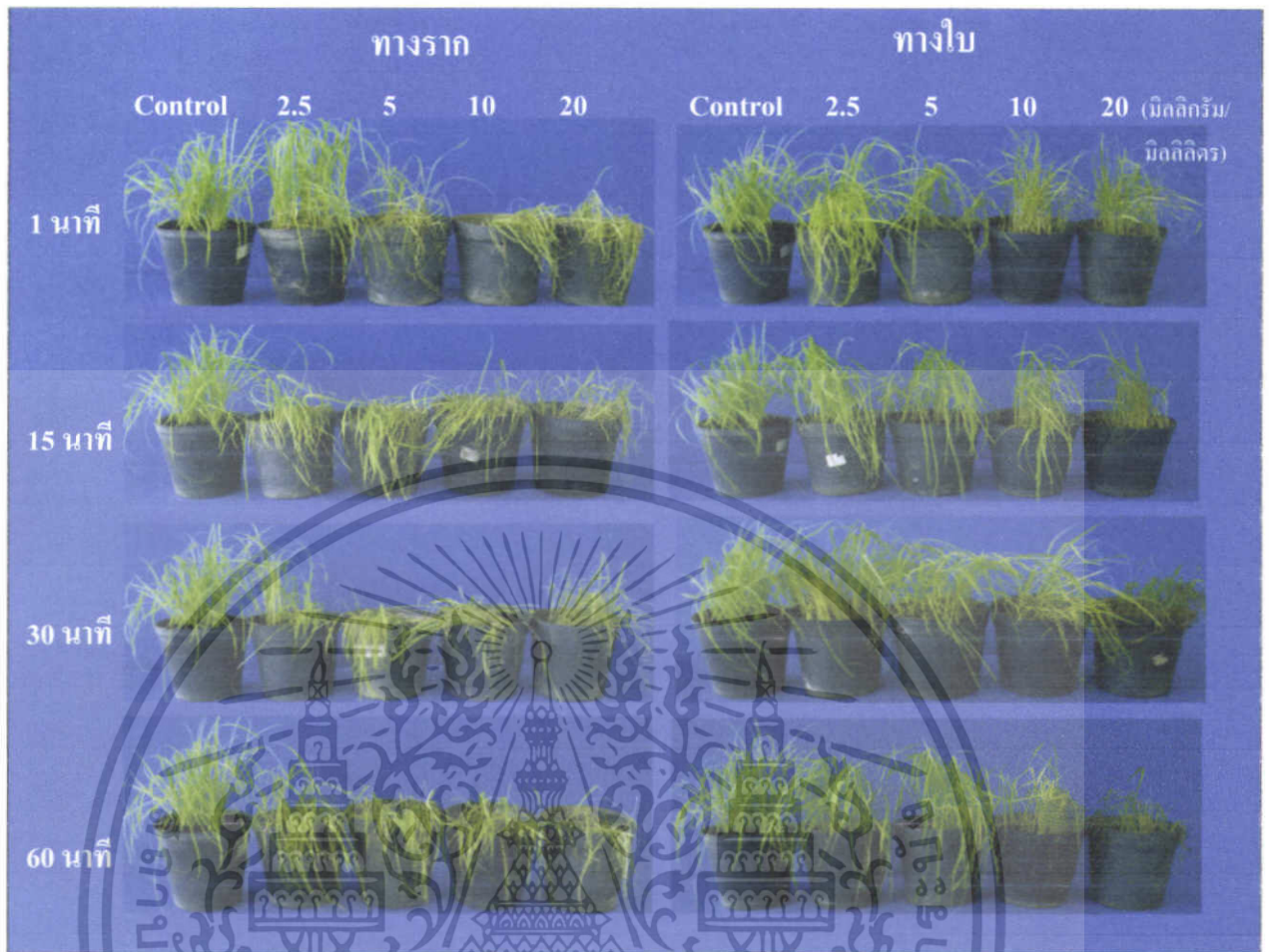
ภาพที่ 4.20 กลไกการทำลายพืชหญ้าข้าวจากผลิตภัณฑ์ NHSV รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



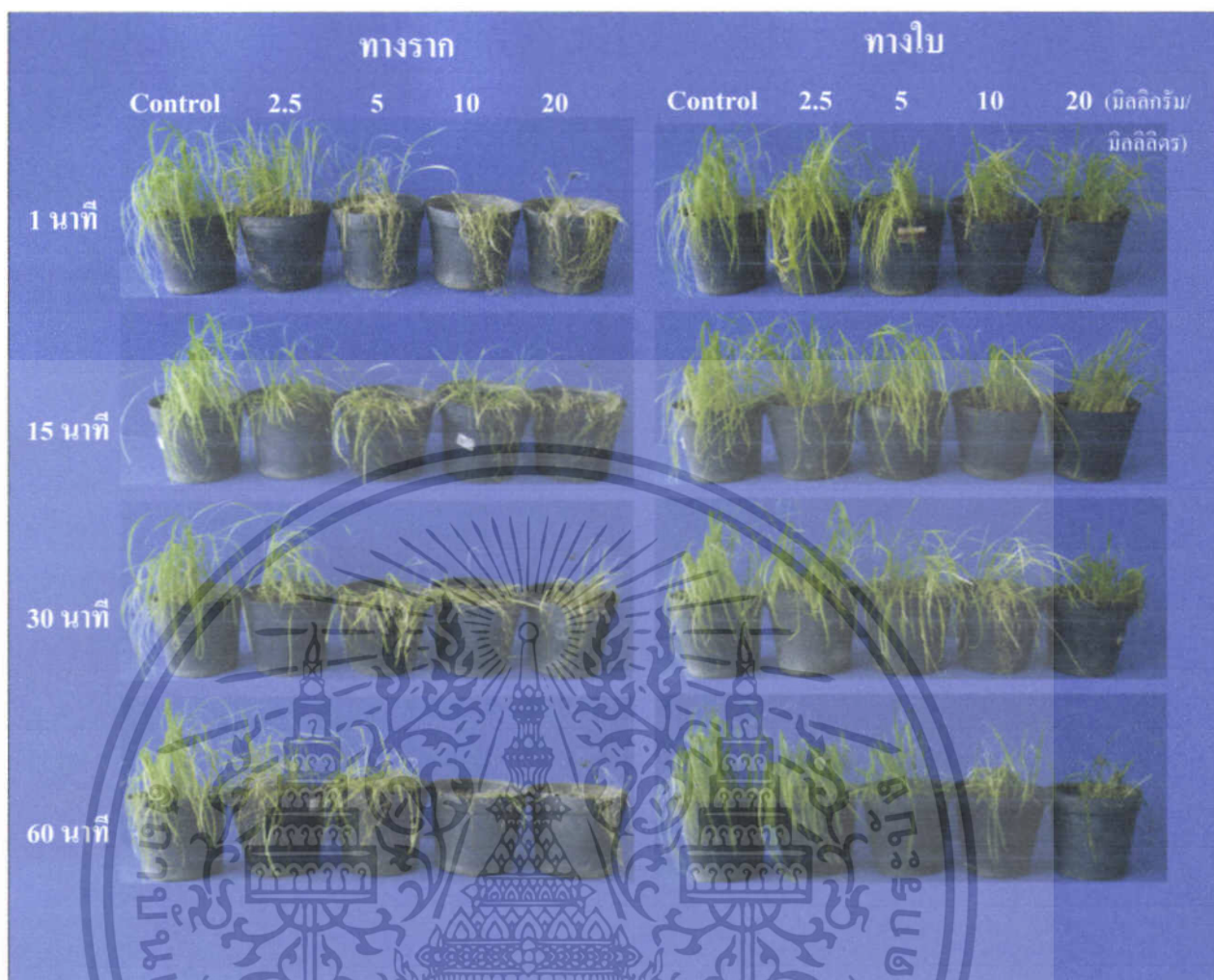
ภาพที่ 4.21 กอ ไกลารทำลายวัชพืชหญ้าข้าวหนทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



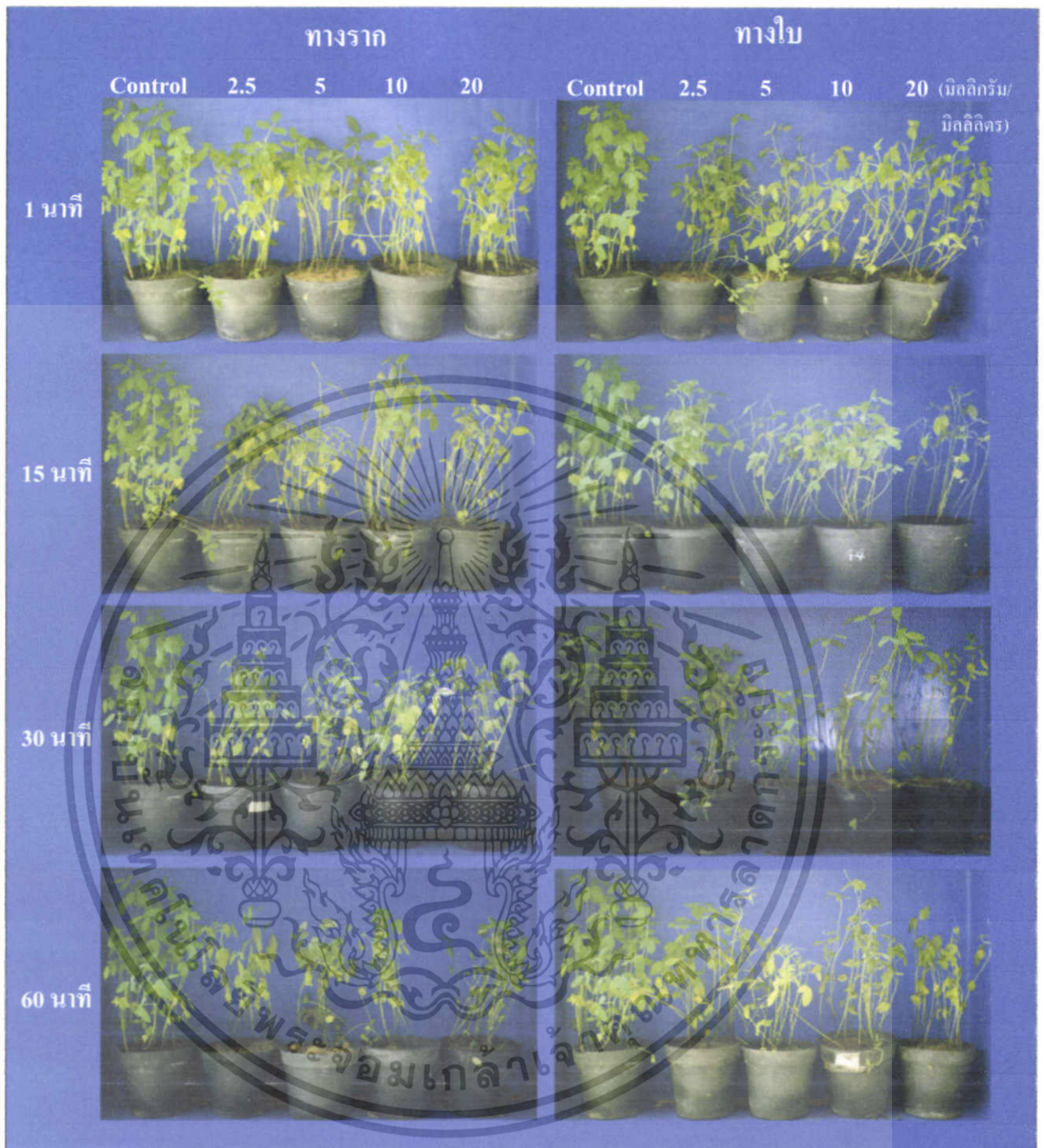
ภาพที่ 4.22 กลไกการทำลายวัชพืชหญ้าข้าวนกทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



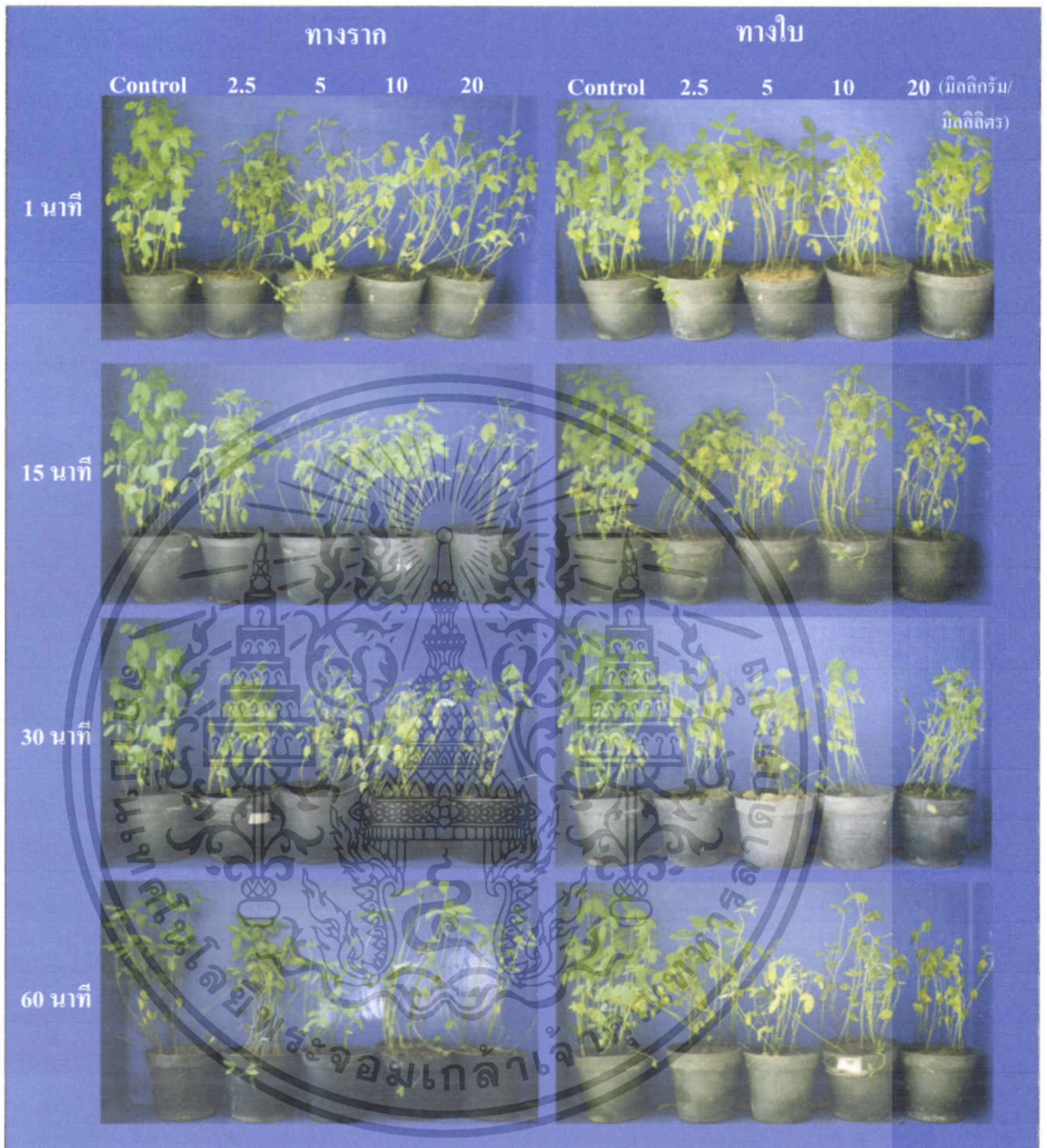
ภาพที่ 4.23 กลไกการทำลายวัชพืชหญ้าข้าวทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



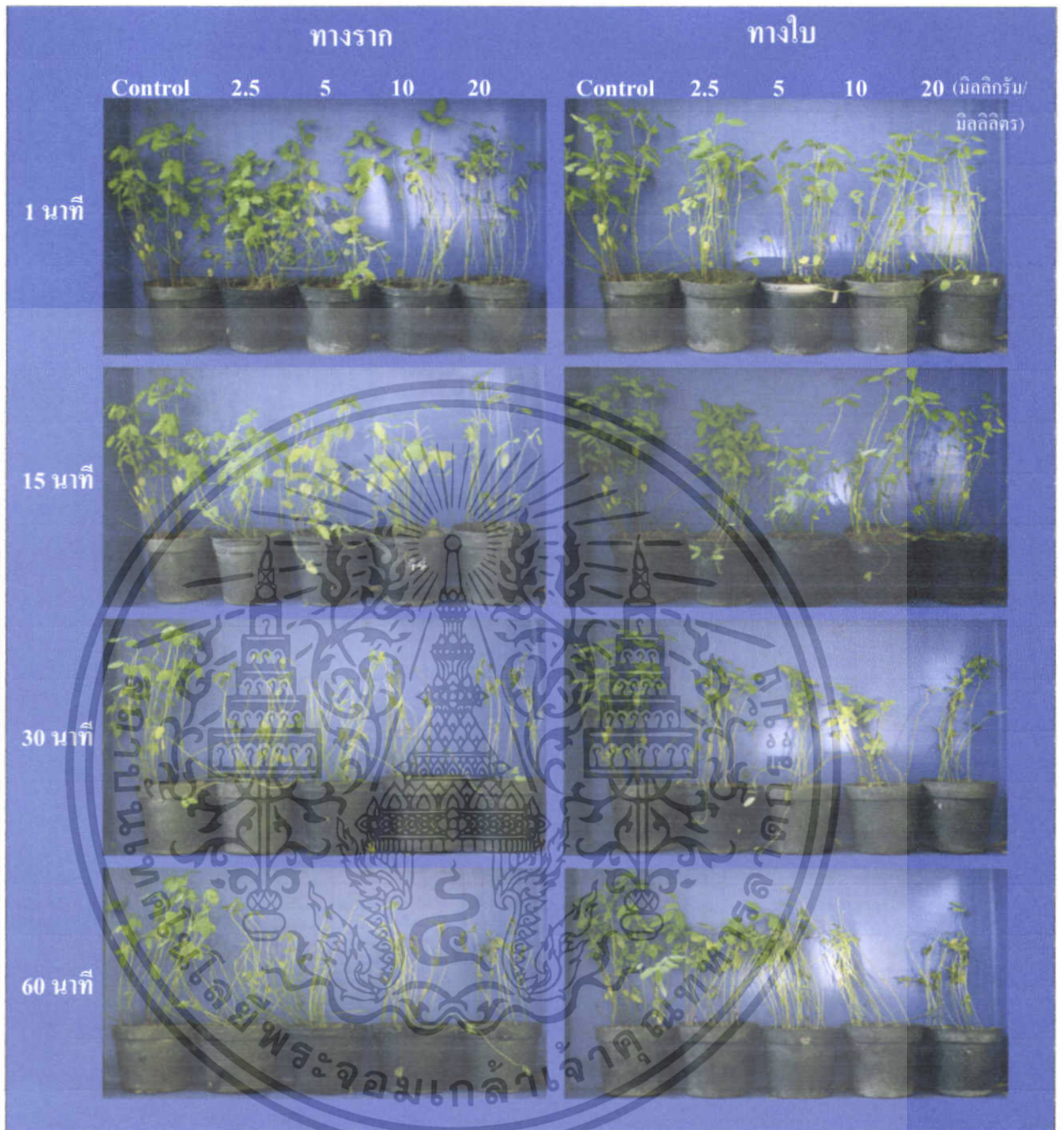
ภาพที่ 4.24 กลไกการทำลายวัชพืชด้วยวิธีทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



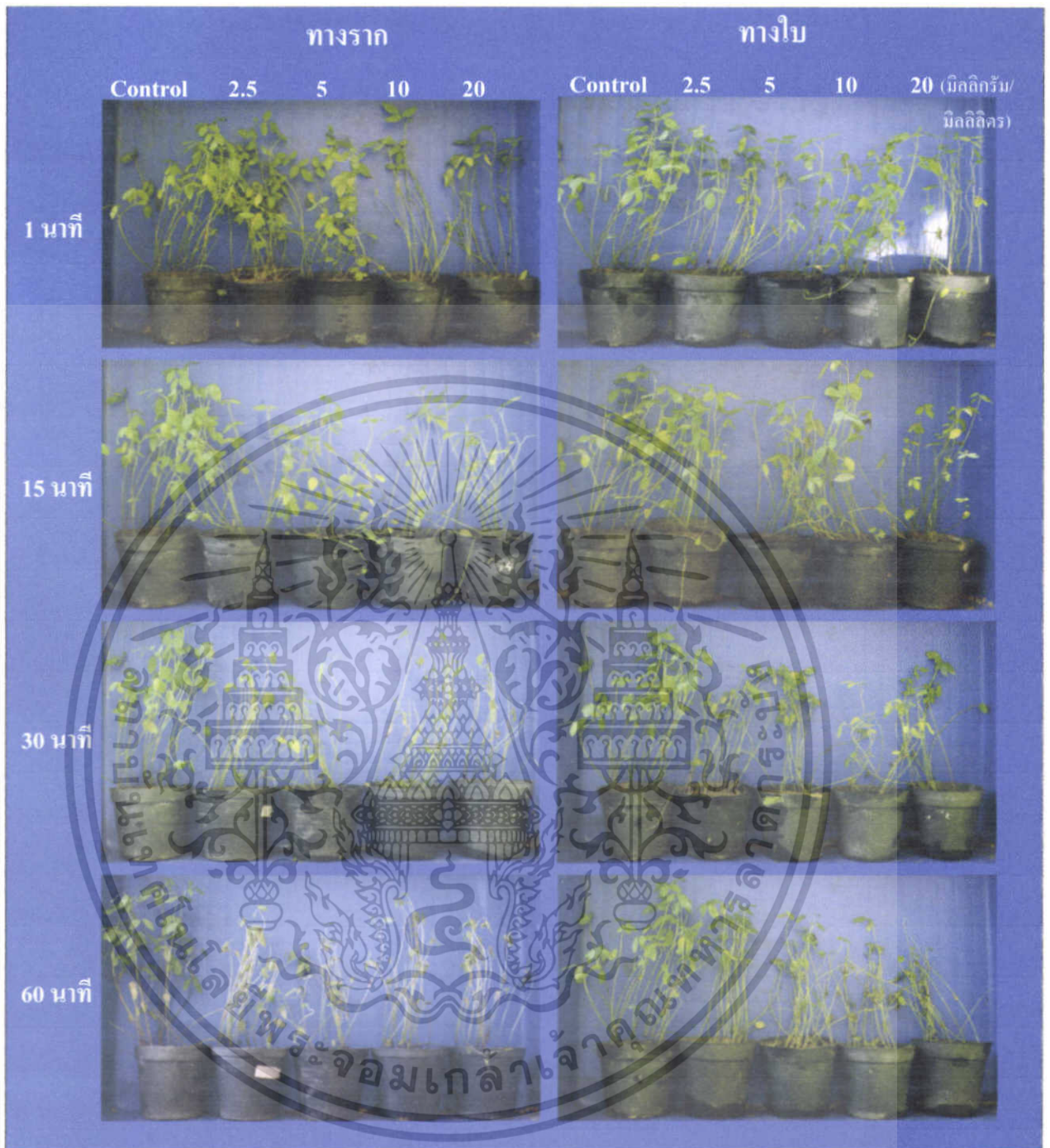
ภาพที่ 4.25 กลไกการทำลายพืชด้วยวิธีทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.26 กลไกการทำลายวัชพืชถั่วฝักยาวทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ N-HSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



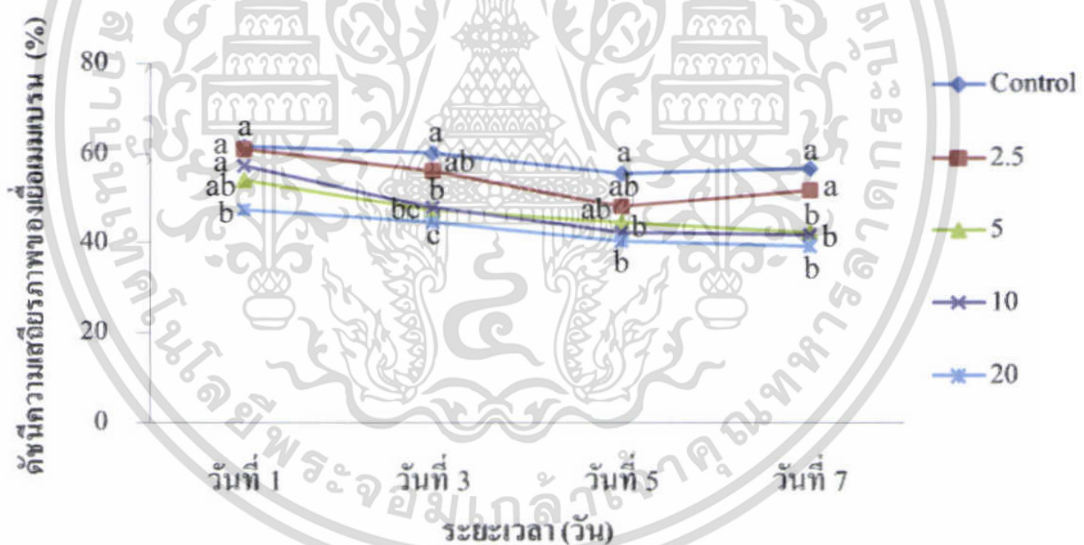
ภาพที่ 4.27 กลไกการทำลายพืชพิษถั่วฝักยาวทางราก และทางใบ จากผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ที่ความเข้มข้นและระยะเวลาที่ต่างกัน (วันที่ 7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6 ผลการทดลองที่ 2.6 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อดัชนีความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรน

หญ้าข้าวนก

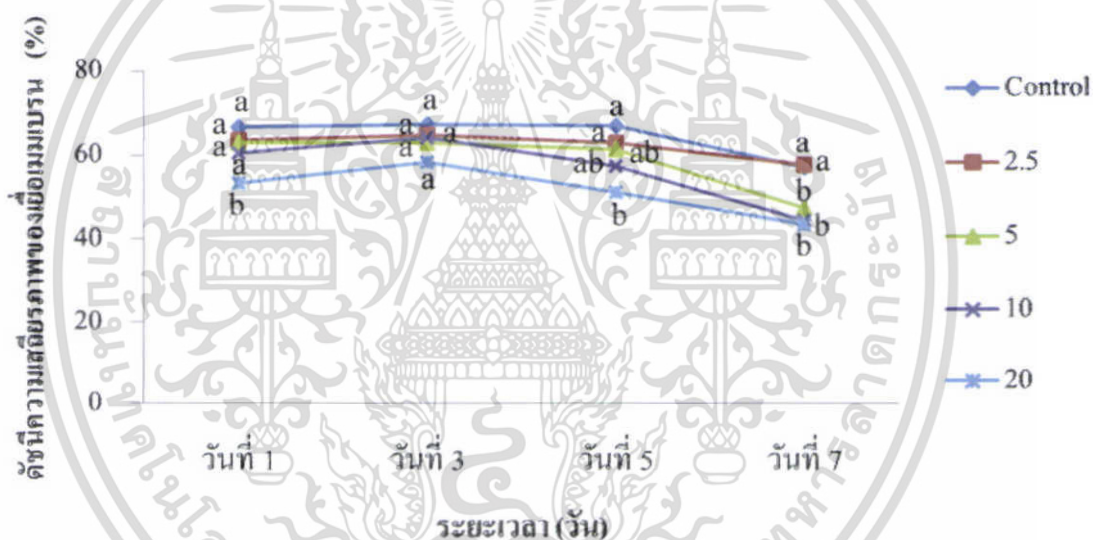
จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรน โดยการแช่กระดางลงพืชทดสอบในผลิตภัณฑ์ NHSJ นาน 1 นาที ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิกรัม วัดผลความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรนหลังจากทดสอบสารเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ค่าดัชนีความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรนของหญ้าข้าวนกลดลง ตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น และลดลงตามระยะเวลาในการวัดผลที่เพิ่มขึ้นด้วย มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิกรัม วันที่ 3, 5 และ 7 วันของการวัดผล และวันที่ 7 มีค่าดัชนีความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรนน้อยที่สุดของแต่ละความเข้มข้น คือ 42.43, 41.71 และ 39.15 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าดัชนีความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรนเท่ากับ 56.71 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.28)



ภาพที่ 4.28 การเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรนในใบหญ้าข้าวนก หลังจากทดสอบสารที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในวันที่เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

ถั่วผี

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรน โดยการแช่กระถางลงพืชทดสอบในผลิตภัณฑ์ NHSJ นาน 1 นาที ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร วัดผลความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนหลังจากทดสอบสารเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ค่าดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนของถั่วผีลดลง ตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น และลดลงตามระยะเวลาในการวัดผลที่เพิ่มขึ้นด้วย มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ตั้งแต่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร ในวันที่ 7 วันของการวัดผล มีค่าดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนน้อยที่สุดของแต่ละความเข้มข้น คือ 47.36, 44.40 และ 43.63 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนเท่ากับ 56.92 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.29)



ภาพที่ 4.29 การเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนในใบถั่วผี หลังจากทดสอบสารที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในวันที่เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

4.2.7 ผลการทดลองที่ 2.7 ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณของ คลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์

หญ้าข้าวนก

คลอโรฟิลล์เอ

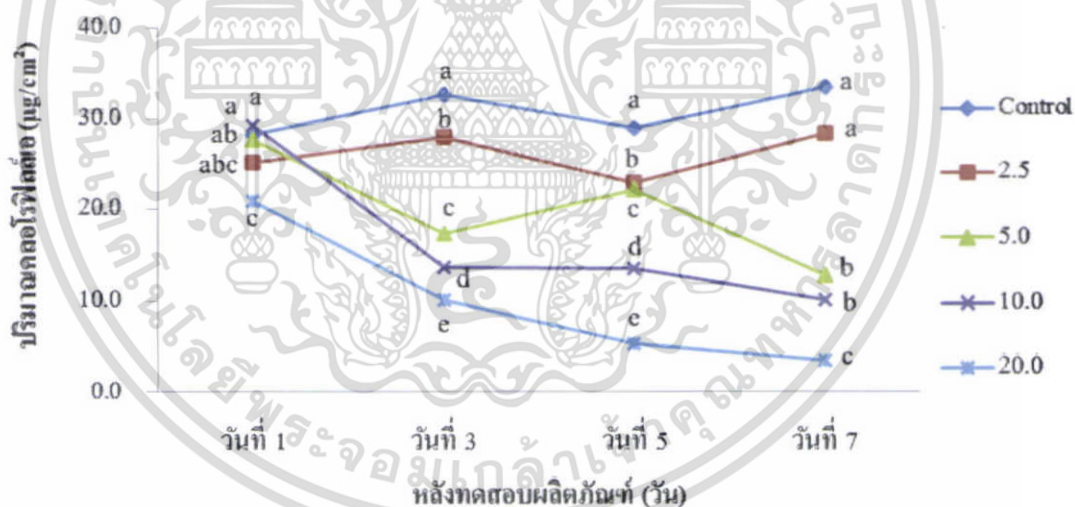
จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณของคลอโรฟิลล์เอ ในใบหญ้าข้าวนก ทดสอบที่ความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร หลังจากทดสอบสารเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่าวันที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอลดลงอย่างชัดเจนตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น คือ 27.91, 17.28, 13.63 และ 10.14 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 32.68 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร วันที่ 5 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของหญ้าข้าวนกทดลองที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเท่ากับ 5.26 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร และวันที่ 7 พบว่าหญ้าข้าวนก ปริมาณคลอโรฟิลล์เอลดลง ที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 12.77, 10.17 และ 3.39 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2.5 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตรลดลงไม่มากคือมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอเท่ากับ 28.37 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตรขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าเท่ากับ 33.53 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 4.30)

คลอโรฟิลล์บี

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณของคลอโรฟิลล์บี ในใบหญ้าข้าวนก ทดสอบที่ความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร หลังจากทดสอบสารเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่าวันที่ 1 ยังไม่เห็นถึงความแตกต่าง แต่วันที่ 3 ปริมาณคลอโรฟิลล์บีเริ่มลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น คือมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีเท่ากับ 9.50, 6.06, 5.20 และ 4.57 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีเท่ากับ 11.24 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร วันที่ 5 ปริมาณคลอโรฟิลล์บีของหญ้าข้าวนกทดลองมาไม่มาก เท่ากับ 7.49, 7.55, 5.32 และ 3.33 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีเท่ากับ 9.97 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร และวันที่ 7 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์บีของหญ้าข้าวนกทดลองมาก ที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 4.68, 4.48 และ 2.08 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร ลดลงไม่มาก คือมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีเท่ากับ 9.57 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตรขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าเท่ากับ 11.36 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 4.31)

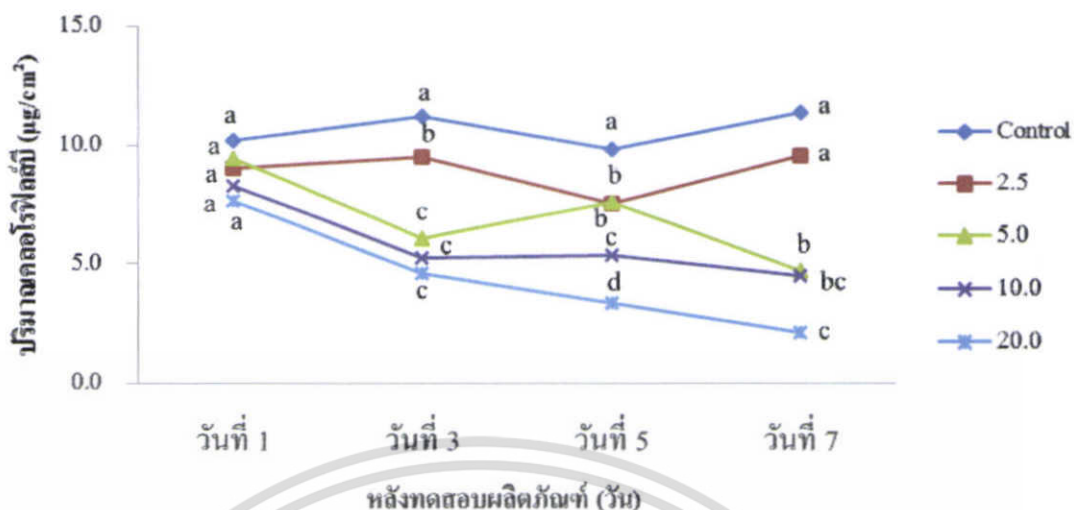
แคโรทีนอยด์

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณของแคโรทีนอยด์ จากใบหญ้าข้าวนก ทดสอบที่ความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร หลังจากทดสอบสารเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่าปริมาณของ แคโรทีนอยด์ของหญ้าข้าวนก วันที่ 1 และวันที่ 3 ยังไม่เห็นถึงความแตกต่าง แต่วันที่ 5 พบว่า ปริมาณแคโรทีนอยด์เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น ตั้งแต่ที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร คือมีปริมาณของแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 7.46, 8.56 และ 15.79 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมและผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่ ระดับความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีปริมาณของแคโรทีนอยด์เท่ากับ 6.29 และ 6.44 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร วันที่ 7 ปริมาณของแคโรทีนอยด์ ของหญ้าข้าวนกเพิ่มขึ้นที่ ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 12.41, 14.67 และ 17.23 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมและผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่ระดับความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์ เท่ากับ 6.40 และ 5.38 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 4.32)

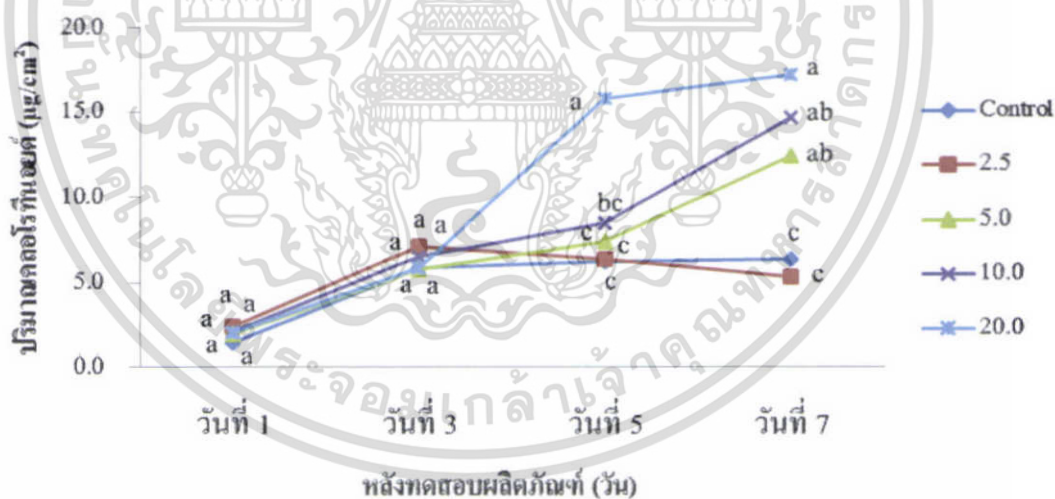


ภาพที่ 4.30 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ในใบหญ้าข้าวนก ที่วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในวันที่เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.31 ปริมาณของคลอโรฟิลล์ในใบกล้วยช้าวอก ที่วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NBSJ รูปแบบ SC เป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในวันที่เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)



ภาพที่ 4.32 ปริมาณของแคโรทีนอยด์ในใบกล้วยช้าวอก ที่วัดได้หลังจกแช่ผลิตภัณฑ์ NBSJ รูปแบบ SC เป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในวันที่เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถั่วฝัก

คลอโรฟิลล์เอ

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณของคลอโรฟิลล์เอ ในใบถั่วฝัก ทดสอบที่ความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร หลังจากทดสอบสารเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่าวันที่ 5 และ 7 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอของถั่วฝัก มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้นและลดลงต่ำที่สุดในวันที่ 7 ของการทดสอบผลิตภัณฑ์ ที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 12.32, 9.71 และ 2.94 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 2.5 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์เอของถั่วฝักเพิ่มขึ้นเท่ากับ 27.92 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าเท่ากับ 33.07 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 4.33)

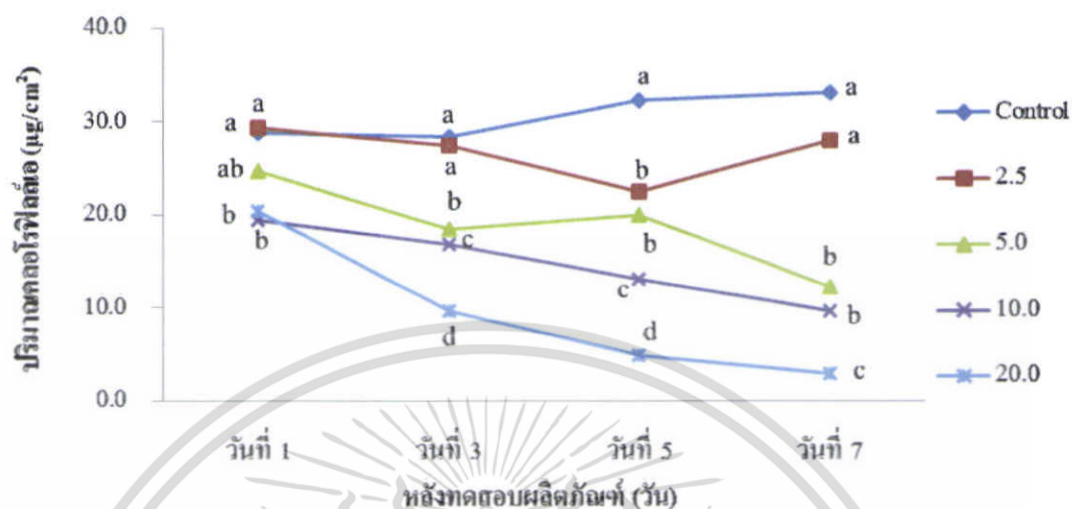
คลอโรฟิลล์บี

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณของคลอโรฟิลล์บี ในใบถั่วฝักทดสอบที่ความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร หลังจากทดสอบสารเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า วันที่ 1 และ 3 ยังไม่เห็นถึงความแตกต่าง แต่วันที่ 5 ปริมาณคลอโรฟิลล์บีเริ่มลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น คือมีปริมาณคลอโรฟิลล์บีเท่ากับ 6.89, 5.32, 4.71 และ 2.73 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์ 10.63 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร และวันที่ 7 พบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์บีของถั่วฝักลดลงมากที่สุด ที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์บีเท่ากับ 1.47 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ขณะที่วิธีการควบคุมมีค่าเท่ากับ 10.35 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร (ภาพที่ 4.34)

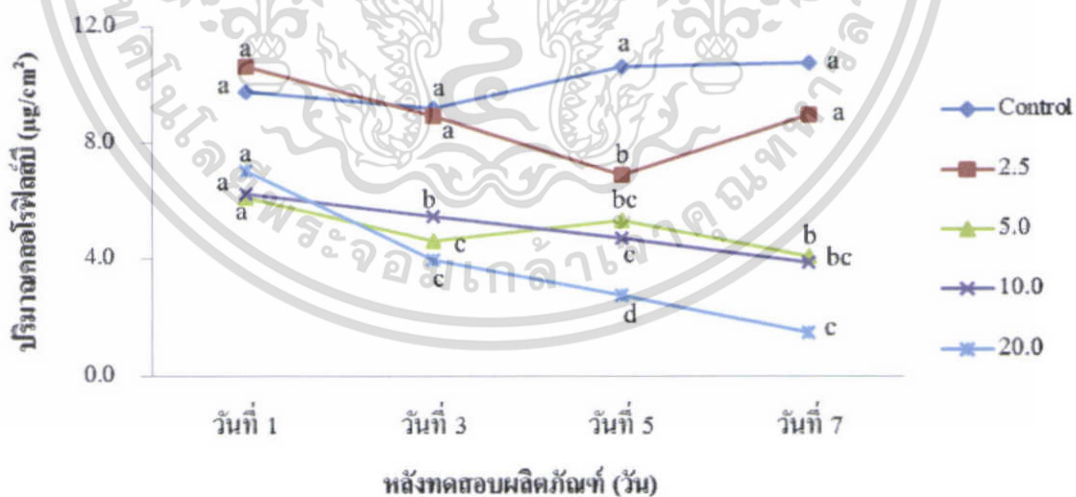
แคโรทีนอยด์

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณของแคโรทีนอยด์ จากใบถั่วฝัก ทดสอบที่ความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร หลังจากทดสอบสารเป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่าปริมาณของแคโรทีนอยด์ของถั่วฝัก ที่ระดับความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร ให้ผลไปในแนวทางเดียวกันคือ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ของถั่วฝักเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มขึ้นสูงสุดในวันที่ 7 คือมีปริมาณแคโรทีนอยด์เท่ากับ 7.21, 7.54 และ 8.99 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ ขณะที่วิธีการ

ควบคุมมีค่าเท่ากับ 2.87 ไมโครกรัม/ตารางเซนติเมตร มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ภาพที่ 4.35)

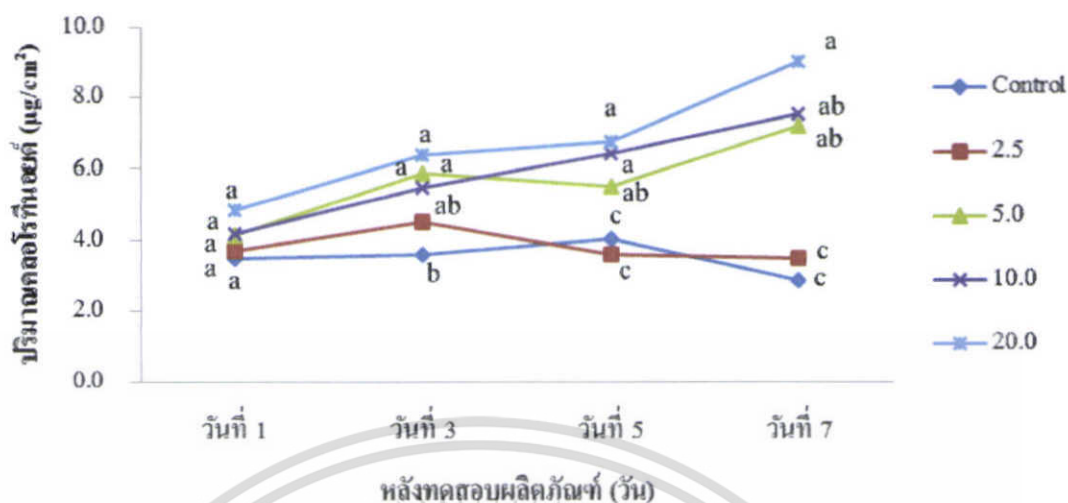


ภาพที่ 4.33 ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอ ในใบข้าวที่วัดได้ หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC เป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในวันที่เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)



ภาพที่ 4.34 ปริมาณของคลอโรฟิลล์บีในใบข้าวที่วัดได้หลังจากทดสอบผลิตภัณฑ์ NJSJ รูปแบบ SC เป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในวันที่เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.35 ปริมาณของแบคทีเรียในใบกล้วยที่วัดได้หลังจากแช่ผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC เป็นเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในวันที่เดียวกันที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยแบบ Turkey's Studentized Range Test ($p=0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1 ศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ

5.1.1 การทดลองที่ 1.1 ศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ WP และรูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

จากการศึกษา พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC สามารถยับยั้งการงอกและความยาวต้น ความยาวรากของพืชทดสอบทั้งหญ้าข้าวนกและถั่วฝัก ได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ WP เนื่องจากมีส่วนประกอบของโซเดียมคลอไรด์ เป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติแตกตัวและละลายในน้ำ ได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ WP เพราะมีการแตกตัวของผลิตภัณฑ์ได้ง่าย พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 8000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกได้ 70 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งการงอกของถั่วฝักได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC สามารถยับยั้งการงอกของถั่วฝักที่เป็นวัชพืชใบเลี้ยงคู่ ได้ดีกว่าหญ้าข้าวนกที่เป็นวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลักษณะการเลือกทำลายวัชพืชใบเลี้ยงคู่ได้ดีกว่าใบเลี้ยงเดี่ยว ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายใบเลี้ยงคู่ได้ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 500 ppm ทั้งความยาวต้นและความยาวรากมีการเจริญเติบโต ได้ดีกว่าวิธีการควบคุม แสดงให้เห็นว่า เมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้นความสามารถในการยับยั้งการงอกและความยาวต้นและรากจะเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ohono *et al.* (2001) ที่พบว่าผลในการยับยั้งการงอกและความยาวรากของ *Sinapis arvensis* จะมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดจาก *Trifolium pratense* เพิ่มขึ้น นอกจากนี้งานวิจัยนี้ยังมีผลสอดคล้องกับรายงานของ Saggese *et al.* (1995) ที่พบว่าสารสกัดจะสามารถแสดงผลยับยั้งได้ดีที่ความเข้มข้นสูง ๆ แต่ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ สารสกัดแสดงผลด้านส่งเสริมได้

5.1.2 การทดลองที่ 1.2 การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ในดินชนิดต่าง ๆ

จากการศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในดินชนิดต่าง ๆ พบว่าในทรายทุกอัตราของผลิตภัณฑ์ สามารถยับยั้งการงอกของพืชทดสอบหญ้าข้าวนกและถั่วฝักได้อย่างสมบูรณ์ รองลงมา คือดินร่วนผสมทราย และดินร่วน ตามลำดับ เนื่องจากในทรายไม่มีการดูดซับ สารเอาไว้ ส่วนในดินจะมีปริมาณของอินทรีย์วัตถุสูง ที่ประกอบด้วย oxides และ hydroxides มีบทบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมการดูดซับของสาร (ทศพล พรพรหม. 2545) ส่วนความยาวรากในดินทั้ง 3 ชนิด และทุกอัตราของผลิตภัณฑ์ ที่ทดสอบสามารถยับยั้งความยาวรากของพืชทดสอบทั้งสองชนิดได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับความยาวต้นของหญ้าข้าวนกและถั่วฝักดงตามความอัตราส่วนผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจาก มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อเจริญ โดยทั่วไปพืชที่มีอายุน้อยจะมีเชื้อเจริญจำนวนมากและมีอัตราการเจริญเติบโตสูง จึงดูดซับโมเลกุลของน้ำ และแร่ธาตุอาหารต่าง ๆ ทางดินไปพร้อมกับผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่สามารถละลายในน้ำได้ดี (รังสิต สุวรรณเขตนิกม. 2547)

5.2 การทดลองที่ 2 การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC

5.2.1 การทดลองที่ 2.1 ศึกษาฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ

ผลการทดสอบฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ NHSJ ต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ คือหญ้าข้าวนกและผักโขมสวน พบว่าการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบมีเปอร์เซ็นต์ลดลงตามระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ที่ระยะเวลาเดียวกัน แต่เมล็ดพืชต่างชนิดกันพบว่าการดูดน้ำของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำมากกว่าผักโขมสวน คือ ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดหญ้าข้าวนกและผักโขมสวนมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 45.11 และ 40.00 เปอร์เซ็นต์ เพราะลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของเปลือกเมล็ดมีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ด เช่น ความหนาของเปลือก ลักษณะผิวสัมผัส นอกจากนี้ปริมาณของช่องว่างในเปลือก การเชื่อมติดกันของเปลือกคัพภะ และคุณภาพของเมล็ดมีผลต่อการดูดเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดเช่นกัน (Perisse and Planchuelo. 2004) เมื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ NHSJ พบว่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบทั้งสองชนิดลดลงตามความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น คือ ที่ระดับความเข้มข้นของสาร 8000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดหญ้าข้าวนกเท่ากับ 35.31 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักโขมสวนเท่ากับ 32.09 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับการทดลองของ Turk *et al.* (2003) ทดสอบสารอัลลีโลพาตี ต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืช สารสกัดจาก black mustard (*Brassica nigra* L.) ความเข้มข้น 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 กรัมต่อกิโลกรัม พบว่าที่ความเข้มข้น 20 กรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการดูดน้ำของเมล็ด wild oat (*Avena fatua* L.) ได้มากที่สุด การดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ เพิ่มขึ้น จึงไม่พบการงอกของเมล็ดทั้งสองชนิดที่ระดับความเข้มข้น 8000 ppm เนื่องจากการดูดน้ำของเมล็ดพืชเกี่ยวข้องกับกระบวนการงอก ทำให้เมล็ดพองตัวขยายขนาดและเพิ่มน้ำหนัก มีผลให้น้ำและออกซิเจนผ่านเข้าไปในเมล็ดได้มากขึ้น เกิดเป็นกระบวนการทางเมตาบอลิซึมภายในเมล็ด น้ำจะเป็นตัวกระตุ้นปฏิกิริยาทางชีวเคมีต่าง ๆ (ลิลลี่ กาวีตะ และคณะ. 2552) และผลิตภัณฑ์ NHSJ อาจมีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบจึงเป็น

สาเหตุทำให้การอุดตันในท่อไซเลม และทำให้สมดุลของน้ำในเซลล์พืชเสียไป ส่งผลกระทบต่อกระบวนการอื่น ๆ ของพืชทดสอบ (Bogdan, 1977)

5.2.2 การทดลองที่ 2.2 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดพืชทดสอบ

จากการศึกษา ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดพืชหญ้าข้าวนกและผักโขมสวน พบว่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของพืชทั้งสองชนิดลดลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้นที่ทดสอบระยะเวลาเดียวกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ซึ่งเมื่อพืชคุณน้ำเข้าไปจะกระตุ้นฮอร์โมนจิบเบอเรลลินมาสร้างเอนไซม์อะไมเลสเพื่อย่อยสลายอาหารที่สะสมอยู่ในเอนโดสเปิร์มจนเกิดการงอก (วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2538) จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์ NHSJ ไปรบกวนกระบวนการงอกของเมล็ดพืชหญ้าข้าวนกและผักโขมสวนในการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส ซึ่งการทดลองนี้ได้สอดคล้องกับการทดลองของ Kato-Noguchi and Macias (2005) ซึ่งรายงานว่า 6-methoxy-2-benzoxazolinone (MBOA) มีผลในการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดผักกาดหอม ทำให้กิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสลดลงตามความเข้มข้นของสาร MBOA ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากสารมีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ด เมื่อเมล็ดคุณน้ำได้น้อยลงทำให้การเกิดกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Da *et al.* (2007) กล่าวว่าฮอร์โมนส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชเป็นอย่างมาก โดย allelochemicals เช่น scopoletin แทนนิน ไปลดกิจกรรมของกรดอะซิติก (IAA) และจิบเบอเรลลิน

5.2.3 การทดลองที่ 2.3 การศึกษาผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

จากการศึกษา ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในเมล็ดพืชหญ้าข้าวนกและผักโขมสวนเนื่องจากในกระบวนการงอกของเมล็ด เมื่อเมล็ดมีการดูดน้ำเข้าสู่ภายในเมล็ด เอ็มบริโอจะมีการผลิตฮอร์โมนจิบเบอเรลลินลำเลียงไปยังชั้นอะเลอโรน และกระตุ้นให้เซลล์อะเลอโรน สร้างเอนไซม์อะไมเลส และ hydrolytic อื่นหลายตัวแล้วเอนไซม์เหล่านี้จะถูกส่งออกมาย่อยสลายอาหารที่สะสมอยู่ในเอนโดสเปิร์ม แล้วอาหารที่ย่อยได้จะถูกลำเลียงไปเลี้ยงเอ็มบริโอต่อไป (วันชัย จันทร์ประเสริฐ, 2538) เมื่อผลิตภัณฑ์ NHSJ ไปยับยั้งกระบวนการสร้างฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน จึงทำให้เมล็ดพืชทดสอบไม่สามารถสร้างเอนไซม์อะไมเลสได้

5.2.4 การทดลองที่ 2.4 การศึกษาผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ และนิวคลีโอไลต์ ในปลายรากหอมหัวใหญ่

จากการศึกษา ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมหัวใหญ่ พบว่าดัชนีการแบ่งเซลล์ลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ รบกวนกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และส่งผลให้จำนวนเซลล์ที่เข้าสู่ระยะไมโทติสลดลง การลดลงอาจมีสาเหตุมาจากผลิตภัณฑ์ NHSJ ยับยั้งการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ หรือยับยั้งการสังเคราะห์โปรตีนที่จำเป็นต่อการแบ่งเซลล์ (Schulze and Kirscher. 1986) ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติรวมลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.6) อาจเนื่องมาจากเซลล์ที่เข้าสู่ในระยะไมโทติสลดลง จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความผิดปกติของเซลล์ที่พบลดลงตามไปด้วย อิทธิพลของผลิตภัณฑ์ NHSJ ทำให้เกิดลักษณะความผิดปกติของโครโมโซม คือ เกิดการหดสั้นและหดตัวอัดกันแน่นของโครโมโซมมากกว่าปกติ และรบกวนการจัดเรียงตัวของไมโครทิวบูล (microtubule) ซึ่งส่งผลต่อการสร้างสายใยสปินเดิล เกิดความผิดปกติของการหดตัวของโครโมโซม ซึ่งเกี่ยวข้องกับโครมาตินที่เกิดจากการรวมตัวกันของดีเอ็นเอ โปรตีนฮิสโตน และโปรตีนที่ไม่ใช่ฮิสโตน (อมรา คัมภีรานนท์. 2540; Sumner. 2003) ที่สำคัญอาจเป็นสาเหตุในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ได้ ส่วนเปอร์เซ็นต์ที่นับได้รวมถึงพื้นที่ของนิวคลีโอไลต์ลดลงตามจำนวนและความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8) ภายในนิวเคลียสสามารถมองเห็นนิวคลีโอไลต์ได้ชัดเจนที่สุด มักพบในระยะอินเทอร์เฟส (Dervan *et al.* 1989) ซึ่งนิวคลีโอไลต์เป็นองค์ประกอบของนิวเคลียส เป็นแหล่งสะสมพลังงานของเซลล์ทั้งหมด และจำเป็นต่อการสังเคราะห์ ribosomal ในการถอดรหัสทางพันธุกรรม (Derenzini *et al.* 1990) จึงนับว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของเซลล์ เนื่องจากสามารถควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ได้ทั้งหมด มีความสำคัญมากต่อกระบวนการแบ่งเซลล์และการสืบพันธุ์ โดยมีความสัมพันธ์กับออร์แกเนลล์ต่างๆ (ถัดดา เอกสมทราเมษฐ์. 2547) นอกจากนี้ยังพบว่าสารพวก อัลลิโลพาที สามารถทำลายโครงสร้างในการพัฒนาของเซลล์ (Romagni *et al.* 2000) ข้อมูลจากการศึกษาเซลล์พันธุศาสตร์โดยใช้หอมหัวใหญ่เป็นพืชทดสอบ เป็นวิธีที่สามารถบ่งชี้ถึงคุณสมบัติของสารออกฤทธิ์ที่เป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxin) ส่งผลให้เซลล์หยุดการเจริญเติบโตหรือทำให้เซลล์ตายได้ และสามารถบ่งชี้ถึงสารที่มีความสามารถทำปฏิกิริยากับสารพันธุกรรม และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือทำลายดีเอ็นเอ ซึ่งเป็นการชักนำที่อาจนำไปสู่การกลายพันธุ์ และการเกิดโรคมะเร็ง สารที่มีคุณสมบัตินี้เรียกว่า genotoxin (Granier *et al.* 2007) เพื่อประเมินความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิต

5.2.5 การทดลองที่ 2.5 การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ทางราก และทางใบ

จากการศึกษา กลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ทางรากและทางใบ ต่อเปอร์เซ็นต์การรอด น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวนกและถั่วฝัก ที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 1, 15, 30 และ 60 นาที โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม ที่ระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ มีประสิทธิภาพในการทำลายทางรากได้ดีกว่าทางใบ เป็นทางเลือกใหม่ในการใช้สารสกัดจากธรรมชาติมากำจัดวัชพืช (จรรยา มณีโชติ. 2544) โดยสามารถยับยั้งการรอดในพืชทดสอบทั้ง 2 ชนิดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร ที่ระยะเวลา 30 และ 60 นาที ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการรอดเท่ากับ 0 และมีน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งเท่ากับ 14.49 และ 2.02 กรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

5.2.6 การทดลองที่ 2.6 การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรน

จากการศึกษา ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรน ของหญ้าข้าวนกและถั่วฝัก ที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิลิตร เป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่าในวันที่ 3, 5 และ 7 หลังจากที่พืชทดสอบได้รับผลิตภัณฑ์ NHSJ มีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ซึ่งมีการศึกษาดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนใน ไม้คัดดอก พบว่าเมื่อพืชได้รับสาร ดัชนีความเสถียรภาพของไม้คอกลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น เป็นตัวชี้วัดความมั่นคงหรือการเสื่อมสลายของเยื่อหุ้มเมมเบรนในเซลล์ (Yamane *et al.* 1993) นอกจากนี้ อายุของพืชยังมีผลต่อการรั่วไหลของประจุไฟฟ้า และดัชนีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรน จากการทดลองของ Lutts *et al.* (1996) และ Kaya *et al.* (2002) พบว่าปริมาณการสูญเสียประจุไฟฟ้าจากเซลล์พืชทดสอบ คือ ข้าว สตรอเบอร์รี่ และแตงกวามีปริมาณเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเกลือที่เพิ่ม และพบว่าใบพืชที่มีอายุแก่จะมีความเสถียรภาพของเยื่อหุ้มเมมเบรนมากกว่าใบพืชที่มีอายุน้อย

5.2.7 การทดลองที่ 2.7 ศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณของ คอโรฟีลด์ และแคโรทีนอยด์

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณคอโรฟีลด์เอและบี ของหญ้าข้าวนกและถั่วฝัก พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ สามารถยับยั้งปริมาณคอโรฟีลด์ตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณแคโรทีนอยด์มีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิกรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม สอดคล้องกับรายงานวิจัย ของ Kaushik and Inderjit (2006) เกี่ยวกับการสังเคราะห์คอโรฟีลด์ และแคโรทีนอยด์ในต้นถั่วเขียว (*Phaseolus aureus* Roxb.) ที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชที่ต่างกัน พบว่าสารกำจัดวัชพืช isoxaflutole สามารถยับยั้งการสังเคราะห์คอโรฟีลด์ และแคโรทีนอยด์ได้ ทำให้เกิดความเสียหายระดับเซลล์ สรีรวิทยา โครงสร้างของใบถูกทำลาย และยังไปมีผลต่อการยับยั้งความสูงของต้นด้วย



บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

6.1 สรุปผลการทดลอง

การศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ ระหว่างรูปแบบ WP และรูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

จากการศึกษา รูปแบบของผลิตภัณฑ์ NHSJ ระหว่างรูปแบบ WP และรูปแบบ SC ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ ได้ดีกว่ารูปแบบ WP และพบว่าผลิตภัณฑ์รูปแบบ SC สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วฝักยาวได้ดีกว่าถั่วฝักยาวอื่น เมื่อเทียบกับที่ระดับความเข้มข้นเดียวกับแสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ แสดงผลยับยั้งวัชพืชใบเลี้ยงคู่ได้ดีกว่าใบเลี้ยงเดี่ยว ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชแบบเลือกทำลายใบเลี้ยงคู่ได้

การศึกษาประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ในดินชนิดต่าง ๆ

จากการศึกษา ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ในดินชนิดต่าง ๆ พบว่าในทรายที่ระดับความเข้มข้น 0.16 กรัม สารออกฤทธิ์/จานทดลอง สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชทั้งสองชนิดได้อย่างสมบูรณ์ อาจเนื่องมาจากในทราย ไม่มีการดูดซับสารไว้ ส่วนในดินจะมีปริมาณของอินทรีย์วัตถุมีบทบาทในการควบคุมการดูดซับของสาร นอกจากนั้นผลิตภัณฑ์ NHSJ สามารถยับยั้งการงอกของถั่วฝักซึ่งเป็นวัชพืช ใบเลี้ยงคู่ได้ดีกว่าถั่วฝักซึ่งเป็นวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีลักษณะการเลือกทำลายวัชพืชใบเลี้ยงคู่ดีกว่าใบเลี้ยงเดี่ยว จึงนับว่าเป็นแนวทาง หรือทางเลือกหนึ่งในการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์ NHSJ เพื่อพัฒนาเป็นสารกำจัดวัชพืชจากธรรมชาติที่สามารถนำไปใช้ได้จริงทางการเกษตร

การศึกษาฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ

จากการศึกษา ผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ พบว่าเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดถั่วฝักยาวและฝักโคมสวนลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้นในระยะเวลาในการทดสอบเดียวกัน เมื่อเทียบกับวิธีการควบคุม ที่เวลา 48 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดถั่วฝักยาวที่ทดสอบในผลิตภัณฑ์ NHSJ ทุกระดับความเข้มข้น มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ส่วนเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดฝักโคมสวนที่เวลา 24 ชั่วโมง ให้ผลเช่นเดียวกับการทดสอบในเมล็ดถั่วฝักยาว คือที่ผลิตภัณฑ์ NHSJ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุกระดับความเข้มข้น มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม เมล็ดพืชทั้ง 2 ชนิดมีเปอร์เซ็นต์การคุดน้ำไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับสรีรวิทยาของเมล็ดพืชนั้น

การศึกษาผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดพืชทดสอบ

จากการศึกษา ผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดพืชทดสอบ พบว่ากิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดหญ้าข้าวนกและผักโขมสวนลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้นและตามระยะเวลาทดสอบที่เพิ่มขึ้น กิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้น 2000-8000 ppm มีความแตกต่างกับวิธีการควบคุม ส่วนเมล็ดผักโขมสวนที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ทุกระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ มีกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส แตกต่างกับชุดควบคุม

การศึกษาผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน

จากการศึกษา ผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งฮอร์โมนจิบเบอเรลลินในเมล็ดพืชทดสอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ สามารถยับยั้งการสร้างฮอร์โมนจิบเบอเรลลิน ที่มีความสำคัญต่อกระบวนการงอกของเมล็ดพืชทดสอบได้

การศึกษาผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ และนิวคลีโอติส

จากการศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมหัวใหญ่ พบว่าดัชนีการแบ่งเซลล์ลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น และส่งผลให้จำนวนเซลล์ที่เข้าสู่ระยะไมโทติกลดลง ความผิดปกติของเซลล์ที่พบลดลงตามไปด้วย เกิดลักษณะความผิดปกติของโครโมโซม 2 ลักษณะ คือ เกิดการหดตัวอัดกันแน่นของโครโมโซมมากกว่าปกติ และรบกวนการจัดเรียงตัวของไมโครทิวบูลส่งผลต่อการสร้างสายใยสปินเดิล ส่วนเปอร์เซ็นต์ที่นับได้รวมถึงพื้นที่ของนิวคลีโอติสลดลงตามจำนวนและความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับวิธีการควบคุม

การศึกษากลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ทางราก และ ทางใบ

จากการศึกษา กลไกการทำลายวัชพืชของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ทางรากและทางใบ พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ มีประสิทธิภาพในการทำลายทางราก ได้ดีกว่าทางใบ และสามารถยับยั้ง

การรอดในพีชทดสอบทั้ง 2 ชนิดได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิกรัม ที่ระยะเวลา 30 และ 60 นาที ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการรอดเท่ากับ 0 และมีน้ำหนักสดน้ำหนักแห้งเท่ากับ 14.49 และ 2.02 กรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อดัชนีความเสถียรภาพของเชื้อหุ้ม

เมมเบรน

จากการศึกษา ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อดัชนีความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรน ของหญ้าข้าวนกและถั่วฝัก ที่ระดับความเข้มข้น 2.5, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิกรัม เป็นระยะเวลา 1, 3, 5 และ 7 วัน โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่าในวันที่ 3, 5 และ 7 หลังจากพีชทดสอบได้รับผลิตภัณฑ์ NHSJ มีความเสถียรภาพของเชื้อหุ้มเมมเบรนลดลงตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

การศึกษาผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ และแคโรทีนอยด์

จากการศึกษา ผลของผลิตภัณฑ์ NHSJ รูปแบบ SC ต่อการยับยั้งปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบี ของหญ้าข้าวนกและถั่วฝัก พบว่าผลิตภัณฑ์ NHSJ สามารถยับยั้งปริมาณคลอโรฟิลล์ตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ NHSJ ที่เพิ่มขึ้น ที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิกรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม ส่วนปริมาณแคโรทีนอยด์มีค่าเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้น ที่ระดับความเข้มข้น 5-20 มิลลิกรัม สารออกฤทธิ์/มิลลิกรัม มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ควรมีการศึกษาถึงกลไกการทำลายวัชพืช ของผลิตภัณฑ์ NHSJ ในด้านอื่น ๆ

6.2.2 ควรมีการศึกษาถึงสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ NHSJ เพื่อประสิทธิภาพในการป้องกันและกำจัดวัชพืช

บรรณานุกรม

- กนกพร ช้างแสวก จันทณี สนธิ มณฑินี ชีรารักษ์ พัทธนี เจริญยิ่ง และจำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2552. “ผลทางอัลลีโลพาตีของสารสกัดจากพุทธรชาติด้านแดงต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ของหอมหัวใหญ่.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 40(3) ฉบับพิเศษ: 423-426.
- เกษร นันทจิต. 2545. “ฤทธิ์ด้านจุลชีพของใบขันทองพยาบาท (*Gelonium multiflorum* A. Juss).” เชียงใหม่: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ขัตติยา ฉลาดถ้ำ และ รัฐพล ศรีประเสริฐ. 2548. “ศักยภาพของสารสกัดหยาบจากมะตาด (*Dillenia indica* L.) ต่อการเจริญของแบคทีเรีย.” กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสถาบันราชภัฏจันทรเกษม.
- จรรยา มณีโชติ. 2544. “อัลลีโลพาตี ทางเลือกใหม่สำหรับควบคุมวัชพืช.” วารสารวิทยาการวัชพืช. 17-25.
- เฉลิมชัย วงศ์วัฒน์. 2541. “การศึกษาเบื้องต้นถึงผลของสารสกัดจากต้นชะพลู และสระระแหง ที่มีต่อความงอกและการเจริญของต้นกล้าของพืชบางชนิด.” วิทยาสารวัชพืช. 1: 56-64.
- ชวนพิศ แดงสวัสดิ์. 2544. **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์พัฒนาศึกษา. กรุงเทพฯ. 380 หน้า.
- คารารัตน์ มณีจันทร์. 2546. “ผลทางอัลลีโลพาตีของสารสกัดด้วยน้ำจากใบพืชสกุลมะลิ.” ปัญหาพิเศษปริญญาโท สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- คารารัตน์ มณีจันทร์ วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2546. “การเปรียบเทียบผลของสารสกัดด้วยน้ำจากส่วนต่างๆ ของพุทธรชาติด้านแดงต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ.” ใน เรื่องเติมการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 41. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน. วันที่ 3-7 ก.พ., กรุงเทพฯ. หน้า 304 - 310.
- ทศพล พรพรหม. 2545. **สารกำจัดวัชพืช : หลักการและกลไกการทำลาย**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนัชสิทธิ์ พูนไพบุลย์พิพัฒน์. 2551. “ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชจากสารสกัดใบประยงค์ ใบมะลิลำซ้อน และใบพุทธรชาติด้านแดงต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ.” ปัญหาพิเศษ สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ วีรวัดน์ กำหนัก จำรูญ เล้าสินวัฒนา และพัชนี เจริญยิ่ง. 2551. “ศักยภาพของพุทธรชาติดีกันแดงในการใช้เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติกำจัดวัชพืช.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 40(3) ฉบับพิเศษ: 177-180.
- ธวัชชัย รัตนขลเศ. 2540. เทคโนโลยีสารกำจัดวัชพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ริ้วเขียว.
- ธีรารัตน์ แซ่มชัยพร. 2546. “ผลทางอัลลีโลพาทีของพืชบางชนิดในสกุลไม้อบเชย.” ปรินญา นิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต (ชีววิทยา). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.
- นที ชาวนา และ สุภาณี พิมพ์สมาน. 2547. “พิษสัมผัสตายของน้ำมันระเหยง่ายจากผักพื้นบ้านต่อด้วงถั่วเขียว (*Callosobuchus maculatus* (F.)).” วารสารวิทยาศาสตร์ กษต. 35: 287-290.
- ปฎิมา หวานแก้ว. 2545. “ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากใบมะฮอกกานีต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าพืชบางชนิด”. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน บัณฑิตวิทยาลัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- พรชัย เหลืองอากาศพงษ์. 2540. วัชพืชศาสตร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ลินคอร์น.
- พัชนี เจริญยิ่ง จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ วีรัตน์ ภูวิวัฒน์. 2551. “การแยกสารอัลลีโลพาทีจากใบพุทธรชาติดีกันแดง.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3) พิเศษ: 492-495.
- ยุวรงค์ จันทรวิจิตร. 2550. “ปัญหาและความต้องการเกี่ยวกับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร.” วารสารพยาบาลสาร. 34(1): 154-163.
- รังสิต สุวรรณเขตนิกม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช : กลไกการเข้าทำลาย. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รัชณี เก่าเจริญ. 2530. “พิษฉับพลันจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์.” วารสารวิทยาศาสตร์. 41(9): 543-548.
- ลัดดา เอกสมทราเมษฐ์. 2547. ชีววิทยาของเซลล์. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์โอเคเนชั่นสโตร์.
- ลิลลี่ กาวีตะ มาลี ณ นคร ศรีสม สุวรรณวงศ์ และสุริยา ดันติวิวัฒน์. 2552. สรีรวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันชัย จันทรประเสริฐ. 2538. สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 213 หน้า.

- วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ คารารัตน์ มณีจันทร์. 2547. “ผลทางอัลติโลพาทีของ สารสกัดที่แยกด้วยวิธี Solvent Partitioning จากใบพุทธรักษาที่ก้านแดงต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนก.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 35 ฉบับพิเศษ: 223-226.
- วิระชัย ทองศรี วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2548. “การควบคุมเชื้อรา *Colletotrichum* โดยใช้สารสกัดเมทานอลจากใบพุทธรักษาที่ก้านแดง.” ใน การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 5. วันที่ 26-29 เม.ย., ชลบุรี.
- สิรินุช ลามศรีจันทร์ นวลฉวี รุ่งชนเกียรติ อรุณี วงศ์ปิยะสถิตย์ และ สุมินทร์ สมุทรกุลปดี. 2527. “การทดสอบความเป็นพิษต่อกรรมพันธุ์ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 3(3): 23-35.
- สันต์ ละอองศรี. 2551. “การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ใบชาสด.” วารสารวิทยาศาสตร์การเกษตร. 39(3) ฉบับพิเศษ: 178-181.
- สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. *สารวิทยาของพืช*. จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ. 252 หน้า.
- สมศักดิ์ วังโน. 2528. *จุลินทรีย์และกิจกรรมในดิน*. บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด กรุงเทพฯ. 193 หน้า.
- สมศักดิ์ อภิสัทธาวิช และ สุนน มาสุรน. 2543. “การศึกษาโครโมโซมพืชด้วยการย่อยเซลล์.” วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 54(3): 178-183.
- สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2553. “รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2553.” กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2552. “ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารกำจัดวัชพืช ปี 2552.” [online]. Available : <http://www.oae.go.th/factor/PestNew.htm>. 22/06/2553.
- ศุภชัย เมฆธน. 2535. “สารพิษกำจัดศัตรูพืช ทิศทางและแนวโน้มในอนาคต.” วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. 2(1): 21-24.
- อมรา คัมภีรานนท์. 2540. *พันธุศาสตร์ของเซลล์*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 253 หน้า.
- อฤชกร พงษ์ไสว. 2541. *ไม้เลื้อยประดับ*. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพฯ. 240 หน้า.
- อุดมลักษณ์ อุ่ณจิตต์วรธนะ. 2536. “ผลกระทบจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช.” ข่าวสารวัดภูมิพิษ. 15(2): 55-57.
- Abdul-Rahman, A. and Habib, S.A. 2005. “Allclopatic Effect of Alfalfa (*Medicago Sativa*) on Bladygrass (*Imperata cylindria*).” (Online).

- Anderson, W.P. 1996. **Weed Science: Principles and Application**. 2nd edition. St. Paul: West Publishing Company.
- Amaral, M.J.J. 2002. "The Endocrine Disruptors: a Major Medical Challenge." **Food and Chemical Toxicology**. 40: 781-788.
- Ashton, F.M. and Crafts. A.S. 1981. **Mode of Action of Herbicides**. 2nd edition. Journal Wiley and Sons. New York. Barry and Pallett. 525 p.
- Batish, D.R., Singh, H.P., Kohli, R.K. and Kaur, S. 2001. "Crop Allelopathy and Its Role in Ecological Agriculture." **Journal of Crop Production**. 4: 121-161.
- Battu, R.S., Singh, B. and Kang, B.K. 2004. "Contamination of Liquid Milk and Butter With Pesticide Residues in the Ludhiana District of Punjab State" **Indian Ecotoxicology Environmental Safety**. 59: 324-331.
- Barkosky, R.R. and Einhellig, F.A. 1993. "Effects of Salicylic Acid on Plant Water Relationships." **Journal of Chemical Ecology**. 19(2): 237-247.
- Barkosky, R.R., Butler, J.L. and Einhellig, F.A. 1999. "Mechanisms of Hydro-Quinone Induced Growth Reduction in Leafy Spurge." **Journal of Chemical Ecology**. 25(7): 1611-1621.
- Baziramckenga, R., Nlcroux, G.D. and Simard, R.R. 1997. "Allelopathic Effects of Phenolic Acids on Nucleic Acid and Protein Levels in Soybean Seedlings." **Canadian Journal of Botany**. 75(3): 445-450.
- Bogdan, G. P. and Grodzinsky, A. M. 1974. "Role of Sulfhydryl Groups in Protective Reactions of Plants During Allelopathic Damage." **Ukrainian Journal of Botany**. 30: 771-778. (in Ukrainian with a Russian and English summary).
- Bogdan, G.P. 1977. "Mutual Effect of Couch Grass and Cultivated Plants in Phytocenoses." In: Grodzinsky A M (ed.). **Interactions of Plants and Microorganisms in Phytocenoses**. Kiev : Naukova Dumka. 36-43. (in Russian with an English summary).
- Chon, S.U., Jang, H.G., Kim, D.K., Kim, Y.M., Boo, H.O. and Kim, Y.J. 2005. "Allelopathic Potential in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Plant." **Scientia Horticulturae**. 106: 309-317.

- Cornes, D. 2005. "Callisto a Very Successful Maize Herbicide Inspired by Allelochemistry." In : Proceedings of the 4th World Congress on Allelopathy, Establishing the Scientific Base. Wagga Wagga. 21-26 Aug. New South Wales. Australia.
- Craft, A.S. 1975. **Modern Weed Control**. University of California Press., Berkely, CA, USA.
- De L.G., Ming, J.L. and Wen, L.X. 2007. "Research Advances in Allelopathy of *Quercus* L." **Forestry Studies in China**. 9(4): 287-294.
- Derenzini, M., Pession, A., Trere, D., 1990. "Quantity of Nucleolar Silver-Stained Proteins is Related to Proliferating Activity in Cancer Cells." **Laboratory Investigation**. 63: 137-140.
- Dervan, P.A., Gilmartin, L.G., Loftus, B.M., Carney, D.N., 1989. "Argyrophilic Nucleolar Organizer Regions (AgNORs) in Breast Lesions." **Journal of the Indian Medical Association**. 95(9): 492-498.
- Djurdjeric, L., Dinic, A., Pavlovic, P., Mitroric, M., Karadzic, B. and Tesevic, V. 2004. "Allelopathic Potential of *Allium ursinum* L." **Biochemical Systematics and Ecology**. 32: 533-544.
- Duke, S.O. and Lydon, J. 1993. "Natural Phytotoxins as Herbicides." **American Chemical Society**. 9: 110-124.
- Einhellig, F.A. and Kuan, L. 1971. "Effects of Scopoletin and Chlorogenic Acid on Stomatal Aperture in Tobacco and Sunflower." **Bulletin of the Torrey Botanical Club**. 98(3): 155-162.
- Einhellig, F.A. 2002. **The Physiology of Allelochemical Action : Clues and Views**. In: Allelopathy, from Molecules to Ecosystems. Reigosa, MJ and N. Pedrol (Eds.), Science Publishers, Enfield, New Hampshire.
- Fitter, A. 2003. "Making Allelopathy Respectable". **Science**. 301: 1337-1338.
- Gabara, B., Krajewska, M., and Stecka E. 1995. "Calcium Effect on Number Dimension and Activity of Nucleoli in Cortex Cells of Pea (*Pisum sativum* L.) Roots after Treatment with Heavy Metals." **Plant Science**. 111: 153-161.
- Glinwood, R., Ninkovic, V. and Petterson, J. 2004. "Barley Expose to Aerial Allelopathy From Thistles (*Cirsium* spp.) Becomes Less Acceptable to Aphids." **Ecological Entomology**. 29: 188-195.

- Granier, C., Cookson, S.J., Tardieu, F., Muller, B., 2007. **Cell Cycle and Environmental Stresses**. *Annual Plant Reviews*. 32: 336-355.
- Hejl, A.M., Einhellig, F.A. and Rasmussen, J.A. 1993. "Effects of Juglone on Growth, Photosynthesis and Respiration." *Journal of Chemical Ecology*. 19(3): 559-568.
- He, H.Q., Lin, W.X., Liang, Y.Y., Song, B.Q., Ke, Y.Q., Guo, Y.C. and Liang, K.J. 2005. "Analyzing the Molecular Mechanism of Crop Allelopathy by Using Differential Proteomics." *Acta Ecologica Sinica*. 25(12): 3141-3145 (in Chinese with an English Abstract).
- Hipkins, M.F. and Baker, N.R. 1986. "Photosynthesis : Energy Transduction : a Practical Approach." IRL press. Oxford. 103-141.
- Inderjit, S. and Duke, S.O. 2005. "Ecophysiological Aspects of Allelopathy." *Planta*. 217: 529-639.
- Iqbal, Z., Furubayashi, A. and Fuji, Y. 2004. "Allelopathic Effect of Leaf Debris, Leaf Aqueous Extract and Rhizosphere Soil of *Ophiopogon japonicus* Ker - Gawler on the Growth of Plants." *Weed Biology and Management*. 4: 43-48.
- Kaya, C., Ak, B.E., Higgs, D. and Murillo-Amador, B. 2002. "Influence of Foliar Applied Calcium Nitrate on Strawberry Plants Grown under Salt Stress Conditions". *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 42: 631-636.
- Kato-Noguchi, H. 2003. "Assessment in Allelopathic Potential of Shoot Powder of *Lemon Balm*." *Science Horticulture*. 97: 419-423.
- Kato-Noguchi, H. and Tanaka, Y. 2004. "Allelopathic Potential of Citrus Junos Fruit Waste From Food Processing Industry." *Bioresource Technology*. 94: 211-214.
- Kaushik, S. and Inderjit. 2006. "Phytotoxicity of Selected Herbicides to Mung Bean (*Phaseolus aureus* Roxb.)." *Environmental and Experimental Botany*. 55: 41-48.
- Kim, Y. Sik . and Kil B.-S. 2001. "Allelopathic Effects of Some Volatile Substances from the Tomato Plant." *Journal of Crop Production*. 4: 313 - 321.
- Kim, S.Y., Madrid, A.V., Park, S.T., Yang, S.J. and Olofsdotter, M. 2004. "Evaluation of Rice Allelopathy in Hydroponics." *Weed Research*. 45: 74-79.
- Klingman, G.C., Ashton, F.M. and L.J. Nordhoff. 1975. "Weed Science: Principles and Practices." **John Wiley and Sons**. New York.

- Klingman, G.C. and F.M. Ashton. 1982. "Weed Science Principles and Practices. 2nd edition." **John Wiley and Sons**. New York. USA.
- Kobayashi, K., Itaya, D., Mahatamnuchoke, P. and Pornprom, T. 2008. "Allelopathic Potential of Itchgrass (*Rottboellia exaltata* L. f.) Powder Incorporated into Soil." **Weed Biology and Management**. 8: 64-68.
- Kohli, R.K., Batish, D.R. and Singh, H.P. 1998. "Allelopathy and its Implications in Agroecosystems." **Journal of Crop Production**. 1: 169-202.
- Lee, T.T. 1977. "Role of Phenolic Inhibitors in Peroxidase Mediated Degradation of Indole-3-Acetic." **Plant Physiology**. 59: 372-375.
- Leme, D.M., Angelis D.F. and Marin-Morales. M.A. 2008. "Action Mechanisms of Petroleum Hydrocarbons Present in Waters Impacted by an Oil Spill on the Genetic Material of *Allium cepa* Root Cells." **Aquatic Toxicology**. 88: 214-219.
- Li, S.T., Zhou, J.M., Wang, H.Y. and Chen, X.Q. 2001. "Allelopathic Mechanism of Plants." **Rural Eco-Environ**. 17(4): 52-55.
- Lin, Q.Q., He, H.Q. and Lin. W.X. 2001. "Study on the Action Characteristics of Allelochemicals in Rice." **Chinese Journal of Eco-Agriculture**. 9(1): 84-85.
- Liu, X.F. and Hu, X.J. 2001. "Effects of Allelochemical Ferulic Acid on Endogenous Hormone Level of Wheat Seedling." **Chinese Journal of Eco-Agriculture**. 9(1): 86-88.
- Lutts, S., Kinet, J.M. and Bouharmont, J. 1996. "NaCl-induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance". **Annales Botanici**. 78: 389-398.
- Maity, J.P., Chakraborty, S., Kar, S., Panja, Subrata., Jean, J.-S., Samal, A. C., Chakraborty, A. and Santra, S. C. 2009. "Effects of Gamma Irradiation on Edible Seed Protein, Amino Acids and Genomic DNA During Sterilization." **Food Chemistry**. 114: 1237-1247.
- Mersie, W. and Singh, M. 1993. "Phenolic Acid Affects Photosynthesis and Protein Synthesis by Isolated Leaf Cells of Velvet-Leaf." **Journal of Chemical Ecology**. 19(7): 1293-1301.
- Molisch, H. 1937. *Der Einfluss Einer Pflanze auf die Andere-Allelopathic*. Jena: Fischer. 13-20.

- Muzik, T.J. 1976. "Influence of Environmental Factors on Toxicity to Plant." **Physiology Biochemistry Ecology**. 203-247.
- Nakano, H.A. 2001. "A Growth-Inhibitory Substance Exuded From Freeze-Dried Mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) Leaves." **Plant Growth Regulation**. 33: 165-168.
- Ngayila, N. Botinean, M., Bandu, M. and Basly, J. 2009. "Myriophyllum alterniflorum DC. Effect of Low Concentrations of Copper and Cadmium on Somatic and Photosynthetic Endpoints: a Chemometric Approach." **Ecological Indicators**. 9: 307-312.
- Ohono, T. and K.L. Doolan. 2001. "Effect of Red Clover Decomposition on Phytotoxicity to Wild Mustard Seedling Growth." **Apply. Soil Ecology**. 16(1) : 187-192.
- Perisse, P. and Planchuelo, A.M. 2004. "Seed Coat Morphology of *Lupinus albus* L. and *Lupinus angustifolius* L. Related to Water Uptake." **Seed Science and Technology**. 32(1): 69-77.
- Phuwawat, W., Loasinwattana, C. and Maneejan, D. 2004. "Allelopathic Effects of Leaf Extracts From Spanish Jasmine on *Desmanthus* Seed Germination and Growth." In Proceedings of the 1st KMITL International Conference on Integration of Science and Technology for Sustainable Development. Vol. 2. 25-26 Aug. Bangkok. Thailand. 276-278.
- Politycka, B. 1998. "Phenolics and the Activities of Phenylalanine Ammonio-lyase, Phenol-Beta-Glucosyltransferase and Beta-Glucosidase in Cucumber Roots as Affected by Phenolic Allelochemicals." **Acta Physiologiae Plantarum**. 20(4): 405-410.
- Putnam, A.R. 1985. "Weed Allelopathy". In **Weed Physiology. Reproduction and Ecophysiology**. Florida: CRC Press. 1-165.
- Radic, S., Prolic, M., Pavlica, M. and Pevalek-Kozlina, B. 2005. "Cytogenetic Effects of Osmotic Stress on the Root Meristem Cells of *Centaurea ragusina* L." **Environmental and Experimental Botany**. 54: 213-218.
- Rank, J., Lopez, L., Mette., H and Moretton, J. 2002. "Genotoxicity of Maleic Hydrazide, Acridine and DEHP in *Allium* Root Cells Performed by Two Different Laboratories." **Hereditas**. 136: 13-18.
- Rice, E.L. 1984. **Allelopathy**. 2nd edition. Academic Press, Inc. Olendo.

- Rizvi, S.J.H. and Rizvi, V. 1992. **Allelopathy : Basic and Applied Aspects**. London: Chapman and Hall.
- Romagni, J.G., Allen, S. N. and Dayan, F.E. 2000. "Allelopathic Effects of Volatile Cineoles on Two Weedy Plants." **Journal of Chemical Ecology**. 26(1): 303-314.
- Ronse, A., Pooter, D. H. and Proft, D. M. 1997. "Essential Oils of *Otacathus*." **Phytochemistry**. 6: 1365-1368.
- Saggese, G., Pasquino, A.M., Bertelloni, S., Baroncelli, G.I, Battini, R., Pucarelli, I., Segni, M. and Franchi, G. 1995. "Effect of Combined Treatment With Gonadotropin Releasing Hormone Analogue and Growth Hormone in Patients With Central Precocious Puberty Who Had Subnormal Growth Velocity and Impaired Height Prognosis." **Acta Paediatrica**. 84: 299-304.
- Schulze, E. and Kirschner, S. 1986. "Microtubule Dynamics in Interphase Cells." **Journal of Cell Biology**. 102(3): 1020-1031.
- Shibu, J. and Rew, R.G. 1998. "Allelopathy in Black Walnut (*Juglans nigra* L.) Alley Cropping. II. Effects of Juglone on Hydroponically Grown Corn (*Zea mays* L.) and Soybean (*Glycine max* L. Merr.) Growth and Physiology." **Plant Soil**. 203(2): 199-206.
- Singh, H.P., Kohli, R.K. and Batish, D.R. 2001. "Allelopathy in Agroecosystems: an Overview." **Journal of Crop Production**. 4: 1-41.
- Smith, A.E. 1995. **Handbook of Weed Management Systems**. Marcel Dekker. Inc. New York. 758 p.
- Sumner, A.T., 2003. "Chromosomes Organization and Function." Blackwell Publishing, North Berwick, United Kingdom.
- Turk, M.A. and Tawaha. A.M. 2003. "Allelopathic Effects of Aqueous Extracts of Black Mustard on Germination and Growth of Wild Oat (*Avena fatua* L.)." **Crop Protection**. 22: 673-677.
- Xuan, T.D., Tawata, S., Khanh, T.D. and Chung, I.M. 2005. "Decomposition of Allelopathic Plants in Soil." **Agronomy and Crop Science**. 191: 162-171.
- Yamane, K., Abiru, S., Fujishige, N., Sakiyama, R. and Ogata, R. 1993. "Export of Soluble Sugars and Increase in Membrane Permeability of Cut *Gladiolus* Florets During Senescence." **Japanese Society for Horticultural Science**. 62: 575-580.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวจันทณี สนธิ
วัน เดือน ปีเกิด	6 เมษายน 2528
ภูมิลำเนา	7 หมู่ 8 ตำบลทองมงคล อำเภอบางสะพาน จังหวัด ประจวบคีรีขันธ์ 77140
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2548 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการบางใหญ่ นนทบุรี พ.ศ. 2552 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม พืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานวิจัย	พ.ศ. 2553 ผลงานเรื่อง “ประสิทธิภาพของสารธรรมชาติ กำจัดวัชพืชจากพืชมะเขือเทศแก่ต่อการยับยั้งการงอกและ การเจริญเติบโตของพืชทดสอบ” ใน รายงานการประชุม วิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 9. วันที่ 11-14 พฤษภาคม 2553. ณ โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. หน้า 626 - 629.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้