สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การสกัดสารออกฤทธิ์ การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ การพัฒนารูปผลิตภัณฑ์และกลไกการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชของสารจากเลี่ยน

Extraction, partially separation of active compounds, formulation development and its inhibition mechanism on seed germination of extract from *Melia azedarach* Linn

รองศาสตราจารย์ ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณทินี ธีรารักษ์
นางสาวภัทริน วิจิตรตระการ

ภาคี
ค3694ร
2558

สจหมู.....
เลขทะเบียน 140559
รับเมื่อ.ปี - 9 ก.พ. 2559

b 12739492
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การสกัดสารออกฤทธิ์ การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ การพัฒนารูปผลิตภัณฑ์และกลไกการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชของสารจากเลี่ยน

แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2558 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 290,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2557 ถึง 31 กันยายน 2558

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

รศ.ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา หัวหน้าโครงการ

ผศ.มณทินี ธีรารักษ์ ผู้ร่วมโครงการ

นางสาวภัทริน วิจิตรตระการ ผู้ช่วยวิจัย

คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำ พบว่า อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0:100 ให้ผลในการยับยั้งการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ และอัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 100:0 และ 50:50 ยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกได้ดีที่สุด การแยกสกัดสารออกฤทธิ์ด้วยตัวทำละลายโดยวิธี sequential solvent extraction พบว่า สารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน ยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วผีได้มากที่สุด เมื่อทำการแปรรูปสารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทนให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) รูปแบบเม็ด (Pellets) และรูปแบบผงเปียกน้ำ (WP) พบว่า ผลิตภัณฑ์รูปแบบสารละลายเข้มข้นให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกพืชทดสอบได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือ รูปแบบผงเปียกน้ำ และรูปแบบเม็ด และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบในระยะ Pre emergence ได้ดีที่สุด ในการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในการควบคุมการงอกและการกำจัดต้น พบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของสารเพิ่มมากขึ้น เปอร์เซ็นต์การงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบจะลดลง จากนั้นศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของสารผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการแบ่งเซลล์ในปลายรากหอมหัวใหญ่ พบว่า มีค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ลดลง ในขณะที่เซลล์ที่เข้าสู่ระยะเมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟสลดลง เกิดลักษณะ การขดตัวของโครมาตินในระยะโพรเฟสผิดปกติ เนื่องจากความผิดปกติของสายสปินเดิล การขดตัวกันแน่นของโครโมโซมในระยะเมทาเฟสและแอนาเฟส โครโมโซมไม่จัดเรียงตัวบริเวณกลางเซลล์ในระยะเมทาเฟส และการศึกษาผลของการดูดน้ำ และการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ในเมล็ดหญ้าข้าวนก และผักโขมไร้หนาม พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำและกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของเมล็ดจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาของการแช่สารเพิ่มขึ้น และจะลดลงตามระดับความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่เพิ่มขึ้น

คำสำคัญ : เลี่ยน การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ กลไกการยับยั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Extraction, partially separation of active compounds, formulation development and its inhibition mechanism on seed germination of extract from *Melia azedarach* Linn

Researcher: Assoc.Prof. Dr Chamroon Laosinwattana Asst.Prof. Dr Montinee Teerarak
Miss Pattharin Wichittrakarn

Faculty : Agricultural Technology **Department:** Plant Production Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok

ABSTRACT

To study the efficacy of extract from *Melia azedarach* L. leaf by using ethanol:water extraction were tested. The result showed that crude extract at ratio of 0:100 had the highest inhibitory effects on seed germination and completely inhibited seedling growth of *Phaseolus lathyroides* L., and the ratio of 100:0 and 50:50 had the highest inhibitory effects on seed germination of *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.). Partially separation of active compounds was done by sequential solvent extraction using hexane dichloromethane and ethylacetate, respectively. Results revealed that dichloromethane fraction completely inhibited germination and seedling growth of both bioassay weeds. Dichloromethane fraction was selected to formulate as natural herbicide in soluble liquid (SL), pellets and wettable powder (WP). SL formulation had completely inhibited germination on bioassay plants, followed by pellets and WP and had stronger inhibiting on pre-emergence. Additionally, the effect of SL formulation on soil application and foliar application of the plants increased as increases concentration were decreased germination and seedling growth with increasing the concentrations of bioassay plants. The toxicity of the plants increased as increases concentration. The mitotic index in treated *Allium cepa* L. root tips decreased with increasing concentrations. The results showed that the metaphase phase, anaphase and telophase phase was found to be decreased. The mitotic abnormalities including spindle disturbance at prophase, c-metaphase and chromosome stickiness at metaphase and anaphase. The effect of SL formulation on seed imbibition and α-amylase activity of barnyardgrass and amaranth (*Amaranthus gracilis* Desf.) were studied. The results showed that seed imbibition and α-amylase activities of bioassay seeds increased by prolonging time whereas decreased with higher concentration of SL formulation.

Keywoeds : *Melia azedarach* Linn, partially separation of active compounds, inhibition mechanism

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สัญญาเลขที่ 2558A11862013 จากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558

รศ.ดร. จำรูญ เล้าสินวัฒนา
ผศ.ดร.มณทินี ธีรารักษ์
นางสาวภัทริน วิจิตรตระการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IV
สารบัญตาราง.....VI
สารบัญภาพ.....VII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....3
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....21
3.1 อุปกรณ์การทดลอง.....21
3.2 วิธีการทดลอง.....21
3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง.....30
3.4 ระยะเวลาดำเนินการ.....30
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....31
4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำ จากใบเลี่ยนที่มีต่อการงอก และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ.....31
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาการสกัดแยกสารอัลลิโลพาทีจากใบเลี่ยนด้วย ตัวทำละลายอินทรีย์.....35
4.3 การทดลองที่ 3 ศึกษารูปของสาร (formulation) ที่เหมาะสมในการทำ ผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน.....38
4.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาวิธีการใช้สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากเลี่ยนที่เหมาะสม...43
4.5 การทดลองที่ 5 ศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน.....49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....57
5.1 สรุปผลการวิจัย.....57
5.2 ข้อเสนอแนะ.....58
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย.....59
6.1 บทความวิจัย.....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม.....60
ภาคผนวก.....64
ภาคผนวก ก ผลผลิตงานวิจัย.....64
ภาคผนวก ข รายงานสรุปการเงิน.....72
ประวัตินักวิจัย.....74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 แสดงผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำ ต่อปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดได้แต่ละครั้ง.....31

4.2 ผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน.....33

4.3 ผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของถั่วผีหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน.....34

4.4 ผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน.....36

4.5 ผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของถั่วผีหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน.....37

4.6 ผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน.....39

4.7 ผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของถั่วผีหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน.....40

4.8 ผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กัน ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก หลังการเพาะเมล็ด 7 วัน.....41

4.9 ผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กัน ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของถั่วผี หลังการเพาะเมล็ด 7 วัน.....42

4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของหญ้าข้าวนก.....43

4.11 แสดงความยาวต้น หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของหญ้าข้าวนก.....44

4.12 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของถั่วผี.....45

4.13 แสดงความยาวต้นของถั่วผี หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของถั่วผี.....45

4.14 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก ความยาวต้น และน้ำหนักแห้ง หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของหญ้าข้าวนก.....47

4.15 แสดงแสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษของพืชทดสอบ หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL).....47

4.16 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก ความยาวต้น และน้ำหนักแห้ง หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของถั่วผี.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.17 ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ของรากปลายรากหอมหัวใหญ่ ที่เพาะในผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืช จากใบเลี่ยนในรูแบบสารละลายเข้มข้น (SL).....50
4.18 ลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่เพาะในผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืช จากใบเลี่ยนในรูแบบสารละลายเข้มข้น (SL).....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ตารางที่ **หน้า**

2.1 แสดงลักษณะส่วนต่างๆของต้นเลี่ยน....20
3.1 แสดงขั้นตอนการสกัดส่วนออกฤทธิ์จากใบเลี่ยน โดยวิธี Sequential solvent partitioning....23
4.1 แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของหญ้าวข้าวนก....44
4.2 แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของถั่วผี....46
4.3 แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของหญ้าข้าวนก....48
4.4 แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของถั่วผี....49
4.5 ลักษณะการแบ่งเซลล์ปกติของปลายรากหอมหัวใหญ่....52
4.6 ลักษณะการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติของเซลล์ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ทดสอบด้วยผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูแบบสารละลายเข้มข้น (SL)....52
4.7 แสดงผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการยับยั้งการดูดน้ำของหญ้าข้าวนก ที่ระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง....53
4.8 แสดงผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการยับยั้งการดูดน้ำของผักโขมไร้หนาม ที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง....54
4.9 แสดงผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส ของหญ้าข้าวนกที่ระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาการระบาดของศัตรูพืช ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเพาะปลูกและผลผลิตที่ได้ การใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืช ยังคงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการทางด้านการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง ในแต่ละปีมีการใช้สารเคมีเป็นจำนวนมากและจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นทุกปี เกษตรกรส่วนใหญ่จึงนิยมแก้ปัญหาโดยการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูในการควบคุม เนื่องจากเป็นวิธีที่ สะดวก รวดเร็ว ประหยัดแรงงาน ต้นทุน และมีประสิทธิภาพสูง แต่การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ทำให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชในแต่ละครั้งจะใช้ประโยชน์ได้เพียง 25 % ที่เหลืออีก 75 % จะกระจายสะสมในดิน น้ำ และอากาศในสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญคือ สารเคมีกำจัดศัตรูพืชไม่ได้ทำลายเฉพาะศัตรูพืชเท่านั้น แต่ยังทำลายแมลงและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในธรรมชาติอีกด้วย ซึ่งเป็นการทำลายความสมดุลของระบบนิเวศในธรรมชาติ และผลที่ตามมาคือ การระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชที่รุนแรงมากขึ้น อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลานานๆ นอกจากจะก่อให้เกิดอันตรายต่อต่อเกษตรกรผู้ผลิตโดยตรงแล้ว ในปัจจุบันยังได้มีการนำเอาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมาผสมกัน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ หรือเพิ่มขอบเขตการกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น ซึ่งสารพิษตกค้างจากสารเคมีทางการเกษตรเหล่านี้ยังมีผลทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตรชนิดต่างๆ ซึ่งจะแพร่เข้าสู่ห่วงโซ่อาหารของมนุษย์และเป็นอันตรายต่อประชาชนผู้บริโภคในที่สุด (พรชัย, 2537) ดังนั้นด้วยความตระหนักถึงพิษภัยและอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการใช้สารเคมีในการควบคุมศัตรูพืชชนิดต่างๆ ดังกล่าว สร้างความปลอดภัยต่อระบบนิเวศเกษตร และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นักวิจัยจากนานาประเทศทั่วโลกจึงได้มีการศึกษา ค้นคว้า และวิจัย แนวทางเลือกใหม่หันมาใช้การทำเกษตรอินทรีย์กันมากขึ้น โดยการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ลดปริมาณ หรือทดแทนการใช้สารเคมี พืชหลายชนิดมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที (Allelopathy) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีระหว่างพืชด้วยกันโดยการปลดปล่อยสารบางชนิดออกมาแล้วมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่อยู่ใกล้เคียงและแสดงผลจำเพาะเจาะจงกับพืชเป้าหมาย (พรชัย, 2540) ทั้งทางด้านบวกและด้านลบต่อพืชและจุลินทรีย์ (อานุช และคณะ, 2556) ผลทางด้านบวก เช่น กระตุ้นการงอกของเมล็ดหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชและจุลินทรีย์ (ชัด และปราโมทย์, 2553) ผลทางด้านลบ ได้แก่ ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชต้นอื่นรวมทั้งจุลินทรีย์ด้วย (Cheng, 1989) สารที่พืชปลดปล่อยออกมาเรียกว่าสารอัลลีโลเคมิคอล (allelochemicals หรือ allelopathic substances) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ การสกัดสารที่มีอยู่ในพืชด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากทำได้ง่าย รวดเร็ว และมีค่าใช้จ่ายไม่สูง เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของพืชที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่นๆ สามารถตรวจสอบโดยการวัดอัตราการงอก การเจริญเติบโตของพืชที่ต้องการทดสอบ (Chon and Kim, 2002) จากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่า สารสกัดจากชะอม (*Acacia pennata* (L.) Willd. subsp.insuavis Nielsen) ดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa*) ข่า (*Alpinia galangal* L.) ผักเสี้ยนดอกม่วง (Cleome rutidosperma DC.) ใบพืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) หยีน้ำ (*Millettia pinnata* (L.) Panigrahi) และก้นจ้ำขาว (*Bidens pilosa* L.) (กนกพร และคณะ, 2553; ภัทริน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัญชลี และอมรทิพย์, 2556; สุพัตรา และคณะ, 2557; สุขุมาลย์, 2558; บุญรอด และคณะ, 2557; ขวัญกมล และคณะ, 2556; ไพรินทร์ และคณะ, 2555) สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ด และยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาสารสกัดโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมในการสกัดสารอัลลีโลพาทีจากใบเลี่ยน ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* L.) นอกจากนี้ วิรัตน์และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาศักยภาพด้านอัลลีโลพาทีของสารสกัดจากใบเลี่ยน พบว่าสารสกัดจากใบเลี่ยนสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ จึงได้นำสารสกัดจากใบเลี่ยนมาศึกษาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1. เพื่อศึกษาหาปริมาณสัดส่วนเอทานอลต่อน้ำ ในการสกัดสารจากใบเลี่ยนที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

1.2.2. เพื่อศึกษาการสกัดแยกสารอัลลีโลพาทีจากใบเลี่ยนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

1.2.3. เพื่อศึกษารูปของสาร (formulation) ที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน

1.2.4. ศึกษากลไกการเข้าทำลายวัชพืชของสาร

1.2.5. ตีพิมพ์และเผยแพร่ ผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1. การสกัดสาร การแปรรูปผลิตภัณฑ์สารสกัดจากเลี่ยน

1.3.2. กลไกการทำลายพืชของสารกำจัดวัชพืชจากเลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วัชพืช

วัชพืชหมายถึงพืชที่มนุษย์ตัดสินว่าเป็นพืชที่ไร้ค่า ดังนั้นวัชพืชชนิดเดียวกันในอดีตและในอนาคต อาจเป็นพืชที่มีคุณค่าต่อเพื่อมนุษย์หรือสิ่งแวดล้อมได้ วัชพืชมีที่มาอยู่ 3 ทาง คือ 1. จากพืชปลูกที่ถูกละทิ้งโดยมนุษย์และได้ปรับตัวผ่านสภาวะต่างๆ จนมีชีวิตอยู่รอดได้ 2. มาจากป่าที่อยู่ตามธรรมชาติแล้วถูกนำเข้ามาอยู่ในสังคมมนุษย์จะโดยธรรมชาติ หรือมนุษย์เป็นผู้พามาก็ตาม แล้วสามารถอยู่รอดในระบบเกษตรได้ 3. เป็นลูกผสมระหว่างพืชปลูกและพืชป่า รังสิต (2547) ได้ให้คำจำกัดความของวัชพืชไว้ว่า เป็นพืชที่ไม่ต้องการให้ขึ้นในพื้นที่แห่งหนึ่งและในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งสามารถพบวัชพืชได้ทั่ว ๆ ไป ไม่ว่าในสนามหญ้า ข้างทาง ริมถนน ริมรั้ว คูน้ำ แหล่งน้ำ สวน บริเวณปลูกพืช ทุ่งหญ้า บริเวณสาธารณสถาน และในป่า

2.2 การงอกของเมล็ดวัชพืช

วัชพืชมีทั้งวัชพืชล้มลุกหรือวัชพืชฤดูเดียว (annual weed) และวัชพืชยืนต้นหรือวัชพืชข้ามปี (perennial weed) ที่มีการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศ (sexual propragation) จะมีการออกดอกผลิตเมล็ดขึ้นในส่วนที่ได้รับการผสมของเกสรตัวผู้ และมีการพัฒนามาเป็นเมล็ด เพื่อใช้ในการขยายพันธุ์ต่อไป เมล็ดของวัชพืชมีความสำคัญอย่างมาก เพราะเป็นตัวทำให้เกิดการแพร่ขยายพันธุ์ซึ่งยากต่อการควบคุมและกำจัด สำหรับลักษณะการงอกของต้นวัชพืชจากเมล็ด แบ่งออกเป็น 2 แบบ (พรชัย, 2540) ได้แก่

2.1.1 การงอกแบบ epigeal germination เป็นการงอกแบบที่ต้นกล้ามีใบเลี้ยง (cotyledon) โผล่ขึ้นมาเหนือดินโดยการยืดตัวของ ไฮโปคอติล (hypocotyl) ซึ่งไฮโปคอติลนี้ จะอยู่ระหว่าง ปลายรากกับข้อของใบเลี้ยง เมื่อมีการงอก รากอ่อนจะงอกโผล่พ้นเมล็ดออกทางรูไมโครไพล์ (micropyle) เจริญสู่พื้นดิน จากนั้น ไฮโปคอติล จะยืดตัว และมีลักษณะโค้งงอ ดึงเอาส่วนของ ใบเลี้ยง (cotyledon) กับเอปิคอติล (epicotyl) ขึ้นมาเหนือดิน ต่อจากนั้นก็จะมีใบจริงเกิดขึ้น เช่น การงอกของพืชในเลี้ยงคู่ต่าง ๆ

2.1.2 การงอกแบบ hypogeal germination เป็นการงอกออกจากเมล็ดของวัชพืช โดยที่ส่วนของใบเลี้ยง (cotyledon) ยังคงอยู่ภายในเปลือกหุ้มเมล็ดและตกค้างอยู่ในดิน ส่วนใหญ่เป็นวัชพืช ใบเลี้ยงเดี่ยว ในการงอกนั้นรากจะแทงทะลุเปลือกที่หุ้มเมล็ด ส่วนของไฮโปคอติล (hypocotyl) มีการยืดตัวน้อยมาก จึงทำให้ใบเลี้ยงตกค้างอยู่ในเปลือกหุ้มเมล็ด โดยที่ส่วนของเอพิคอติล (epicotyls) เท่านั้นที่มีการยืดตัว ดึงเอายอดอ่อน (plumule) โผล่ขึ้นมาเหนือดิน และเจริญยืดยาวได้อย่างรวดเร็ว เช่น เมล็ดข้าว ข้าวโพด และหญ้า เป็นต้น

2.3 การจัดการวัชพืช

หลักในการจัดการวัชพืชประกอบด้วย การป้องกัน (prevention) หมายถึงการดำเนินการใดๆอันเป็นการขัดขวางมิให้วัชพืชซึ่งปรากฏอยู่แล้วในบริเวณใดบริเวณหนึ่งเจริญเติบโตสร้างส่วนขยายพันธุ์ (weed propagules) เพิ่มมากขึ้นหรือเป็นการขัดขวางมิให้วัชพืชแพร่กระจายเข้าสู่พื้นที่หรือบริเวณที่ยังไม่เคยมีวัชพืชชนิดนั้นๆมาก่อนการควบคุม (control) หมายถึงการดำเนินการใดๆที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะทำให้จำนวนวัชพืชซึ่งแพร่ระบาดอยู่ในบริเวณพื้นที่นั้นๆแล้วลดจำนวนลงจนถึงระดับที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายแก่ส่วนสำคัญของระบบซึ่งในระบบการผลิตทางเกษตรจะเน้นที่ระดับที่ไม่เกิดความเสียหายกับพืชปลูกการกำจัด (eradication) หมายถึงการดำเนินการใดๆที่ทำให้วัชพืชหมดไปจากพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งโดยสิ้นเชิง มักจะเน้นกับวัชพืชที่เป็นปัญหาอย่างรุนแรงหรือบริเวณที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากวัชพืชการกำจัดอาจไม่จำเป็นต้องพิจารณาความคุ้มทุน

การจัดการวัชพืช (weed management) จะเป็นการนำเอาการป้องกัน การควบคุมและการกำจัดมาใช้ร่วมกันแต่จะใช้หลักการใดมากหรือน้อยขึ้นกับวัตถุประสงค์และปัญหาโดยทั่วไปการจัดการจะเน้นไปที่การแก้ปัญหามากกว่าการป้องกันจึงมักใช้คำว่าการควบคุมกำจัดซึ่งการควบคุมกำจัดวัชพืชสามารถทำได้หลายวิธี Anderson (1996) สามารถสรุปออกมา ได้แก่

2.3.1 วิธีกล (mechanical methods) เป็นการควบคุมกำจัดโดยใช้เครื่องมืออย่างง่ายไปจนถึงการใช้เครื่องจักรกลต่าง ๆ เช่น การถอนด้วยมือ (hand pulling), การตัดและตัดฟัน (mowing and cutting), การใช้จอบ (hoeing) และการไถพรวน (tillage)

2.3.2 การเผา (burning) เป็นการทำลายวัชพืชที่งอกเป็นต้นแล้ว อาจมีการตัดฟันก่อนเผา เช่น ในการเตรียมพื้นที่ปลูกพืชจากพื้นที่ที่มีสภาพป่าหรือมีวัชพืชยืนต้นขึ้นหนาแน่น หรืออาจเป็นการเผาโดยไม่ตัดฟันเลย ซึ่งใช้ในกรณีเป็นหญ้าหรือวัชพืชใบกว้างข้ามปีที่ต้นไม่ใหญ่นัก เช่น หญ้าคาและสาบเสือ เป็นต้น นอกจากนี้ การเผาในบริเวณที่เพาะปลูกโดยสม่ำเสมอ เช่น ในนาข้าว เป็นการทำลายเมล็ดวัชพืชที่ร่วงหล่นอยู่บนผิวดิน แต่ไม่สามารถทำลายเมล็ดวัชพืชซึ่งตกลงไป ในร่องแตกระแหงของดิน หรือเมล็ดที่ถูกดินกลบไปก่อนแล้ว ทั้งนี้ควรต้องคำนึงถึงการสูญเสียอินทรีย์วัตถุจากดิน และการเกิดควันไฟซึ่งมีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

2.3.3 การคลุมดิน (mulching) การคลุมดินสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ การคลุมโดยวัสดุ ไม่มีชีวิต (non-living mulch) เช่น ฟางข้าว หญ้าแห้ง แกลบ หรือวัสดุแปรรูป เช่น กระดาษหรือพลาสติก การคลุมโดยวัสดุมีชีวิต (living mulch) เช่น การปลูกพืชตระกูลถั่วเป็นพืชคลุมในสวนยางพารา สวนปาล์มน้ำมัน หรือสวนผลไม้ การปลูกหญ้าในระหว่างแปลงไม้ดอก

2.3.4 การปล่อยน้ำท่วมขัง (flooding) เป็นการทำให้ผิวดินเกิดสภาพขาดออกซิเจน ทำให้เมล็ดวัชพืชไม่งอก หรือวัชพืชที่งอกแล้วก็จะตายได้ เช่น สภาพในนาข้าวโดยเฉพาะนาดำ หากมีการควบคุมระดับน้ำได้ก็จะมีปัญหาเรื่องวัชพืชน้อยมาก แต่ถ้าหากเกิดการขาดน้ำ หน้าดินเริ่มได้รับออกซิเจน จะมีวัชพืชหลายชนิดงอกขึ้นมา เช่น หญ้าหนวดปลาดุก หญ้าหนวดแมว และกกต่าง ๆ

2.3.5 การใช้ระบบการปลูกพืช (cropping systems) ระบบการปลูกพืชที่ช่วยในการควบคุมกำจัดวัชพืช มี 2 ลักษณะคือ การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) และการปลูกพืชแซมสลับ(intercropping)

2.3.6 การใช้พืชแข่งขัน (smother crops) วิธีการนี้เป็นการใช้พืชปลูกที่มีนิสัยในการเจริญเติบโตในลักษณะก้าวร้าว (aggressive) กว่าวัชพืช เช่น มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดสูง สามารถงอกได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ต้นอ่อนเจริญเติบโตเร็ว มีระบบรากใหญ่และแพร่กระจายออกไปได้เร็ว มีลำต้นหรือทรงพุ่มแผ่คลุมพื้นที่ได้เร็ว หรือมีลักษณะเป็นเถาหรือต้น แผ่เลื้อย (prostrate) การใช้พืชแข่งขันอาจเป็นการคัดเลือกชนิดหรือพันธุ์พืชปลูกให้มีลักษณะก้าวร้าวเช่นที่กล่าวแล้วนี้ หรือคัดเลือกให้ได้ชนิดหรือพันธุ์ที่ทนทานต่อการแก่งแย่งแข่งขันจากวัชพืช

2.3.7 วิธีเขตกรรม (cultural methods) เป็นวิธีการที่ช่วยส่งเสริมให้พืชปลูกเจริญเติบโต และคลุมพื้นที่ได้เร็ว จะช่วยลดปัญหาวัชพืชลงได้มาก ตัวอย่างของวิธีเขตกรรมที่ช่วยลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาวัชพืชเช่น การเพิ่มปุ๋ยให้กับพืชปลูก การเตรียมแปลงปลูกที่ดี การใช้ส่วนขยายพันธุ์ที่สมบูรณ์แข็งแรงการจัดความหนาแน่นของพืชให้เหมาะสม (plant density) การเลือกเวลาปลูกที่เหมาะสม (planting date) การควบคุมวัชพืชในระยะแรก และการปลูกโดยการย้ายกล้า การปลูกปฏิบัติเช่นที่กล่าวมานี้จะช่วยให้พืชปลูกมีการเจริญเติบโตล้ำหน้า (growth advantage) มีความได้เปรียบในการแก่งแย่งแข่งขันกับวัชพืช

2.3.8 ใช้สิ่งมีชีวิต (biological methods) วิธีการนี้เป็นการใช้สิ่งมีชีวิตมาเป็นตัวกัดกินหรือทำลายวัชพืช สิ่งมีชีวิตในที่นี้อาจเป็นสัตว์ที่มีขนาดใหญ่ เช่น สัตว์เคี้ยวเอื้องต่าง ๆ สัตว์ขนาดกลางเช่น ปลา หรือสัตว์น้ำอื่น ๆ และสัตว์ขนาดเล็ก เช่น แมลง รวมไปถึงที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นคือโรคพืช

2.3.9 การใช้ประโยชน์จากวัชพืช (utilization of weeds) เช่น การใช้เป็นสมุนไพร การใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องจักสาน และเฟอร์นิเจอร์ ก็จะทำให้มีการเก็บเกี่ยว หรือนำส่วนของวัชพืชเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ได้ จัดว่าเป็นการควบคุมกำจัดวัชพืชอีกรูปแบบหนึ่ง ที่เหมาะกับระบบเกษตรแบบอินทรีย์ หรือระบบที่ต้องการคงความหลากหลายของชีวภาพในพื้นที่มากกว่าการเกษตรเชิงเดี่ยว

2.3.10 การควบคุมกำจัดวัชพืชโดยใช้สารเคมี (chemical weed control) สารเคมีที่มีผลในการควบคุมกำจัดวัชพืช เรียกว่า สารกำจัดวัชพืช (herbicide) ผลในการควบคุมกำจัดอาจแสดงในลักษณะฆ่าทำลาย หรือยับยั้งการเจริญเติบโต การฆ่าทำลายอาจเกิดขึ้นในระหว่างที่ส่วนขยายพันธุ์กำลังงอกเป็นต้นกล้า หรือเป็นต้นสมบูรณ์แล้ว ขึ้นกับชนิดของสารกำจัดวัชพืชและเวลาที่ใช้ ปัจจุบันการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืชนับว่าเป็นวิธีการที่เกษตรนิยมใช้กันมากที่สุดเนื่องจาก เป็นวิธีการที่สะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และแรงงาน

2.4 อัลลีโลพาที

อัลลีโลพาที (allelopathy) เป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้ในแนวทางของการผลิตพืชแบบยั่งยืนได้ ซึ่งส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) Rice (1984) ได้เขียนตำราอัลลีโลพาทีขึ้นมาและได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า หมายถึงผลกระทบที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ อันตราย (harmful) หรือความเป็นประโยชน์ (beneficial) ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมโดยพืชชนิดหนึ่ง (รวมทั้งจุลินทรีย์) ที่มีต่อพืชอีกชนิดหนึ่งโดยผ่านทางสารเคมีที่ปล่อยสู่สภาพแวดล้อม ซึ่งเรียกสารที่ปลดปล่อยออกมาว่า สารอัลลีโลพาที (allelochemical) ต่อมา Fitter (2003) และ Inderjit and Duke (2003) ได้ให้ความหมายของอัลลีโลพาที ไว้ว่า อัลลีโลพาทีคือ กลไกรบกวนการอยู่รอดหรือการตาย โดย สารอัลลีโลพาทีที่ปลดปล่อยออกมาจากพืชมีผลต่อสังคมพืช และมีบทบาทสำคัญในธรรมชาติ สารอัลลีโลพาทีมีความน่าสนใจและได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องจากเป็นสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ได้จากพืชหรือจุลินทรีย์ ซึ่งสารเหล่านี้มีความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมสูง แนวทางการพัฒนาที่มีศักยภาพทางอัลลีโลพาทีสูงไปใช้ในระบบการจัดการวัชพืชแบบยั่งยืน

สารอัลลีโลพาทีสามารถปลดปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อมได้หลายทาง เช่น การระเหยของสารทางผิวใบที่มีชีวิต (volatilization from leaves) การชะล้างจากผิวใบโดยน้ำฝน หมอก และน้ำค้าง (leaching from leaves by rain, fog and dew) การละลายมากับสารละลายราก (root exudation from root) การปลดปล่อยจากการย่อยสลายของรากพืชที่ตายแล้ว (released from

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

decomposing sloughed roots) การปลดปล่อยจากการย่อยสลายของใบ ผล และกิ่ง (released from decomposing leaves, fruits and twigs) สารอัลลีโลพาทีที่ถูกปลดปล่อยออกมานี้จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งโดยทั่วไปสารอัลลีโลเคมิคอลมีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ด น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก รวมทั้งความสูงของต้นและพัฒนาการต่างๆ ของพืช โดยสารอัลลีโลเคมีคอลก่อให้เกิดผลต่อพืชในด้านต่างๆ(Rice, 1984) เช่น

2.4.1 ผลต่อเซลล์วิทยาและโครงสร้างของพืช (cytology and ultrastructure)

2.4.2 ผลต่อฮอร์โมนและสมดุลของฮอร์โมน (phytohormones and their balance)

2.4.3 ผลต่อเยื่อหุ้มเซลล์และความสามารถในการซึมผ่าน (membrane and its permeability)

2.4.4 ผลต่อการงอกของละอองเรณูหรือสปอร์ (germination of pollens or spores)

2.4.5 ผลต่อการดูดซับธาตุอาหาร (mineral uptake)

2.4.6 ผลต่อการเปิด-ปิดปากใบ (stomatal movement)

2.4.7 ผลต่อการสังเคราะห์รงควัตถุและการสังเคราะห์แสง (pigment synthesis and photosynthesis)

2.4.8 ผลต่อการหายใจ (respiration)

2.4.9 ผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน (protein synthesis)

2.4.10 ผลต่อสังเคราะห์เล็กฮีโมโกลบินและการตรึงไนโตรเจน (leghaemoglobin synthesis and nitrogen fixation)

อย่างไรก็ตามความเป็นพิษและระยะเวลาการสะสมของสารก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการตอบสนองต่อสารอัลลีโลพาทีแตกต่างกันไปในธรรมชาติ และยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืชซึ่งพืชแต่ละชนิดจะปลดปล่อยและผลิตสารแตกต่างกัน บางชนิดไม่มีผลต่อพืชหากอยู่ชนิดเดียวแต่การมีสารอื่นมารวมด้วยจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช

2.5 การเข้าสู่ต้นพืชของสารอัลลีโลพาที

สารอัลลีโลพาทีจะมีผลในการทำลายพืชได้นั้น จะต้องมีการสัมผัสกับส่วนของพืชและมีการเคลื่อนย้ายเข้าสู่ต้นพืช ซึ่งการเข้าสู่ต้นพืชได้มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสาร ชนิดของพืชและวัชพืช ระยะเวลา ตลอดจนสภาพแวดล้อมต่างๆ เป็นต้น การเข้าสู่ภายในต้นพืชของสารอัลลีโลพาทีสามารถเกิดขึ้นได้ในทำนองเดียวกับสารกำจัดวัชพืช โดยผ่านทางส่วนเหนือดินและใต้ดิน โดยส่วนที่อยู่เหนือดินของต้นพืชที่ยอมให้สารผ่านเข้าไป ได้แก่ ใบ ลำต้น ตา ดอก และผล เป็นต้น และผ่านทางส่วนที่อยู่ใต้ดิน ส่วนใหญ่สารมักจะเข้าสู่พืชโดยทางรากหรือยอดใต้ดินได้ดีกว่าส่วนที่อยู่เหนือดิน เมื่อโมเลกุลของสารตกไปอยู่ในตำแหน่งที่รากของพืชจะสามารถดูดซึมเข้าไปแล้ว อาจจะทำให้เกิดกระบวนการที่โมเลกุลของสารเข้าไปในพืชได้ ซึ่งนอกจากจะมีการทำลายแล้วอาจจะมีการเคลื่อนย้ายได้ การเกิดกระบวนการเคลื่อนย้ายสารในพืชนี้เป็นการที่โมเลกุลของสารเคลื่อนจากจุดที่ได้รับสารโดยตรงไปยังส่วนต่างๆ กระบวนการเคลื่อนย้ายของสารมีหลายแบบ (พรชัย, 2540; ทศพล, 2554) ดังนี้

2.5.1 การเคลื่อนย้ายแบบอะโพพลาส (apoplast) เป็นการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซึมทางรากในเส้นทางเดียวกับการดูดซึมน้ำ เข้าไปในท่อน้ำและเคลื่อนย้ายไปด้านบนด้วยกระบวนการคายน้ำ การเคลื่อนย้ายนี้ขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายของน้ำโดยกระบวนการคายน้ำเป็นการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนย้ายทางเซลล์ที่ไม่มีชีวิต ดังนั้นการเคลื่อนย้ายแบบนี้สารจะไม่มีผลในการทำลายท่อน้ำเพราะท่อน้ำเป็นเนื้อเยื่อไม่มีชีวิต

2.5.2 การเคลื่อนย้ายแบบซิมพลาส (symplast) เป็นการเคลื่อนย้ายของโมเลกุลสารที่ถูกดูดซึมเข้าทางใบเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้เส้นทางการเคลื่อนย้ายเดียวกับการเคลื่อนย้ายของสารประกอบพวกน้ำตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง โมเลกุลของสารจะเคลื่อนเข้าไปในเซลล์และจากเซลล์หนึ่งไปเซลล์หนึ่งโดยใช้ท่อต่อที่เรียกว่า พลาสโมเดสมาตา ในท่ออาหารการเคลื่อนย้ายแบบนี้เป็นการผ่านทางเซลล์ที่มีชีวิต ซึ่งจะเป็นการเคลื่อนที่ลงเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็อาจมีการเคลื่อนที่ขึ้น ถ้าหากจุดเจริญอยู่ด้านบน ทั้งนี้เพราะว่าโมเลกุลของสารจะเคลื่อนที่ไปพร้อมๆ กับสารที่ได้รับจากการสังเคราะห์แสง

2.5.3 การเคลื่อนย้ายแบบอะโพพลาส-ซิมพลาส (apoplast-symplast) เป็นการเคลื่อนย้ายได้ทั้งการอาศัยท่อน้ำและท่ออาหาร ซึ่งใช้เซลล์ที่มีชีวิตและไม่มีชีวิตได้ทั้งคู่ โดยอาศัยหลักว่าท่อน้ำกับท่ออาหารที่อยู่ติดกับสารจะมีการเคลื่อนย้ายจากเนื้อเยื่อหนึ่งไปยังเนื้อเยื่อหนึ่งได้ ดังนั้นลักษณะการเคลื่อนย้ายแบบนี้ทำให้มีการเคลื่อนย้ายทั้งแบบขึ้นข้างบน และลงล่าง

2.5.4 การเคลื่อนย้ายแบบอินเตอเซลลูลา (intercellular space) เป็นการเคลื่อนย้ายของสารที่เป็นพวกไม่มีขั้ว เช่น พวกน้ำมันที่ถูกดูดซึมเข้าทางใบโดยผ่านทางคิวติเคิลหรือปากใบจะเคลื่อนที่ได้ทั้งขึ้นบนและลงล่างหรือแผ่กระจายสารเข้าไปอยู่ในเซลล์ แต่จะเข้าไปเพียงช่องว่างระหว่างเซลล์เท่านั้นซึ่งช่องว่างระหว่างเซลล์จะต่อกันตลอด

2.6 สารป้องกันกำจัดวัชพืช

สารป้องกันกำจัดวัชพืช หรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า herbicide นั้น โดยทั่วไปจะเรียกต่างกัน เช่น ยาฆ่าหญ้า ยาปราบหญ้า ยากำจัดวัชพืช สารเคมีกำจัดวัชพืช หรือสารกำจัดวัชพืช ทั้งหมดนี้การใช้คำว่า สารป้องกันกำจัดวัชพืช เป็นสื่อเรียกที่เหมาะสมที่สุด เพราะเป็นได้ทั้งคุมไม่ให้วัชพืชงอกและฆ่าวัชพืชที่งอกขึ้นมาแล้ว

สารป้องกันกำจัดวัชพืช หมายถึง สารเคมีชนิดใดๆ ก็ตามที่นำมาใช้เพื่อฆ่าทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ไม่ว่าจะเป็นในขณะที่วัชพืชงอกขึ้นมาแล้วหรือยังเป็นเมล็ดอยู่ตลอดจนชิ้นส่วนต่างๆ ของวัชพืชที่ขยายพันธุ์ได้อยู่บนดินหรืออยู่ใต้ดิน (ทศพล, 2554)
การจำแนกประเภทของสารป้องกันกำจัดวัชพืช แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ ดังต่อไปนี้

2.6.1 การแบ่งตามการเลือกทำลายของสาร (Herbicide selectivty) แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

2.6.1.1 สารประเภทเลือกทำลาย (selective herbicides) หมายถึง สารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด แต่ไม่มีผลหรือมีผลน้อยกับพืชบางชนิด สารป้องกันกำจัดวัชพืชส่วนใหญ่มีจำหน่ายมักจะเป็นพวกที่เลือกทำลาย โดยฆ่าเฉพาะพืชบางชนิดหรือบางกลุ่มแต่จะไม่เป็นพิษต่อพืชอีกบางชนิดหรือบางกลุ่ม เช่น 2,4-D เป็นสารที่ควบคุมวัชพืชพวกใบกว้างได้ดี แต่ไม่มีผลต่อวัชพืชพวกหญ้า ส่วนสารป้องกันกำจัดวัชพืช fluazifop และ haloxyfop สามารถควบคุมวัชพืชพวกหญ้าได้ดี แต่มีผลน้อยต่อวัชพืชพวกใบกว้าง จึงเป็นสารที่ใช้ในพืชปลูกใบกว้าง นอกจากนี้ สาร propanil แม้จะเป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่สามารถควบคุมพวกหญ้าได้ดี แต่ก็ไม่ทำลายข้าว จึงใช้ควบคุมวัชพืชพวกหญ้าในนาข้าวได้ โดยที่ไม่มีความเป็นพิษต่อต้นข้าว

2.6.1.2 สารประเภทไม่เลือกทำลาย (non- selective herbicides) หมายถึง สารที่มีผลในการทำลายพืชทุกชนิด เช่น paraquat glyphosate และ glufosinate สารพวกนี้จะทำลาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พืชทุกชนิดที่สัมผัส การใช้จึงต้องระมัดระวังไม่ให้สารสัมผัสพืชปลูก มักนิยมใช้ในพืชปลูกไม้ยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน สวนผลไม้ และแหล่งที่ที่ไม่ได้ทำการเกษตร เป็นต้น

2.6.2 การแบ่งตามลักษณะวิธีการใช้ (Method of application) แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ

2.6.2.1 สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ทางใบ หรือสารที่ใช้ทางใบ (foliar-applied herbicides) หมายถึง สารซึ่งทำลายพืชโดยมีการใช้ผ่านเข้าสู่พืชทางใบ (leaf-acting herbicide) ซึ่งอาจจะเรียกว่า สารที่ใช้ฉีดพ่นหลังงอก (post-emergence herbicide) เป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มักนิยมเรียกว่า ยาฆ่า หรือ สารฆ่า (หมายถึงว่า เพื่อกำจัดต้นวัชพืชที่ขึ้นอยู่) เช่น glyphosate, glufosinate, paraquat และ 2,4-D เป็นต้น สารที่ใช้ทางใบนั้น ในขณะที่ฉีดพ่นสารต้องการสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นในอากาศสูง ควรมีระยะปลอดฝนนาน 4-6 ชั่วโมง จึงจะมีประสิทธิภาพในการทำลายวัชพืชได้ดี สามารถแบ่งออกตามลักษณะอาการที่พืชได้รับพิษโดยทั่วไป (general symptoms) ได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1) สารประเภทสัมผัส (contact herbiccide) หมายถึง สารที่มีผลเฉพาะตรงบริเวณของส่วนที่พืชได้รับหรือสัมผัสเท่านั้น ทำให้บริเวณนั้นแสดงอาการเหลืองซีดและแห้งตาย หรือถูกทำลายไป แต่ส่วนอื่นยังคงเจริญเติบโตต่อไป เช่น glyphosate, paraquat และ MSMA เป็นต้น

2) สารประเภทเคลื่อนย้าย (translocated herbicides) หมายถึง สารซึ่งเมื่อเข้าไปในพืชทางใบแล้ว มีการเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่างๆ ภายในต้นพืชได้หลายทิศทาง เช่น ขึ้นสู่ส่วนยอดของลำต้น หรือลงสู่รากหรือหัวใต้ดิน เช่น 2,4-D, glyphosate และ dalapon เป็นต้น สารพวกนี้จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชข้ามปีได้ดี เนื่องจากสารสามารถเคลื่อนย้ายลงไปทำลายส่วนหัวใต้ดินหรือไหลใต้ดิน

2.6.2.2 สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ทางดิน หรือสารที่ใช้ทางดิน (soil-applied herbicides) หมายถึง สารที่ใช้ฉีดพ่นลงบนดิน ทั้งนี้หลังจากฉีดแล้วอาจมีการคลุกหรือไม่มีการคลุกสารเข้ากับดิน เพื่อทำลายเมล็ดวัชพืชที่กำลังจะงอก ซึ่งอาจจะเรียกว่า สารที่ใช้ฉีดพ่นก่อนงอก (pre-emergence herbicide) สารจะเข้าสู่ต้นพืชทางรากหรือยอดใต้ดิน อาจจะมีการตกค้างของสารในดิน ผลตกค้างจะนานเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสาร คุณสมบัติของดิน และอัตราที่ใช้ สารป้องกันกำจัดวัชพืชประเภทนี้ มักนิยมเรียกว่า ยาคุม หรือ สารคุม (หมายถึงว่า เพื่อควบคุมเมล็ดวัชพืชไม่ให้งอก) เช่น alachlor, bromacil, oxyfluorfen, oxadiazon และ pendimethalin เป็นต้น สารที่ใช้ทางดินนั้น ในขณะที่มีการฉีดพ่นสารต้องให้ดินมีสภาพความชื้นเหมาะสม ควรให้น้ำก่อนหรือหลังฉีดพ่นสาร 2-3 วัน จึงจะมีประสิทธิภาพในการทำลายวัชพืชได้ดี

2.6.3 การแบ่งตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐานทางเคมี (basic chemical structure) เป็นการจำแนกสารป้องกันกำจัดวัชพืชตามโครงสร้างพื้นฐานทางเคมี โดยอาศัยลักษณะของโครงสร้างโมเลกุล และตำแหน่งของอะตอมของสารภายในโมเลกุลที่คล้ายคลึงกัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

2.6.3.1 สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นอนินทรีย์ (inorganic herbicides) เช่น ammonium sulfamate (AMS), copper sulfate, calcium cyanamide, copper chelate, sodium chlorate และ hexaflurate เป็นต้น มีผลต่อพืชในลักษณะทำลายเซลล์พืชเป็นส่วนใหญ่

2.6.3.2 สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์ (organic herbicides) เป็นสารที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 1 อะตอม โดยทั่วไปโมเลกุลของสารอินทรีย์ประกอบด้วยธาตุต่างๆ ในจำนวน 12 ชนิด ซึ่งธาตุที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกซิเจน ส่วนธาตุชนิดอื่นๆ ที่อาจจะพบบ้าง ได้แก่ ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส และธาตุในกลุ่มฮาโลเจน เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็นกลุ่มต่างๆ ตามโครงสร้างพื้นฐานทางเคมีของสารและตามกลไกในการทำปฏิกิริยาทางชีวเคมี (Devine et al., 1993; Warren and Hess. 1993; Smith. 1995) คือ aliphatic, amides, benzoics, bipyridiliums, carbamates, dinitroanilines, nitriles, diphenyl ethers, phenoxys, thiocarbamate, triazines, ureas, uracils และสารชนิดอื่นๆที่การจัดกลุ่มยังไม่ชัดเจน

2.7 รูปผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช (ธวัชชัย, 2540)

รูปผลิตภัณฑ์ (formulations) สารกำจัดวัชพืช หมายถึงสารกำจัดวัชพืชที่ได้รับการปรุงแต่งจากโรงงานแล้วให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ (WSSA, 1994) สารกำจัดวัชพืชที่มีจำหน่ายในประเทศไทย มีทั้งที่ปรุงแต่งสำเร็จรูปจากต่างประเทศมาก่อนแล้ว และที่นำมาปรุงแต่งในประเทศเอง ภาษาอังกฤษคำว่า formulation อาจมีอีกความหมายหนึ่งว่า กระบวนการปรุงแต่งที่ดำเนินการโดยโรงงาน เพื่อให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ (WSSA, 1994) การนำมาปรุงแต่งในประเทศเองในประเทศโรงงานอาจนำเข้าสารกำจัดวัชพืชจาก basic producer ในต่างประเทศ จากสารดั้งเดิมที่เป็นเนื้อสารเกือบบริสุทธิ์ ที่เรียกว่า technical grade หรือสารที่ผ่านกระบวนการมาบางส่วนแล้วที่เรียกว่าสารมัธยันตร์ (intermediate) มาใช้ การปรุงแต่งสารกำจัดวัชพืชมีเป้าหมายอยู่หลายประการ รวมทั้งการทำให้สารกำจัดวัชพืชอยู่ในสภาพเหมาะสมต่อการใช้งาน การเคลื่อนย้าย และการเก็บรักษา, เพิ่มประสิทธิภาพในภาคสนาม และลดอันตรายของสารกำจัดวัชพืชลดลง

สารกำจัดวัชพืชมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนได้แก่ สารออกฤทธิ์ (active ingredient. a.i.) เป็นส่วนเนื้อของสารเคมี มาจากสารกำจัดวัชพืชที่เรียกว่าเป็น technical grade ทั่วไปมีสารออกฤทธิ์ตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป และ สารเฉื่อย (inert ingredients) เป็นส่วนผสมอื่นที่มีบทบาทแตกต่างกัน เช่นทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย ตัวทำให้เจือจาง และสารเพิ่มประสิทธิภาพ เป็นต้น รังสิต สุวรรณเขตนิคม (2547) ได้จำแนกรูปของสารป้องกันกำจัดวัชพืช ได้ดังนี้

2.7.1 สารละลายน้ำ (water-soluble หรือ S, WS) สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ละลายได้ในน้ำจะประกอบด้วยตัวสาร และน้ำที่ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย ซึ่งอาจจะมีสารอื่นๆ หลายชนิดที่เป็นของเหลวผสมอยู่ เช่น สารจับผิวที่เหมาะสมซึ่งอาจจะมีมากกว่า 1 ชนิด เพื่อให้สารทะลุผ่านผิวใบได้ดี และสารอื่นๆ อีกหลายชนิด เช่นสารป้องกันการแข็งตัวหรือสารป้องกันการตกตะกอน ซึ่งสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่อยู่ในรูปนี้เมื่อต้องการใช้ต้องนำไปผสมน้ำเท่านั้น

2.7.2 สารละลายในน้ำมัน (oil-soluble หรือ OS) สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ละลายได้ในน้ำมันจะใช้เป็นตัวพาเท่านั้น เช่น น้ำมันดีเซล ส่วนประกอบที่อยู่ในรูปสารจะประกอบด้วยสารป้องกันกำจัดวัชพืช และน้ำมัน เช่น เคโรซีน (kerosene) หรือตัวทำละลายอื่นๆ เช่น ไซลีน (xylene) เป็นตัวทำละลายสารป้องกันกำจัดวัชพืช และมีสารอื่นๆ ที่เป็นของเหลวรวมทั้งสารจับผิวรวมอยู่ด้วย

2.7.3 อีมัลสิฟิเอเบิลเข้มข้น (emulsifiable concentrate หรือ E หรือ EC) สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ไม่ละลายน้ำจะอยู่ในรูปอีมัลสิฟิเอเบิลเข้มข้น เพื่อให้สารกระจายตัวในน้ำอย่างสม่ำเสมอและทั่วถึง ซึ่งส่วนประกอบของรูปสารจะประกอบด้วยสารป้องกันกำจัดวัชพืช ตัวทำละลาย (ให้สารป้องกันกำจัดวัชพืชละลาย) สารอีมัลสิฟายเออร์ (emulsifier) หรืออีมัลสิฟายอิงเอเยนท์ (emulsifying agent) ซึ่งปกติเป็นสารจับผิวที่ไม่แตกตัว (nonionic surfactant) สารจับตัวที่เหมาะสมอาจใช้มากกว่า 1 ชนิด เพื่อช่วยให้สารป้องกันกำจัดวัชพืชทะลุผิวใบ นอกจากนี้ยังมีสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ ที่มีคุณสมบัติให้สารป้องกันกำจัดวัชพืชเกาะติดผิวใบได้ดี เช่น สารลดการเกิดโฟม น้ำมัน (เคโรซีน) ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น ไซลีน ปกติรูปอีมัลสิฟิเอเบิลเข้มข้น ใช้น้ำเป็นตัวพา หรืออาจใช้น้ำมันหรือน้ำมันผสมน้ำเป็นตัวพา

2.7.4 ยูแอลวี (ULV หรือ ultra-low-volume) สารเคมีจะถูกพ่นจากเครื่องพ่นโดยแรงอัดอากาศ ผ่านรูพ่นกระจายออกมา เป็นฝอยละอองขนาดเล็กมาก

2.7.5 ผง (เปียก) แขวนลอยในน้ำ (wettable powder หรือ W หรือ WP) สารป้องกันกำจัดวัชพืชซึ่งละลายน้ำหรือน้ำมันหรือตัวทำละลายอื่นๆ ได้น้อย จะถูกทำให้อยู่ในรูปผงแขวนลอยได้น้ำ (wettable power หรือ water-dispersible powder) ซึ่งภายในผงจะประกอบด้วยสารป้องกันกำจัดวัชพืช (ถูกบดเป็นผงละเอียด) ส่วนผสมอื่นอาจจะเป็นแร่ดินเหนียวที่แขวนลอยได้ในน้ำ (hydrophilic) เบนโทไนท์ (bentonite) หรือ แอททาพัลไจท์ (attapulgite) ที่บดเป็นผงละเอียดและสารจับผิวชนิดต่างๆ หลายชนิด ปกติจะมีสารออกฤทธิ์อยู่ประมาณ 50-80 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักที่เหลือจะเป็นดินเหนียวและสารจับผิว สารจับผิวที่ใช้กับสารรูปผงแขวนลอยในน้ำนี้จะเป็นของแข็ง ซึ่งจะไม่ตกตะกอนเมื่อผสมน้ำ และเป็นตัวทำให้สารป้องกันกำจัดวัชพืชกระจายตัวในน้ำอย่างสม่ำเสมอและไม่ตกตะกอน นอกจากนี้ยังทำให้สารป้องกันกำจัดวัชพืชสามารถเปียกผิวใบได้มากขึ้นกระจายตัวทั่วผิวใบ ยึดติดผิวใบและทะลุผ่านผิวใบได้มากขึ้น เมื่อนำสารนั้นมาใช้ทางใบ ปกติสารที่อยู่รูปนี้ใช้น้ำเป็นตัวพา เมื่อผสมน้ำสารจะแขวนลอยในน้ำ แต่ถ้าทิ้งไว้นานๆ อาจจะตกตะกอนได้

2.7.6 โฟลเวเบิลเหลว (liquid flowable หรือ L หรือ LF) โฟลเวบิลเหลวเป็นสารที่อยู่ในรูปที่มีความหนืดสูง (ทำให้รินยาก) หรืออาจเรียกว่ามีลักษณะเหมือนครีมหรือแป้งเปียก ซึ่งเป็นผลจากการนำเอาสารรูปผงแขวนลอยมาผสมน้ำในปริมาณพอสมควร เมื่อเก็บไว้นานๆ หรือเวลาขนส่งจึงมีโอกาสแยกน้ำ และสารที่แขวนลอยออกจากกัน โดยสารจะตกตะกอน ดังนั้นอาจจะต้องเขย่าขวดก่อนใช้ สารรูปโฟลเวเบิลเหลวนี้ใช้น้ำเป็นตัวพา

2.7.7 โฟลเวเบิลแห้ง (dry flowable หรือ DF) โฟลเวเบิลแห้งเป็นรูปของสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ เพื่อนำมาผสมน้ำก่อนฉีดพ่น สารจะกระจายตัวแขวนลอยจนทั่วน้ำเช่นเดียวกับรูปผงแขวนลอยในน้ำ

2.7.8 เม็ดละลายน้ำ (water-soluble granules หรือ SG) สารรูปเม็ดละลายน้ำมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ เมื่อนำมาผสมน้ำสารจะละลายในน้ำทันที เช่นเดียวกับเกลือหรือน้ำตาลละลายน้ำโดยไม่ต้องเขย่าภาชนะที่ใช้ผสม

2.7.9 เม็ดแขวนลอยในน้ำ (water-dispersible granules หรือ DG หรือ WDG) สารรูปเม็ดแขวนลอยในน้ำก็มีลักษณะเช่นเดียวกับโฟลเวเบิลแห้ง สารออกฤทธิ์ถูกทำให้เป็นเม็ด เมื่อนำมาผสมน้ำสารจะแตกตัวแพร่กระจายไปทั่วน้ำ เช่นเดียวกันรูปผงแขวนลอยในน้ำ มีข้อดีคือใช้สะดวก

2.7.10 เพลเลทละลายน้ำ (water-soluble pellets หรือ SP) เพลเลทละลายน้ำ เป็นรูปของสารที่มีลักษณะเป็นเม็ดขนาดใหญ่ เวลาใช้ไม่ต้องผสมน้ำ แต่ใช้หว่านไปบนผิวดินโดยตรง เมื่อฝนตกก็ทำให้เพลเลทนี้แตกตัว สารก็ถูกชะล้างลงไปในดิน

2.7.11 เม็ดเคลือบสาร (herbicide-coated granules/pellets) สารป้องกันกำจัดวัชพืชบางชนิดถูกนำมาทำเป็นรูปเม็ดขนาดเล็ก (granule) หรือขนาดใหญ่ (pellet) โดยเคลือบสารออกฤทธิ์ไว้โดยรอบวัสดุบางชนิด ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการเลือกทำลายและสะดวกในการใช้โดยอาจจะนำแร่ดินเหนียวเวอร์มิคูไลท์ (vermiculite) หรือทรายมาเคลือบสาร ซึ่งจะมีสารออกฤทธิ์น้อยกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักทั้งหมด สารรูปเม็ดเคลือบนี้ไม่ต้องใช้น้ำเป็นตัวพา ใช้หว่านไปที่ผิวดินโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.12 เม็ดที่มีน้ำหนักเบา (ultra low weight granules)

2.7.13 เม็ดที่ปลดปล่อยสารช้า (control-released granules/pellets) รูปเม็ดที่ปลดปล่อยสารช้ามีลักษณะเป็นเม็ดวัสดุเคลือบสารเมื่อนำไปใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชจะค่อยๆ ถูกปลดปล่อยลงสู่ดินหรือน้ำอย่างช้าๆ เพื่อให้ควบคุมวัชพืชได้ยาวนานขึ้น มีความปลอดภัยต่อพืชปลูกและสภาพแวดล้อม โดยสารจะไม่ถูกชะล้างลงสู่ดินชั้นล่างมากนัก และจะไม่ไหลบ่าออกจากผิวหน้าดิน

2.7.14 สารละลายเข้มข้น (suspension concentrate หรือ flowable concentrate หรือ SC) เป็นสารที่เป็นของเหลวที่มีความเข้มข้น เกิดจากการนำสารออกฤทธิ์ (ไม่ละลายทั้งในน้ำและน้ำมัน) มาผสมกับสารอื่น เช่น ดินเหนียว (clay)

ส่วนประกอบที่สำคัญในการทำรูปผลิตภัณฑ์ที่ขาดไม่ได้คือ แอดจูแวนท์ (adjuvant) เป็นสารที่ปรับปรุงหรือทำให้ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดวัชพืชดีขึ้น แอดจูแวนท์ทำหน้าที่หลายประการ เช่น เป็นสารจับผิวใบ (surfactant) เป็นอีมัลสิฟายอิงเอเยนท์หรืออิมัลสิฟายเออร์ คือสารที่ทำให้เกิดอิมัลชัน เป็นสารที่ทำให้สารป้องกันกำจัดวัชพืช กระจายตัวในน้ำ (dispersing agent) เป็นสารที่ทำให้สารป้องกันกำจัดวัชพืชเคลือบติดผิว (sticking agent) ช่วยทำให้สารป้องกันกำจัดวัชพืชทะลุผ่านผิวใบ (penetrating agent) แอดจูแวนท์ที่เป็นสารจับผิวใบนั้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่ผิวหน้าของของเหลว 2 ชนิด ของเหลวกับของแข็งหรือกับอากาศ โดยสารจับผิวทำให้เกิดการดูดยึดระหว่างผิวหน้าของเหลวเข้าด้วยกัน หรือของเหลวกับของแข็งหรือกับอากาศ จึงใช้คำว่าสารจับผิวใบ (surfactant ซึ่งมาจากคำว่า surface active agent) ซึ่งเป็นแอดจูแวนท์ประเภทหนึ่ง สารแอนจูแวนท์ได้แก่ สารทำลาย (solvent) เช่น ไซลีน (xylene) คีโรซีน(keroxane) และสารไฮโดรคาร์บอน (hydrocarbon) ต่างๆ ผลิตภัณฑ์สูตรผสมสารกำจัดวัชพืชส่วนใหญ่จะใช้ไซลีน (xylene) เป็นสารทำลาย นอกจากสารทำลายก็มีสารที่จะช่วยทำให้เกาะติดใบพืชดีขึ้น (surfactants) สารที่ทำให้เกาะติดใบพืชได้ทนทาน (sticker) และสารอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชและเพื่อให้มีความสะดวกในการปฏิบัติงานของผู้ใช้ โดยที่สารแอดจูแวนท์จะเป็นสารเฉื่อยที่ไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ กับสารออกฤทธิ์ ทั้งนี้สารออกฤทธิ์ที่ผสมกับสารแอดจูแวนท์ ผลิตภัณฑ์สูตรผสมสารกำจัดวัชพืชบางชนิดจะอยู่ในรูปแบบที่พร้อมจะใช้ได้ทันที ในขณะที่อีกหลายชนิดต้องทำให้เจือจาง (dilution) ก่อนด้วยสารทำลายหรือน้ำ ก่อนนำไปใช้ สูตรผสมต่างๆ ดังกล่าวจะอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น เป็นของเหลว (liquid formulation) อิมัลซิฟิเอเบิลเข้มข้น (emulsafiable concentrate) แบบผง (wettable powder) ฝุ่น (dusts) เม็ด (granules) หรือในรูปอัดเม็ด (tablets)

ชนิดของสาร adjuvents ที่นำมาใช้ในวงการเกษตร สามารถจำแนกออกเป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. Anionic surface active agent เป็นสารจับใบที่เมื่อละลายน้ำแล้วจะมีการแตกตัวทำให้เกิดประจุลบ (anion) ตัวอย่างสารจับใบที่เป็น anionic เช่น sodium lauryl sulfate, dodecylbezene sodium sulfonate, alkyaryl sulfonate, alkyl aryl sulfonate และ dioctyl ester of sodium sulfosuccinic acid เป็นต้น

2. Cationic surface active agent เป็นสารจับใบที่เมื่อละลายน้ำแล้วแตกตัวเป็นประจุบวก (cation) ตัวอย่างสารจับใบที่เป็น cation เช่น lauryl trimethyl ammonium chloride,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

stearyl trimethyl ammonium chloride, dilauryl ammonium chloride และ heptadecyl imadazolinium chloride เป็นต้น

3. Nonionic surface active agent เป็นสารจับใบที่เมื่อละลายน้ำแล้วไม่มีการแตกตัวในสารละลายเกือบทุกชนิด หรือแม้แต่สารกำจัดวัชพืชที่มาสภาพเป็นกรดจัดก็ตาม ตัวอย่างสารจับใบที่เป็น nonionic เช่น organic phosphate ester, fatty ester, glycerol mannitan laurate, polyoxyethylene lauryl ether, alkyl polyethylene thioether, alkyl phenol polyether alohol, alkyl polyoxyethylene ether, cetyl alcohol, polyethylene glycol terdocyl thioeyher และ polyoxyethylene ester เป็นต้น

4. Ampholytic surface active agent สารจับใบพวกนี้จะมีส่วน (segment) hydrophilic ที่ทั้งเป็นกรดและด่าง ได้แก่พวก amino ในองค์ประกอบของกรด carboxylic หรือ sulfonic

2.8 การสกัดสารสำคัญจากพืช (Extraction of active constituents from plants) (รัตนา, 2550)

การสกัดสารสำคัญจากพืชทำได้หลายวิธี โดยทั่วไปการสกัดเบื้องต้นไม่ว่าจะสกัดด้วยวิธีการใดหรือใช้ตัวทำละลายใด ก็จะได้องค์ประกอบเป็นของผสมหรือสารสกัดอย่างหยาบ (crude extract) ซึ่งเป็นสิ่งที่สกัดออกมาจากสมุนไพรโดยใช้น้ำยาสกัดหรือตัวทำละลาย (solvent) สารสกัดอย่างหยาบนี้เป็นของผสมขององค์ประกอบทางเคมีของพืช ซึ่งจะมีองค์ประกอบที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (pharmacologically active constituents) ซึ่งมักเรียกว่า สารสำคัญ (active constituents) และองค์ประกอบที่ไม่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา (pharmacologically inactive constituents) ซึ่งเรียกว่า สารเฉื่อย (inert subtances) ชนิดและสัดส่วนขององค์ประกอบในสารสกัดจะแปรเปลี่ยนไปตามสภาพของสมุนไพรที่ใช้ และสภาวะที่ใช้ในการสกัด วัตถุของการสกัดพืช คือ เพื่อสกัดแยกเอาสาระสำคัญออกจากพืช เพื่อให้ได้สารสกัดที่มีความเข้มข้นของสารสำคัญสูง และเพื่อลดขนาด (dose) ของการใช้พืชลงให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

2.8.1 น้ำยาสกัดหรือตัวทำละลาย

ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการเตรียมสารสกัด ได้แก่ น้ำ (water) แอลกอฮอล์ (alcohol) หรือสารละลายผสมของสารละลายทั้ง 2 ชนิดนี้ นอกจากนี้อาจใช้กรด ด่าง เติมลงในน้ำยาสกัดเพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างของน้ำยาสกัดให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ส่วนสารละลายชนิดอื่นๆ เช่น อีเทอร์ (ether) คลอโรฟอร์ม (chloroform) มีใช้บ้างเฉพาะกรณี

2.8.1.1 น้ำ จัดเป็นตัวทำละลายที่ดี หาง่ายและราคาถูก แต่การใช้น้ำอย่างเดียวเป็นตัวทำละลายในการสกัดพืชมีข้อเสียหลายประการ คือ สามารถละลายองค์ประกอบที่ไม่ต้องการออกมาได้มาก เช่นเดียวกับสารสำคัญที่ต้องการ สารเฉื่อยที่ละลายออกมากับน้ำ เช่น น้ำตาล แป้ง ล้วนเป็นอาหารที่ดีของเชื้อจุลินทรีย์ จึงทำให้เกิดการบูดเสียของสารสกัดเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ ถ้าไม่ใส่สารกัดบูด (preservative) นอกจากนี้นน้ำระเหยที่อุณหภูมิสูง ถ้าต้องการทำให้สารสกัดในน้ำเข้มข้นจะต้องใช้อุณหภูมิสูงในการระเหยไล่น้ำออกไป ซึ่งอาจจะเกิดความเสียหายกับสารสำคัญได้ ดังนั้นจึงไม่ค่อยนิยมใช้น้ำเดี่ยวๆ เป็นน้ำยาสกัด แต่ใช้ร่วมกับตัวทำละลายอื่นๆ เช่น แอลกอฮอล์ หรือกรดหากเติมกรดเล็กน้อยลงในน้ำ (acidified water) ใช้สกัดองค์ประกอบสำคัญในพืชที่มีองค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสารประกอบแอลคาลอยด์ ส่วนน้ำที่เติมด่างลงไปเล็กน้อย (alkanised water) จะใช้สกัดพืชสมุนไพรบางชนิด เช่น เปลือกคาสคารา (Cascara bark) เป็นต้น

2.8.1.2 แอลกอฮอล์ จัดเป็นตัวทำละลายที่ดีมากเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำ แอลกอฮอล์มีข้อดีกว่าดังนี้

1) มีความจำเพาะ (selectivity) ในการละลายน้ำได้มากกว่า

2) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

3) หากต้องการทำให้สารสกัดเข้มข้นจะระเหยได้ง่าย

2.8.1.3 น้ำยาผสมแอลกอฮอล์ (hydroalcoholic mixture) เป็นน้ำยาสกัดที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถละลายสารสำคัญในพืชได้ใกล้เคียงกับแอลกอฮอล์ แต่ราคาถูกกว่า และยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อีกด้วย นอกจากนี้การใช้น้ำยาผสมแอลกอฮอล์ ยังช่วยป้องกันการแยกตัวของสารต่างๆ ในการสกัดเมื่อตั้งทิ้งไว้ ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในกรณีที่ใช้น้ำอย่างเดียวในการสกัด

นอกจากน้ำยาสกัดต่างๆที่กล่าวมาข้างต้น ตัวทำละลายอินทรีย์ก็อาจใช้ในการสกัดได้ เช่น เฮกเซน (hexane) และปิโตรเลียมอิเทอร์ (petroleum ether) ใช้สกัดพืชในขั้นต้นเพื่อขจัดสารพวกไขมันออกไปก่อนที่จะทำการสกัดสารสำคัญ แต่ต้องระเหยเอาน้ำยาสกัดเหล่านี้ออกไปจนหมดก่อนทำการสกัดขั้นตอนต่อไป ตัวทำละลายเหล่านี้นิยมใช้สกัดองค์ประกอบที่ไม่มีขั้ว (non polar component) เช่น ไขมัน (lipid) สเตียรอยด์ (steroids) เทอร์พีนอยด์ (terpenoids) เป็นต้น

1) คลอโรฟอร์ม (chloroform) และอีเทอร์ (ether) จัดเป็นตัวทำละลายที่มีขั้ว (polarity) ปานกลาง ใช้สกัดองค์ประกอบที่ไม่มีขั้ว (non-polar component) ไปจนถึงสารที่มีขั้วปานกลาง

2) เมทานอล (methanol) เป็นตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารสำคัญที่มีขั้ว (polar active constituent) เช่นเดียวกับแอลกอฮอล์ แต่นิยมใช้แอลกอฮอล์มากกว่า เพราะราคาถูกกว่าและมีความเป็นพิษน้อยกว่า

2.8.2 การเลือกน้ำยาสกัด

หลังจากทำการเตรียมตัวอย่างพืชสำหรับการสกัดแล้วควรเลือกน้ำยาสกัดให้เหมาะสมกับชนิดของสารที่ต้องการสกัด โดยน้ำยาสกัดดังกล่าวควรมีคุณสมบัติดังนี้

2.8.2.1 มีความสามารถในการละลายสารสำคัญมากที่สุด และไม่ละลายหรือละลายองค์ประกอบอื่นๆ ได้น้อย (selectivity) เนื่องจากสารสำคัญส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งอาจมีโครงสร้างสลับซับซ้อนมากน้อยแตกต่างกัน และมีอยู่ในพืชทั้งในสภาพอิสระและรวมตัวอยู่กับสารอื่นๆ ในสภาพเกลือหรือสารประกอบเชิงซ้อน ดังนั้นควรพิจารณาถึงสภาพหรือรูปแบบของสารสำคัญที่ต้องการสกัด นอกเหนือความมีขั้วของสารสำคัญดังกล่าว ในการเลือกน้ำยาสกัดมีกฎทั่วไปว่า สิ่งที่เหมือนกันย่อมละลายในกันและกัน (like dissolve like) เช่น คุณสมบัติสารสำคัญมีขั้วก็ควรเลือกตัวทำละลายหรือน้ำยาสกัดที่มีขั้วเช่นเดียวกันในการสกัด

2.8.2.2 มีความคงตัวดี และหาง่าย ราคาถูก ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย

2.8.2.3 ไม่ระเหยง่ายหรือยากเกินไป

2.8.2.4 สภาพของพืชที่ทำการสกัด เช่น เมล็ด เป็นส่วนที่มีไขมันอยู่มาก ควรขจัดไขมันพวกนี้ออกกก่อน โดยการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ประเภทไม่มีขั้ว เช่น ปิโตรเลียมอีเทอร์ เป็นต้น และจึงนำกากพืชที่เหลือไปสกัดต่อด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3 วิธีการสกัด

2.8.3.1 มาเซอเรชัน (maceration) เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชโดยวิธีการหมักพืชกับน้ำยาสกัดจนกระทั่งเนื้อเยื่อพืชอ่อนนุ่ม และน้ำยาสกัดสามารถแทรกซึมเข้าไปละลายองค์ประกอบภายในพืชออกมาได้ การหมักพืชควรทำในภาชนะที่มีฝาปิดสนิทในน้ำยาสกัดที่เหมาะสม จะทำเป็นเวลานาน 7 วัน หรือตามกำหนด หรือจนกระทั่ง องค์ประกอบที่ต้องการละลายออกมาหมด เมื่อครบกำหนดเวลาจึงทำการกรอง แยกกาก (marc) ออกจากน้ำยาสกัด วิธีการสกัดนี้เหมาะสมกับพืชที่มีณครงสร้างหรือเนื้อเยื่อไม่แข็งแรงมากนัก เช่น ดอก ใบ ซึ่งทำให้อ่อนนุ่มได้ง่าย จัดเป็นวิธีที่ใช้น้ำยาสกัดน้อย จึงประหยัด และเนื่องจากเป็นวิธีการที่ไม่ใช้ความร้อนจึงเหมาะสมกับการสกัดสารที่ไม่ทนต่อความร้อน แต่วิธีการสกัดนี้มักจะไม่สมบูรณ์ เนื่องจากไม่ค่อยมีการเครลื่อนที่ของน้ำยาสกัด เมื่อสารในพืชละลายออกมาถุงระดับหนึ่ง จะเกิดความสมดุลขององค์ประกอบภายในพืชและน้ำยาสกัดที่ใช้ ทำให้อัตราเร็วของการสกัดชะงักลง จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้สกัดในกรณีที่ต้องการสกัดสารสำคัญจากพืชจนสมบูรณ์

2.8.3.2 เพอร์โคเลชัน (percolation) เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชโดยการปล่อยให้น้ำยาสกัดไหลผ่านผงพืชอย่างช้าๆ พร้อมกับละลายเอาองค์ประกอบออกจากผลพืชออก วิธีการทำเพอร์โคเลชัน คือการนำผงพืชมาหมักกับตัวทำละลายก่อน 1 ชั่วโมง เพื่อให้พองตัวเต็มที่ แล้วค่อยๆบรรจุผงทีละชั้นลงในเพอร์โคเลชัน ซึ่งมีลักษณะเป็นคอลัมน์ (column) ปลายเปิดทั้ง 2 ด้าน โดยด้านบนจะกว้างกว่าด้านล่าง เพื่อความสะดวกในการบรรจุผง ส่วนปลายด้านล่างปิดเปิดได้ เพื่อที่สามารถควบคุมอัตราการไหลของสารสกัดหรือเพอร์โคเลตจากเพอร์โคเลเตอร์ได้ เติมตัวทำละลายหรือน้ำยาสกัด (menstruum) ลงไปให้น้ำยาสกัดสูงเหนือพืช (solvent head) ประมาณ 0.5 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง จึงปล่อยให้น้ำยาสกัดไหลผ่านผงพืชในอัตราเร็วที่พอเหมาะ พร้อมกับเติมน้ำยาสกัดใหม่ลงไปเรื่อยๆ อย่าให้แห้ง เก็บเพอร์ดคเลตจนการสกัดสมบูรณ์โดยการตรวจสอบจากเพอร์ณคเลตส่วนสุดท้าย นำเพอร์โคเลตที่เก็บได้ทั้งหมดรวมกันนำไปกรอง วิธีเพอร์โคเลชันจัดเป็นวิธีการสกัดที่ดีสำหรับดารสกัดสารจากพืชแบบสมบูรณ์ และไม่ต้องใช้ความร้อน แต่วิธีนี้มีข้อเสียคือเปลืองน้ำยาสกัดและใช้เวลาในการสกัดนาน

2.8.3.3 การสกัดแบบต่อเนื่อง (continuous extraction) เป็นวิธีการสกัดสารสำคัญจากพืชทำนองเดียวกับเพอร์โคเลชัน แต่ต้องใช้ความร้อนเข้าช่วยและการใช้ซอกซ์เลตเอกซ์แทรกเตอร์ (soxhlet extractor) ซึ่งเป็นระบบปิด โดยใช้ตัวทำละลายซึ่งมีจุดเดือดต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจากฮีทติงแมนเทิล (heating mantle) หรือหม้ออังไอน้ำ น้ำยาสกัดในภาชนะระเหยขึ้นไปแล้วกลั่นตัวลงมาในทิมเบอร์ (thimble) ซึ่งบรรจุพืชไว้ น้ำยาสกัดจะผ่านผงพืชซ้ำแล้วซ้ำอีกไปเรื่อยๆ จนกระทั่งองค์ประกอบในพืชถูกสกัดออกมา เมื่อน้ำยาสกัดในเอกซ์แทรกติงแชมเบอร์ (extracting chamber) สูงถึงระดับจะเกิดกาลักน้ำ สารสกัดจะไหลกลับลงไปในภาชนะ วนเวียนเช่นนี้จนกระทั่งการสกัดสมบูรณ์ วิธีการสกัดแบบต่อเนื่องนี้เหมาะสมสำหรับการสกัดองค์ประกอบที่ทนต่อความร้อนและการใช้น้ำยาสกัดน้อย ไม่สิ้นเปลือง แต่ข้อเสียคือ ไม่เหมาะที่จะใช้กับองค์ปรกอบที่ไม่ทนต่อความร้อน

2.8.4 การสกัดน้ำมันหอมระเหย (extraction of volatile oil) มีหลายวิธี เลือกใช้ตามความเหมาะสมของพืชที่ใช้

2.8.4.1 การกลั่น (distillation) ในทางอุตสาหกรรมมี 3 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) การกลั่นโดยใช้น้ำ (water distillation) ใช้กับพืชแห้งซึ่งไม่ถูกทำลายเมื่อต้ม เนื่องจากพืชที่นำมากลั่นจะแช่ยู่ในน้ำเดือดทั้งหมด ตลอดระยะเวลาการกลั่น วิธีนี้ใช้กลั่นน้ำมันจากเปลือกไม้ เช่น กลั่นน้ำมันสน (turpentine oil) เป็นต้น

2) การกลั่นโดยใช้น้ำและไอน้ำ (water and steam distillation) ใช้ได้กับพืชสดและแห้ง ซึ่งอาจถูกทำลายได้ง่ายเมื่อถูกต้ม เช่น กานพลู จะบดให้เป็นผง เติมน้ำให้ท่วมผ่านไอน้ำเข้าไป ส่วนที่กลั่นได้จะมีทั้งน้ำมันและน้ำ ทำการแยกน้ำมันออก การกลั่นวิธีนี้สะดวกที่สุดและใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตน้ำมันในทางการค้า

3) การกลั่นโดยใช้ไอน้ำ (steam distillation) วิธีใช้กับพืชสด เช่น สะระแหน่ โดยนำพืชสดมาวางบนตะแกรง แล้วผ่านไอน้ำเข้าไปโดยตรง โดยไม่ต้องมีการหมักพืชด้วยน้ำก่อน จัดเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และค่าใช้จ่ายน้อย

2.8.4.2 การบีบหรือการอัด (expression) ใช้กับน้ำมันหอมระเหยที่ใช้วิธีกลั่นไม่ได้เนื่องจากถูกทำลายได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน เช่น น้ำมันหอมระเหยจากพืชตระกูลส้ม ได้แก่ น้ำมันผิวมะนาว (lemon oil) น้ำมันผิวส้ม (orange oil)

2.8.4.3 วิธีเอ็นฟอยเรนซ์ (enfleurage) ใช้กับน้ำมันหอมระเหยของกลีบดอกไม้ต่างๆ เป็นวิธีเก็บความหอมได้ดี แต่ก่อนใช้ในอุตสาหกรรมทำน้ำหอม (perfume) วิธีนี้จะใช้ไขมัน (fat) หรือน้ำมันไม่ระเหย (fixed oil) ที่ไม่มีกลิ่นเป็นตัวดูดซับ โดยนำตัวดูดซับมาแผ่เป็นแผ่นบางๆ แล้วเอากลีบดอกไม้วาวางเรียงบนตัวดูดซับนาน 24 ชั่วโมง และเปลี่ยนกลีบดอกไม้ใหม่ ทำเช่นนี้เรื่อยๆ จนตัวดูดซับดูดเอาน้ำมันหอมระเหยมากพอ จึงเอาตัวดูดซับมาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยออกด้วยแอลกอฮอล์

2.8.4.4 การสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย (extraction with solvent) ตัวทำละลายที่นิยมใช้มากที่สุดคือ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) อาจใช้ตัวทำละลายอื่น เช่น อะซิโตน (acetone), เมทานอล, แอลกอฮอล์ เป็นต้น วิธีนี้จะควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วงไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการกลั่นที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง ทำให้องค์ประกอบทางเคมีเปลี่ยนแปลงและมีกลิ่นจากธรรมชาติ จึงนำวิธีการสกัดโดยใช้ตัวทำละลายนี้มาใช้ในทางอุตสาหกรรม แต่ต้นทุนการผลิตสูงกว่าวิธีการกลั่น

2.8.5 การเลือกวิธีการสกัด

การสกัดสาระสำคัญในพืชมีหลายวิธี ซึ่งวิธีการสกัดที่ดีที่สุดสำหรับพืชแต่ละชนิดมักได้จากการทดลองขั้นต้น โดยทั่วไปวิธีการสกัดที่เหมาะสมขึ้นกับปัจจัยหลายๆ อย่าง ได้แก่

2.8.5.1 ธรรมชาติของพืช โดยพิจารณาจาก

1) ลักษณะและโครงสร้างของเนื้อเยื่อ ที่มีลักษณะอ่อนนุ่ม เช่น ดอก ใบ อาจสกัดด้วยวิธีมาเซอเรชัน หากเป็นพืชที่มีเนื้อเยื่อที่แข็งแรงและเหนียว เช่น เปลือก ราก เนื้อไม้ ควรใช้วิธีเพอร์โคเลชัน หรือการสกัดแบบต่อเนื่อง

2) ความสามารถในการละลายของสารสำคัญในน้ำยาสกัด ถ้าละลายได้ง่าย นิยมใช้วิธีมาเซอเรชัน แต่ถ้าละลายได้น้อยก็จำเป็นต้องใช้วิธีเพอร์โคเลชัน หรือการสกัดแบบต่อเนื่อง

3) ความคงตัวของสารสำคัญในพืชต่อความร้อน ถ้าเป็นสารไม่คงทนต่อความร้อนควรใช้ช้วิธีมาเซอเรชัน หรือเพอร์โคเลชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.5.2 คุณค่าของสารสกัดและค่าใช้จ่ายในการสกัด หากต้องการสารสกัดที่ไม่ใช่สารสำคัญ และมีคุณค่าทางการรักษาน้อย เช่น สารที่ใช้แต่งกลิ่น กลิ่น รส ของยาเตรียมต่างๆ ก็อาจใช้วิธีง่ายๆ ที่ไม่ยุ่งยาก นอกจากนี้ควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายทั้งหมดเปรียบเทียบกับราคาของสารสกัดที่เตรียมได้ว่าคุ้มค่ากับการลงทุนหรือไม่

2.8.5.3 ความต้องการที่จะให้ได้การสกัดที่สมบูรณ์ (exhausted extraction) หรือเกือบสมบูรณ์ หากต้องการสารสกัดเจือจาง การใช้วิธีมาเซอเรชันก็เพียงพอแล้ว แต่ถ้าต้องการสารสกัดเข้มข้นก็ควรใช้วิธีเพอร์โคเลชัน หรือการสกัดแบบต่อเนื่อง

2.8.6 การทำสารสกัดให้เข้มข้น (concentration)

สารสกัดหยาบที่ดะมีปริมาตรมากหรือเจือจาง ทำให้นำไปแยกองค์ประกอบได้ไม่สะดวกและไม่มีประสิทธิภาพ จึงต้องนำมาทำให้เข้มข้นเสียก่อนด้วยวิธีต่างๆ

2.8.6.1 การระเหย (free evaporation) เป็นการนำตัวทำละลายออกจากน้ำยาสกัด โดยใช้ความร้อนจากหม้ออังไอน้ำ (water bath) หรือแผ่นความร้อน (hot plate) วิธีอาจทำให้องค์ประกอบในสารสกัดสลายตัวได้เนื่องจากอุณหภูมิสูงเกินไป และหากใช้สารละลายอินทรีย์ (organic solvent) ในการสกัด การระเหยโดยให้ความร้อนโดยตรง (direct heat) บนแผ่นความร้อนอาจเกิดอันตรายได้ง่าย นอกจากนี้ควรคำนึงถึงอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดการสลายตัวของสารสำคัญ เมื่อใช้ความร้อน

2.8.6.2 การกลั่นในภาวะสุญญากาศ (distillation in vacuo) จัดเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดเป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกจากน้ำยาสกัดโดยการกลั่นที่อุณหภูมิต่ำ พร้อมทั้งลดความดันลงให้เกือบเป็นสุญญากาศโดยใช้ปั๊มสุญญากาศ (vacuum pump) เครื่องมือนี้เรียกว่าโรตารีอีวาโพเรเตอร์ (rotary evaporator) ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ 3 ส่วนคือ ภาชนะบรรจุสารสกัดอย่างหยาบที่จะกลั่น (distillation flask) ส่วนคอนเดนเซอร์หรือส่วนที่ควบแน่นไอสารละลาย (condenser) และภาชนะรองรับสารละลายหลังการกลั่น (receiving flask) โดยสารสกัดอย่างหยาบซึ่งบรรจุในภาชนะจะแช่อยู่ในหม้ออังไอน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิได้ และจะหมุน (rotate) ตลอดเวลาที่ทำงาน เพื่อให้มีกระจายความร้อนอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ ภาชนะบรรจุสารสกัดอย่างหยาบนี้จะต่อเข้ากับส่วนควบแน่น ซึ่งมีระบบทำความเย็นหล่ออยู่ตลอดเวลา ปลายส่วนควบแน่นจะมีภาชนะรองรับ โดยทั้งระบบจะต่อเข้ากับระบบสุญญากาศ สารละลายที่ระเหยออกจากภาชนะบรรจุจะควบแน่นที่บริเวณคอนเดนเซอร์ และหยดลงมาในภาชนะรองรับสารละลายหลังการกลั่น ซึ่งสารละลายดังกล่าวสามารถนำไปทำให้บริสุทธิ์และนำกลับมาใช้ใหม่ได้

2.8.6.3 การทำให้แห้ง (drying) เป็นการระเหยเอาตัวทำละลายออกจากน้ำยาสกัดจนแห้ง ได้สารสกัดออกมาในสภาพของแข็งหรือกึ่งของแข็ง มีหลายวิธี เช่น การใช้ความเย็น (lyophilizer หรือ freeze dryer) หรือการใช้ความร้อน (spary dryer) เป็นต้น

2.8.6.4 อัลตราฟิลเทรชัน (ultrafiltration) เป็นการทำสารสกัดด้วยน้ำให้เข้มข้นโดยใช้แผ่นเมมเบรน (membrane) ใช้กับสารที่มีน้ำหนักโมเลกุล (molecular weight) สูงกว่า 5,000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการตรวจสอบผลทางอัลลีโลพาทีในเบื้องต้นนั้นนิยมใช้วิธีการตรวจสอบผลทางด้านชีวภาพของพืช (plant bioassay) ซึ่งมีวิธีการต่างๆมากมาย แต่ละวิธีก็มีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกันไป การที่จะตัดสินใจเลือกวิธีการใดในการทดสอบนั้นต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ ชนิดของพืชที่ทำการทดลอง รวมทั้งความเหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมของการทดลองด้วย ไม่ว่าจะเลือกใช้วิธีการใดก็ตามวิธีการทดลองนั้นจะต้องสามารถตรวจสอบผลทางอัลลีโลพาที (allelopathic effects) และสามารถแยกการรบกวนเนื่องจากการแข่งขัน (competitive interferences) ได้ในวิธีการต่างๆ เหล่านั้นวิธีการที่เป็นที่นิยมและแพร่หลายมากที่สุด คือ การใช้สารสกัดน้ำ (water extract) การตรวจสอบผลที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า (germination and seedling growth) (Hedge and Miller, 1990) เนื่องจากสามารถเห็นผลรวดเร็ว สามารถทำการทดสอบได้จำนวนมากในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบและประหยัดที่สุดวิธีหนึ่ง ในสภาพธรรมชาตินั้นสารอัลลีโลพาทีที่พืชผลิตขึ้นเกือบทั้งหมดต้องอาศัยน้ำเป็นตัวตัวละลายในการปล่อยสู่ธรรมชาติในรูปของสารละลายน้ำทางราก หรือแม้แต่การปลดปล่อยสารจากซากพืชที่เน่าสลายก็ต้องใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย ลักษณะและส่วนของพืชที่จะนำมาใช้ในการสกัดนั้นสามารถใช้ได้ทั้งส่วนของพืชที่ยังสด (fresh plant material) และพืชที่แห้งแล้ว (dry plant material) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และชนิดของสาร บางครั้งการสกัดสารอัลลีโลพาทีจากพืชสดให้ผลดีกว่าการใช้พืชแห้ง อย่างไรก็ตามรายงานการทดลองส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่าการใช้พืชแห้งในการสกัดสารนั้นให้ผลดีกว่าการใช้พืชสด นอกจากนี้ส่วนของพืชที่ใช้ในการสกัด เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอก เมล็ด และส่วนอื่นๆ จะมีศักยภาพในด้านอัลลีโลพาทีที่แตกต่างกัน ซึ่งแสดงให้ทราบถึงความแตกต่างของพืชก็มีผลต่อปริมาณการผลิต และสะสมสารอัลลีโลพาทีในแต่ละส่วนด้วย (Rice, 1984) จากการศึกษาของ Wichittrakarn *et al.* (2011) ศึกษาการแยกสารสกัดจากใบดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่อัตราส่วน 100 : 0, 75 : 25, 50 : 50, 25 : 75 และ 0 : 100 พบว่า สารสกัดจากใบดาวเรืองที่ใช้ตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่ 75 : 25 ให้ปริมาตรสารสกัดหยาบมากที่สุด และสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกได้มากที่สุด และสารสกัดจากใบพุดจักร (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam.) ด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่ 0 : 100 สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้มากที่สุด (Maneechan *et al.* 2011)

สำหรับการใช้สารตัวทำละลายอินทรีย์ในการสกัดแยกสารอัลลีโลพาทีจากพืช โดยใช้วิธี Acid-base solvent partitioning จากรายงานการทดลอง Xuan *et al.* (2003) พบว่า สารสกัดในชั้นที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (AE fraction) ของ alfafa มีผลต่อการยับยั้งการเจริญของต้นและรากของข้าว สอดคล้องกับ วิรัตน์และคณะ (2547) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากใบของพุทธชาติก้านแดงที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนก พบว่าสารสกัดในส่วน AE ให้ผลในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าข้าวนกมากที่สุด โดยที่สารสกัดระดับความเข้มข้น 8000 ppm มีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ด 85.59 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งความยาวต้นได้ 89.43 เปอร์เซ็นต์ และสามารถยับยั้งความยาวรากของต้นกล้าได้อย่างสมบูรณ์ เช่นเดียวกับ พัชนีและคณะ (2551) พบว่า สารสกัด จากใบของพุทธชาติก้านแดง ในส่วน AE มีผลต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตผักกวางตุ้ง ซึ่งสอดคล้องกับ ภัทริน และคณะ (2555) พบว่า สารออกฤทธิ์จากใบดาวเรืองในกลุ่ม AE สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก กวางตุ้ง และถั่วผี (Wichittrakarn *et al.*, 2013) และการทดลองของ Poonpaiboonpipat *et al.* (2011) พบว่า สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

140559

สกัดจากใบมะลิลา (*Jasminum sambac* Ait.) ในกลุ่ม AE มีผลยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและโสน (*Sesbania aculeate*)

การทดสอบความความเป็นพิษด้วยวิธีการ Allium Test การทดสอบความเป็นพิษโดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเซลล์พืชชั้นสูง มีวิธีการที่ใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ การสังเกตการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ การยับยั้งการเติบโตของราก และการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม การทดสอบที่นิยมใช้เพื่อทดสอบถึงการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมที่เกิดจากการสัมผัสกับสารเคมี คือ การทดสอบที่เรียกว่า Allium Test ซึ่งพืชที่นำมาใช้ในการทดสอบ ได้แก่ พืชสกุล Allium (หอมแดง, หอมเล็ก) เช่น *Allium cepa, A. ascalonium, A. carinatum, A .fistulosum* และ *A. sativum* เนื่องจากหอมจัดเป็น bio-indicator ชนิดหนึ่ง ในทางการศึกษาทางเซลล์พันธุศาสตร์ (cytogenetics) โดยเป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมในเซลล์บริเวณปลายราก เนื่องจากมีโครโมโซมน้อยคู่ คือ 16 คู่ (2n = 16) โครโมโซมมีขนาดใหญ่ และสามารถย้อมติดสีได้ง่าย (Krzisnik and Muratovic, 2005) วิธี Allium Test ได้ถูกนำมาประยุกต์ให้เป็นวิธีมาตรฐานในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะโครโมโซม (Chromosome aberration) ที่เกิดจากสารเคมีในสิ่งแวดล้อม เช่น ปุ๋ยที่ตกค้างในดินจากการทำการเกษตรกรรม และโลหะหนักที่ปนเปื้อนมากับตะกอนน้ำเสียจากแหล่งอุตสาหกรรม วิธีการ Allium Test นั้นมีวิธีการทดสอบซึ่งสามารถสรุปได้สั้นๆ ดังนี้คือ เริ่มนำตัวอย่างต้นหอม (*Allium sp.*) ต้นเล็กๆ ใส่ในหลอดทดลอง และเติมด้วยสารที่ต้องการทดสอบ ทิ้งไว้ 4 วัน หลังจากผ่านไป 48 ชั่วโมง เซลล์ของต้นหอมจะถูกเลือกนำมาศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูถึงลักษณะการแบ่งเซลล์ของบริเวณส่วนปลายราก หลังจากครบ 4 วัน ของการทดลอง นำรากของต้นหอมมาวัดความยาว เพื่อดูอัตราการยับยั้งการเจริญเติบโต (Growth inhibition) ของสารเคมี ความยาวเฉลี่ยของรากต้นหอม ลักษณะการก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ และกลไกการเกิดพิษ โดยศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ข้อมูลการเจริญเติบโตของรากต่อสารเคมีชนิดต่างๆ จะถูกนำไปคาดประมาณกับความเป็นพิษที่เกิดต่อมนุษย์ และความผิดปกติของการแบ่งเซลล์เนื่องจากผลของสารเคมี จากรายงานของ Karas *et al.* (2006) ทำการทดลอง *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. เปรียบเทียบกับการเจริญเติบโต และการแบ่งเซลล์รากหอมหัวใหญ่ที่ปลูกในสารสักดที่มีความเข้มข้น 2, 4, 8 และ 16 mg/ml เป็นเวลา 3, 6, 12, 24, 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่า น้ำสกัดจาก *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. มีผลทำให้การแบ่งเซลล์เปลี่ยนแปลง พบการแบ่งเซลล์ในระยะอินเตอร์เฟสและโปรเฟสเพิ่มขึ้น โครโมโซมเกิดการจับตัวกันเป็นกลุ่มๆ และโครโมโซมหดตัว รวมทั้งนำไปประยุกต์ใช้ศึกษากลไกการทำลายของสารกำจัดวัชพืชภายในต้นพืช ในสารกำจัดวัชพืชหลายชนิด เช่น carbamates, mercurials chlorocyclohexan, nitralin, maleic hydrazide และ atrazine ส่งผลกระทบในทุกระยะของการแบ่งเซลล์ และสารกำจัดวัชพืชบางชนิดมีผลต่อการสร้าง cell plate ในการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ซึ่งจะมีผลยับยั้งการสร้าง microtubule โดยตรง (Oliva *et al.*, 2002) Marcano *et al.* (2003) ได้ค้นคว้าและวิจัยถึงผลกระทบของสารกำจัดวัชพืช Maleic hydrazide (MH) ต่อการแบ่งเซลล์ที่บริเวณปลายรากหอม พบว่าความเข้มข้นของสารและเวลาที่ใช้ในการแช่สารกำจัดวัชพืชเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ mitotic index และทำให้โครโมโซมเกิดความผิดปกติ คือ เกิดเชื่อมต่อกันระหว่างโครโมโซมในระยะแอนาเฟส (anaphase bridges) เกิดการจับตัวแน่นเป็นกลุ่ม (stekiness) เกิดโครโมโซมไม่แยกออกจากกัน กนกพร (2553) พบว่า สารสกัดน้ำจากยอดชะอมต่อดัชนีการแบ่งเซลล์ และความผิดปกติของเซลล์ปลายรากหอมหัวใหญ่ พบว่าดัชนีการแบ่งเซลล์ลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การแบ่งเซลล์ในระยะโพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รเฟสเพิ่มขึ้น ในขณะที่เซลล์ที่เข้าสู่ระยะเมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟสลดลง โดยผลของสารสกัดน้ำจากยอดชะอมแห้งพบลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมในระยะต่างๆ ของการแบ่งเซลล์ ได้แก่ Spindle disturbance ในระยะโพรเฟส Chromosome stickiness และ c-Metaphase พบความลักษณะผิดปกติในระยะเมทาเฟส และ Chromosome stickiness, Diagonal และ Delayed anaphase พบในระยะแอนาเฟส

ในการศึกษาการดูดน้ำและกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลส Teerarak *et al.* (2012) ได้ศึกษาสารสกัดจากประยงค์ในส่วน EtOAc fraction ในรูปแบบผงเปียกน้ำ (wettable powder ; WP) พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำและกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสของเมล็ดหญ้าข้าวนกจะลดลงตามระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำและกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการแช่สารที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียว กับการทดสอบเมล็ดหญ้าข้าวนกต่อการดูดน้ำและกิจกรรมเอนไซม์อะไมเลสกับน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้าน (Poonpaiboonpipat *et al.* 2013)

2.10 เลี่ยน

เลี่ยน (*Melia azedarach* Linn.) เป็นพันธุ์ไม้ชนิดหนึ่งในวงศ์ Meliaceae (เต็ม, 2544) มีชื่อสามัญที่รู้จักกันทั่วไปว่า China tree, Indian lilac, Pride of Chinaberry, umbrella Chinabery หรือ umbrella tree (Bonner and Grano, 1974) ชื่ออื่นๆที่เรียกคือ เคี่ยน, เกรียน, เลี่ยนใบใหญ่ เฮี่ยน ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ตระกูลเดียวกันกับสะเดา ลักษณะลำต้นและใบมีความใกล้เคียงกันกับสะเดา มีความสูงประมาณ 20-30 เมตร เป็นต้นไม้ที่มีการเจริญเติบโตเร็ว แตกกิ่งก้านออกไปรอบ ๆ ลำต้นเป็นจำนวนมาก เปลือกผิวลำต้นมีสีน้ำตาล มีแผลเป็นร่องตามยาว ลำต้นเจริญขึ้นตรง ทรงพุ่มกลมรูปกรวยโปร่ง ใบออกเป็นช่อ ช่อหนึ่งมีใบอยู่ประมาณ 3-5 ใบ ช่อใบยาวประมาณ 12-15 เซนติเมตร ลักษณะของใบย่อย ปลายใบแหลมเรียวโคน ใบสอบขอบใบหยักแบบฟันเลื่อย บนใบเกลี้ยงสีเขียวส่วนล่างของใบมีขนสีเขียวอ่อนเห็นเส้นใบชัด ขนาดความกว้างของใบประมาณ 3-5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 3-6 เซนติเมตร ออกดอกเป็นช่อ เป็นกระจุกใหญ่ออกตามปลายกิ่งที่ง่าม ใบ ดอกมีฐานรองดอกเล็กมีกลีบดอก 5-6 กลีบ ดอกมีสีม่วงอ่อนหรือสีฟ้า กลิ่นหอม ผลกลม รี สีเขียวมีขนาดโตประมาณ 0.5 เซนติเมตร เมื่อแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ภายในผลมีเมล็ดประมาณ 4-5 เมล็ด สรรพคุณ ทุกส่วนของต้นเลี่ยน รสขม เมา แก้โรคผิวหนัง แก้โรคเรื้อนและกุดถัง ทำให้ผิวหนังดำเกรียมแล้วลอกเป็นขุย เป็นยาอายุวัฒนะ ทำให้ร่างกายแข็งแรง ยาง แก้ม้ามโต เมล็ด แก้ปวดในข้อ ผล แก้โรคเรื้อนและฝีคันทะมาลา ดอก แก้โรคผิวหนัง น้ำคั้นจากใบ ขับพยาธิ ขับปัสสาวะ แก้นิ่ว บำรุงโลหิต ประจำเดือน ดอกและใบ พอกแก้ปวดศีรษะ ปวดประสาท เปลือกต้น รักษาเหา ผล ใช้เบื่อปลา สารเคมี มีสารกลุ่มแอลคาลอยด์ ชื่อ Azadirachtin, Toosendanin ในส่วนผลยังพบ Bakayknin, Steroid สารขมชื่อ Margosine, Fixed oil และกำมะถัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะส่วนต่างๆของต้นเลี่ยน

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์การทดลอง

1. พืชทดสอบ ได้แก่ เลี่ยน (*Melia azedarach* L.) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) ถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* L.) ผักโขมไร้หนาม (*Amaranthus gracilis* Desf.) และหอมหัวใหญ่ (*Allium cepa* L.)

2. สารเคมีที่ใช้ ได้แก่ ethanol 95 %, hexane, dichloromethane, ethylacetate, acetone, talc, sodium lauryl sulfate, sodiumhypochloride, giemsa, cellulose, pectinase, citric acid, calcium chloride, sodium hypochloride, starch, potassium sodium tartarate salt, sodium tartarate salt, dinitrosalicylic reagent, acetic acid, citrate buffer และสารลดแรงตึงผิว

3. อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ขวดกลม ขวดรูปชมพู่ ขวดแก้วขนาดเล็ก กระบอกตวง หลอดหยด หลอดวัด spectrophotometer จานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร หลอดทดลองขนาด พาราฟิล์ม โกร่งบด ปากคีบปลายแหลม และกระดาษกรอง Whatman No.93

4. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องระเหยสุญญากาศ (vacuum rotary evaporator) เครื่องวัดการดูดกลืนแสงของสารละลาย (spectrophotometer) ไมโครปิเปต (micropipette) ตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (growth chamber) อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ตู้อบความร้อน (hot air oven) เครื่องชั่งอย่างละเอียด 2 และ 4 ตำแหน่ง เครื่องเหวี่ยงสารให้ตกตะกอน (centrifuge) และกล้องจุลทรรศน์ (microscope) ยี่ห้อ Olympus รุ่น BX41 และ รุ่น CX31

5. อุปกรณ์อื่นๆ ได้แก่ หม้อต้มน้ำ เตาแก๊ส ไม้บรรทัด อุปกรณ์ถ่ายภาพ และกระถางพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร และอื่นๆ

3.2 วิธีการทดลอง

การทดลองที่ 1. การศึกษาเปรียบเทียบผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่มีต่อการงอก และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

การเตรียมสารสกัด

เก็บใบเลี่ยนที่มีความสมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นตัดใบเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนัก แล้วนำมาสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำ ที่อัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 (ปริมาตรต่อปริมาตร) สกัดทิ้งไว้ 72 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง แยกส่วนกาก (residue) สกัดอีก 3 รอบ แล้วนำสารสกัดที่ได้ในแต่ละรอบระเหยออกให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ชั่งปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดแต่ละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบ

นำสารสกัดหยาบที่ได้ในแต่ละตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำมาเจือจางให้ได้ที่ระดับความเข้มข้น 1,250, 2,500, 5,000 และ 10,000 ppm (a.i.) โดยใส่สารสกัดปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งรองพื้นจานทดลองด้วยการะดาษเพาะเมล็ดเพื่อเป็นวัสดุดูดซับความชื้น ปล่อยให้สารสกัดถูกดูดซึม และกระจายในจานทดลองอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม ทำการทดสอบกับเมล็ดพืช 2 ชนิด คือ เมล็ดหญ้าข้าวนก และเมล็ดถั่วผี นำเมล็ดพืชทดสอบที่คัดเลือกแล้วมาจัดเรียงวางจำนวน 20 เมล็ด ต่อจานทดลองโดยให้มีระยะห่างระหว่างเมล็ดเท่าๆ กัน ปิดฝาครอบจานทดลองเพื่อป้องกันการระเหยของสารสกัด นำจานทดลองทั้งหมดวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีระดับอุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส มีแสงสว่าง 12 ชั่วโมงต่อวัน และ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ไม่มีแสงสว่าง 12 ชั่วโมงต่อวัน ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80%

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ ที่ระดับความเข้มข้น 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม

การบันทึกและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการตรวจนับจำนวนการงอกของเมล็ดพืชในวันที่ 7 หลังการเพาะ โดยเมล็ดที่มีความยาวรากตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไปนับเป็นเมล็ดที่งอก ตรวจวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยวัดความยาวต้น และความยาวราก นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 2. การศึกษาการสกัดแยกสารอัลลีโลพาทีจากใบเลี่ยนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

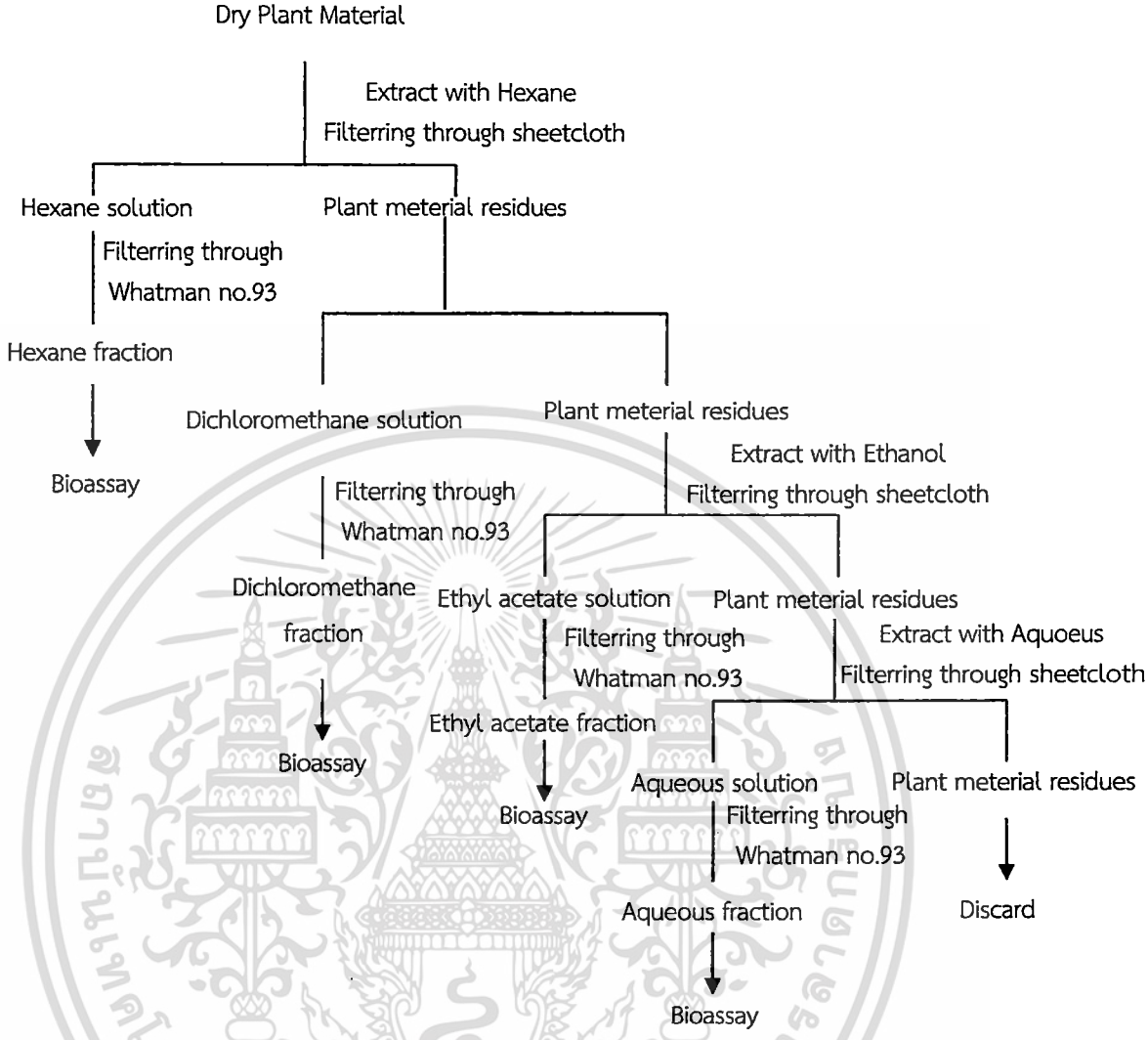
การเตรียมสารสกัด

เก็บใบเลี่ยนที่มีความสมบูรณ์ ไม่มีโรคและแมลงรบกวน อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส จากนั้นตัดใบเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนัก นำมาทำการแยกชั้นสารด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เรียงลำดับจากสารที่มีขั้วน้อยไปหาสารที่มีขั้วมากคือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตท และบิวทานอล ตามลำดับ ดังภาพที่ 3.1 นำสารสกัดที่ได้ในแต่ละ fraction ไประเหยออกให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ชั่งปริมาณสารสกัดหยาบที่ได้จากการสกัดแต่ละ fraction

การทดสอบ

นำสารสกัดที่ได้แต่ละ fraction มาละลายและเจือจาง แล้วทำการทดสอบโดยใส่สารสกัดแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งรองพื้นจานทดลองด้วยกระดาษเพาะเมล็ด ปล่อยให้สารดูดซึมและกระจายในจานทดลองอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นปล่อยให้ตัวทำลายระเหยจนแห้ง เติมน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในแต่ละจานทดลอง และใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ทำการทดสอบกับเมล็ดพืช 2 ชนิด คือ เมล็ดหญ้าข้าวนก และเมล็ดถั่วผี ดำเนินการทดสอบเช่นเดียวกับวิธีการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการสกัดส่วนออกฤทธิ์จากใบเลี่ยน โดยวิธี Sequential solvent partitioning

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ ที่ระดับความเข้มข้น 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม

การบันทึกและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการตรวจนับจำนวนการงอกของเมล็ดพืชในวันที่ 7 หลังการเพาะ โดยเมล็ดที่มีความยาวรากตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไปนับเป็นเมล็ดที่งอก ตรวจวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยวัดความยาวต้น และความยาวราก นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3. ศึกษารูปของสาร (formulation) ที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน

การทดลองที่ 3.1 ศึกษาองค์ประกอบและกรรมวิธีที่เหมาะสมในการทำรูปผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน

การเตรียมผลิตภัณฑ์

เตรียมสารผลิตภัณฑ์รูปแบบสารละลายเข้มข้น เตรียมได้จาก สารสกัดหยาบจากใบเลี่ยนที่ได้จากกลุ่มสารออกฤทธิ์ที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 ผสมกับ surfactant ในอัตราส่วน 30 : 70 โดยน้ำหนัก ผสมให้เข้ากัน ก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปสารละลายเข้มข้น (soluble liquid; SL)

เตรียมสารผลิตภัณฑ์รูปแบบผงเปียกน้ำ เตรียมได้จาก นำผง Talc, sodium lauryl sulfate และ tween 80 ในอัตราส่วน 97 : 1.5 : 1.5 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ ผสมส่วนผสมในโกร่งบดสาร โดยมีอะซีโตนเป็นตัวช่วยทำละลาย บดส่วนผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน จนอะซีโตนระเหยแห้งหมด จะได้ผงเปียกน้ำ นำสารสกัดหยาบจากใบเลี่ยนจากกลุ่มสารออกฤทธิ์ที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 ผสมกับผงเปียกน้ำในอัตราส่วน 20 : 80 โดยน้ำหนัก ผสมส่วนผสมในโกร่งบดสารโดยมีอะซีโตนเป็นตัวช่วยทำละลาย บดส่วนผสมจนกว่าอะซีโตนระเหยจนแห้ง จะได้ผลิตภัณฑ์จากใบเลี่ยนที่อยู่ในรูปผงเปียกน้ำ (wettable powder; WP) ที่มีสารออกฤทธิ์ 20 % a.i. (20 % active ingradient; 20 % a.i.)

เตรียมผลิตภัณฑ์รูปแบบเม็ด เตรียมได้จาก โดยการผสมแป้งมัน ปูนขาวและใบเลี่ยนบดละเอียด ในอัตราส่วน 1 : 1 : 2 ตามลำดับโดยเริ่มจากละลายแป้งมันและปูนขาว ($CaCO_3$)ในน้ำให้เข้ากัน แล้วนำไปตั้งไปเคี่ยวจนเป็นแป้งเปียกทิ้งไว้ให้อุ่น ๆ จากนั้นใส่ใบเลี่ยนบดละเอียดลงไปคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปอบด้วยตู้อบที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง จะได้ผลิตภัณฑ์จากใบเลี่ยนในรูปแบบผง (Pellet)

การทดสอบ

นำผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบต่างๆ มาเจือจางที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm (a.i.) โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม ใส่จานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งรองด้วยกระดาษเพาะเมล็ด 2 ชั้น จานทดลองละ 5 มิลลิลิตร วางเมล็ดพืชทดสอบ คือ หญ้าข้าวนก และถั่วผี ในจานทดลอง จานละ 20 เมล็ด ปิดฝาและนำไปวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่แสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส และไม่มีแสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm (a.i.) โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม

การบันทึกและวิเคราะห์ผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการตรวจนับจำนวนการงอกของเมล็ดพืชในวันที่ 7 หลังการเพาะ โดยเมล็ดที่มีความยาวรากตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไปนับเป็นเมล็ดที่งอก ตรวจวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยวัดความยาวต้น และความยาวราก นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 3.2 การศึกษาผลของสารออกฤทธิ์ต่อพืชทดสอบที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กัน

การเตรียมผลิตภัณฑ์

การเตรียมสารรูปผลิตภัณฑ์ของสารออกฤทธิ์ที่ได้ผลดีที่สุดจากการทดลองที่ 3.1

การทดสอบ

การทดสอบในจานทดลอง โดยใส่สารผลิตภัณฑ์ทดสอบแต่ละความเข้มข้นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งรองพื้นจานทดลองด้วยกระดาษเพาะเมล็ด และใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ทำการทดสอบกับเมล็ดพืช 2 ชนิด คือ เมล็ดหญ้าข้าวนก และเมล็ดถั่วผี ที่ระยะ Pre emergence ที่ระยะ Early post emergence หมายถึงให้พืชทดสอบงอกจนมีความยาวของ radicle เท่ากับขนาดความกว้างของเมล็ดพืชทดสอบ ที่ระยะ Post emergence หมายถึงให้พืชทดสอบงอกจนมีความยาวของ radicle เป็น 3 เท่า วางจานละ 20 เมล็ด ปิดฝาและนำไปวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ที่แสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 32 องศาเซลเซียส และไม่มีแสงสว่าง 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80 เปอร์เซ็นต์

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm (a.i.) โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม

การบันทึกและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ทำการตรวจนับจำนวนการงอกของเมล็ดพืชในวันที่ 7 หลังการเพาะ โดยเมล็ดที่มีความยาวรากตั้งแต่ 2 มิลลิเมตรขึ้นไปนับเป็นเมล็ดที่งอก ตรวจวัดการเจริญเติบโตของต้นกล้าโดยวัดความยาวต้น และความยาวราก นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 4. ศึกษาวิธีการใช้สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากเลี่ยนที่เหมาะสม

การทดลองที่ 4.1 ศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ในการควบคุมการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ (soil application)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเตรียมผลิตภัณฑ์

การเตรียมสารรูปผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.2

การทดสอบ

ทำการทดลองในกระถางขนาด 6 นิ้ว โดยหว่านเมล็ดพืชทดสอบจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าข้าวนก และถั่วผี ลงในกระถาง ทำการทดลองโดยฉีดพ่นสารคลุมหน้าดินอัตรา 0.25, 0.5, 1, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (a.i.) ใช้น้ำอัตรา 160 ลิตรต่อไร่ โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ อัตรา 0.5, 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (a.i.) ใช้น้ำอัตรา 160 ลิตรต่อไร่ โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม

การบันทึกและวิเคราะห์ผลการทดลอง

เก็บผลการทดลอง นำจำนวนเมล็ดพืชทดสอบที่งอก และวัดความสูง โดยใช้วิธี European System of Weed Control and Crop Evaluation ที่ 7, 14 และ 21 วันหลังการทดลอง เก็บน้ำหนักแห้งในวันเก็บผลการทดลองวันสุดท้าย จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% บันทึกลักษณะความผิดปกติของต้นกล้า

การทดลองที่ 4.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ในการกำจัดต้นกล้าของพืชทดสอบ (foliar application)

การเตรียมผลิตภัณฑ์

การเตรียมสารรูปผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.2

การทดสอบ

ทำการทดลองในกระถางขนาด 6 นิ้ว โดยหว่านเมล็ดพืชทดสอบจำนวน 2 ชนิด ได้แก่ หญ้าข้าวนก และถั่วผี ลงในกระถาง ทำการทดลองโดยฉีดพ่นสารคลุมหน้าดินอัตรา 0.25, 0.5, 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (a.i.) ใช้น้ำอัตรา 160 ลิตรต่อไร่ เมื่อพืชทดสอบอยู่ในระยะการเจริญเติบโต 3rd leaf stage โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ อัตรา 0.5, 1, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ (a.i.) ใช้น้ำอัตรา 160 ลิตรต่อไร่ โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกและวิเคราะห์ผลการทดลอง

เก็บผลการทดลอง นำจำนวนเมล็ดพืชทดสอบที่งอก วัดความสูง และความเป็นพิษ (toxicity) โดยใช้วิธี European System of Weed Control and Crop Evaluation ที่ 7, 14 และ 21 วันหลังการทดลอง เก็บน้ำหนักแห้งในวันเก็บผลการทดลองวันสุดท้าย จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% บันทึกลักษณะความผิดปกติของต้นกล้า

การทดลองที่ 5. ศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน

การทดลองที่ 5.1 การตรวจสอบฤทธิ์ของสารที่มีผลต่อการแบ่งเซลล์พืช

การเตรียมผลิตภัณฑ์

การเตรียมสารรูปผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.2

การเตรียมปลายรากหอมหัวใหญ่

นำหอมหัวใหญ่มาลอกเปลือกชั้นนอกออก และทำการฆ่าเชื้อโดยแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 1 เปอร์เซ็นต์ นำไปเพาะในน้ำ เพื่อชักนำให้หอมหัวใหญ่เกิดรากโดยให้มีความยาวประมาณ 1.5- 2 เซนติเมตร (ประมาณ 2-3 วัน) และย้ายไปเพาะต่อในผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม จากนั้นทำการตัดรากที่เวลา 07.30 นาฬิกา โดยใช้ใบมีดโกนที่คม และสะอาด คัดเลือกลักษณะรากที่สมบูรณ์ ตัดรากให้มีความยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร นำปลายรากที่ได้แช่ในสารเคมีคงสภาพเซลล์ (fixation) ที่ประกอบด้วย เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ และกรดอะซีติก ในอัตราส่วน 3 : 1 เพื่อคงสภาพเซลล์ ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 8-12 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลานำมาล้างด้วยเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ 2 ครั้ง เก็บปลายรากไว้ในเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ และรักษาไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 8 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการศึกษาต่อไป (Radic et al. 2005)

การเตรียมสไลด์โครโมโซม

การนำปลายรากหอมหัวใหญ่ที่เก็บไว้ในตู้เย็นมาล้างด้วยน้ำกลั่น ซับน้ำให้แห้ง ทำการตัดปลายรากหอมหัวใหญ่ให้มีความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร นำมาย่อยผนังเซลล์ ด้วยเอนไซม์ซึ่งประกอบด้วย เอนไซม์ cellulose 8 เปอร์เซ็นต์ pectinase 6 เปอร์เซ็นต์ ละลายในบัฟเฟอร์ที่ประกอบด้วย citric acid 0.01 โมล และ sodium citrate 0.01 มิลลิโมล จากนั้นนำหลอดที่มีปลายรากหอมหัวใหญ่ไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา ดูดเอนไซม์ออกจากหลอดทดลอง และแช่ปลายรากในน้ำกลั่น ใช้ปากคีบปลายแหลมคีบปลายรากหอมออกจากหลอดทดลอง ซับน้ำออกวางบนสไลด์ ตัดเอาเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเจริญปลายราก หยดน้ำยา fixation ที่แช่เย็นลงบนสไลด์ จากนั้นขยี้เซลล์ปลายรากหอมให้ทั่วแผ่นสไลด์ด้วยปากคีบปลายแหลม ทิ้งไว้ให้แห้ง เมื่อสไลด์แห้งนำมาย้อมด้วยสี giemsa 2 เปอร์เซ็นต์ นาน 10 นาที นำสไลด์ไปล้างผ่านน้ำสะอาด โดยเปิดน้ำไหลผ่านเบาๆ จากนั้นผึ่งสไลด์ทิ้งไว้ให้แห้ง เป็นวิธีดัดแปลงมาจาก สมศักดิ์ และสุมน (2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ ที่ระดับความเข้มข้น 25, 50, 100, 200 และ 400 ppm โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ

การบันทึกและวิเคราะห์ผลการทดลอง

นำสไลด์มาศึกษาพฤติกรรมการแบ่งเซลล์แบบไมโทซีส ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และบันทึกภาพ ทำการนับเซลล์ในระยะต่างๆ ของการแบ่งเซลล์แบบไมโทซีส ไม่น้อยกว่า 1,000 เซลล์ต่อทรีทเมนต์ นำมาคิดคำนวณค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ (mitotic index) ดัชนีการแบ่งเซลล์ในระยะต่าง ๆ ของไมโทติก (phase index) ประกอบด้วย ระยะโพรเฟส ระยะเมทาเฟส ระยะแอนนาเฟส และระยะเทโลเฟส รวมถึงความผิดปกติของเซลล์ (abnormal cell) โดยสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{Mitotic index (\%)} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ในระยะของไมโทซิส}}{\text{จำนวนเซลล์ที่นับได้ทั้งหมด}} \times 100$$

$$\text{Mitotic phase (\%)} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ในระยะของไมโทซิส}}{\text{จำนวนเซลล์ที่มีการแบ่งตัว}} \times 100$$

$$\text{Abnormal chromosome (\%)} = \frac{\text{จำนวนเซลล์ที่ผิดปกติแต่ละชนิด}}{\text{จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่นับ}} \times 100$$

ทำการบันทึกผล และนำข้อมูลดัชนีการแบ่งเซลล์ และความผิดปกติของเซลล์ มาวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การทดลองที่ 5.2 การตรวจสอบฤทธิ์ของสารที่มีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ

การเตรียมผลิตภัณฑ์

การเตรียมสารรูปผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.2

การทดสอบ

นำเมล็ดพืชทดสอบคือ เมล็ดหญ้าข้าวนก และเมล็ดผักโขมไร้หนาม คัดเลือกเมล็ดที่มีขนาดเท่าๆ กัน สมบูรณ์แข็งแรง ทดสอบกับหญ้าข้าวนก เป็นตัวแทนของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว แช่เป็นระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง จำนวน 30 เมล็ดต่อจานทดลอง และผักโขม เป็นตัวแทนของพืชใบเลี้ยงคู่ แช่เป็นระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง จำนวน 100 เมล็ดต่อจานทดลอง ชั่งน้ำหนักก่อนทำการทดสอบ (น้ำหนักเริ่มต้น) แล้วนำเมล็ดไปแช่ในผลิตภัณฑ์ที่เตรียมไว้ ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ในจานทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งรองด้วยกระดาษเพาะเมล็ด 2 ชั้น ปริมาตร 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิลิตร ปิดฝาจานทดลองโดยแช่เป็นระยะเวลา 12, 24 และ 48 ชั่วโมง วางในกล่องทึบแสง แล้วนำไปวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโต โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม

การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm

การบันทึกผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

เมื่อแช่ครบตามเวลาที่กำหนด นำเมล็ดมาซับให้แห้ง จากนั้นชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (น้ำหนักหลังแช่) โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ (Maity *et al.* 2009)

$$\text{เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น - น้ำหนักเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

นำข้อมูลเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

การทดลองที่ 5.3 การตรวจสอบฤทธิ์ของสารที่มีผลต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลสในเมล็ดพืชทดสอบ

การเตรียมผลิตภัณฑ์

การเตรียมสารรูปผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน เช่นเดียวกับการทดลองที่ 3.2

การทดสอบ

ทำการทดสอบเช่นเดียวกับการทดลองที่ 5.2 จากนั้นบดเมล็ดให้ละเอียดในโกร่งบดสาร เติมแคลเซียมคลอไรด์ (แช่เย็น) ปริมาตร 4 มิลลิลิตร นำไปหมุนเหวี่ยงสารให้ตกตะกอน ที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที จะได้สารละลายในรูปของเหลวใส ซึ่งแยกชั้นกับกากตะกอนของเมล็ดพืชทดสอบด้านล่างของหลอดทดลอง ดูดสารละลายของเหลวใส 1 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองขนาด 10 มิลลิลิตร และตามด้วยสารละลายแป้ง 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เติม dinitrosalicylic reagent 1 มิลลิลิตร แล้วนำไปต้ม เป็นเวลา 5 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดแล้ว นำหลอดทดลองมาผ่านน้ำไหลให้อุณหภูมิลดลง จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร (Maity *et al.* 2009)

การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) การทดลองละ 4 ซ้ำ ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบันทึกผลและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 560 นาโนเมตร (Maity et al. 2009) จากนั้นให้นำค่าที่วัดได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส โดยใช้สูตร

โดยใช้สูตร

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

โดยกำหนดให้ X = ความเข้มข้นของอะไมเลส

Y = ค่าการดูดกลืนแสง

จากนั้นให้นำค่าความเข้มข้นของอะไมเลส (X) ไปคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส โดยใช้สูตร

$$\alpha\text{-amylase } (\mu mol/min/g\ (FW)) = \frac{X \times V}{T \times g(Fw) \times M(maltose) \times 0.25}$$

โดยกำหนดให้ X = ความเข้มข้นของอะไมเลส

V = ปริมาตรสุดท้าย

T = เวลาที่ใช้ในการบ่ม

g (Fw) = น้ำหนักของเมล็ด

M (maltose) = มวลโมเลกุลของ maltose

นำข้อมูลกิจกรรมของเอนไซม์อะไมเลส มาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3.3 สถานที่ดำเนินการทดลอง

ห้องปฏิบัติการและโรงเรือนทดลอง ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 ระยะเวลาดำเนินการ

ใช้ระยะเวลาในการทดลองทั้งหมด 10 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่มีต่อการงอก และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

จากการสกัดสารจากใบเลี่ยนด้วยปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำ ที่อัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50 75:25 และ 100:0 โดยทำการสกัด 5 ครั้ง พบว่าปริมาณของสารสกัดหยาบที่สกัดได้ในแต่ละครั้งได้ปริมาณแตกต่างกัน โดยที่สัดส่วนเอทานอล:น้ำ 0:100 ได้สารสกัดหยาบมากที่สุดคือ 6.37 กรัม รองลงมาคือ 25:75, 50:50 และ 75:25 ได้สารสกัดหยาบ 5.74 5.38 4.48 กรัม ตามลำดับ และน้อยที่สุดคือ 100:0 ได้สารสกัดหยาบ 3.43 กรัม (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 แสดงผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำ ต่อปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดได้แต่ละครั้ง

สัดส่วนเอทานอล:น้ำ	ปริมาณสารสกัดหยาบที่สกัดได้ในแต่ละครั้ง (กรัม)					น้ำหนักรวมของสารสกัดหยาบ
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
0:100	3.74	1.23	0.75	0.48	0.17	6.37
25:75	3.46	1.17	0.46	0.38	0.27	5.74
50:50	2.53	1.13	0.86	0.52	0.34	5.38
75:25	2.22	1.45	0.41	0.26	0.14	4.48
100:0	1.43	1.22	0.71	0.04	0.03	3.43

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก

จากผลการเปรียบเทียบผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่อัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 100:0 และ 50:50 ให้ผลในการยับยั้งการงอกสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การงอก 95.00 และ 95.00 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0:100, 75:25 และ 25:75 มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 97.50, 97.50 และ 98.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การรอดเท่ากับ 95.00, 95.00, 97.50, 96.25 และ 97.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโต ด้านความยาวต้น พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 75:25 มีความยาวต้นน้อยที่สุดคือ 4.09 เซนติเมตร รองลงมาคือ อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 100:0, 0:100, 25:75 และ 50:50 มีความยาวต้นเท่ากับ 4.21, 4.35, 5.56 และ 4.58 เซนติเมตร ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ ความยาวราก พบว่า อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 100:0 มีความยาวรากน้อยที่สุดคือ 2.33 เซนติเมตร รองลงมาคือ อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0:100, 75:25, 50:50 และ 25:75 มีความราก เท่ากับ 2.94, 4.44, 4.68 และ 5.17 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.2)

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี

จากผลการเปรียบเทียบผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่อัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี ที่ระดับความเข้มข้น 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0:100 ให้ผลในการยับยั้งการงอกสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 55.00 เปอร์เซ็นต์ และสามารถยับยั้งการรอดชีวิตได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือ อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 25:75, 75:25, 50:50 และ 100:0 มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 71.25, 97.50, 98.75 และ 98.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การรอดเท่ากับ 5.00, 91.25, 95.00 และ 92.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเจริญเติบโต ด้านความยาวต้น พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0:100 สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือ อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 มีความยาวต้นเท่ากับ 0.73, 7.04, 7.21 และ 7.25 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวรากเท่ากับ 0.41, 2.17, 2.19 และ 2.27 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน

สัดส่วนเอทานอล : น้ำ	การงอก (%)	การรอด (%)	การเจริญเติบโต	
			ความยาวต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	100.00a	100.00a	4.36abc	2.82ef
0:100				
1,250 ppm	100.00a	100.00a	5.21a	5.4abcd
2,500 ppm	97.50a	97.50a	5.07ab	5.07abcd
5,000 ppm	97.50a	97.50a	4.74abc	4.48abcd
10,000 ppm	97.50a	97.50a	4.35abc	2.94ef
25:75				
1,250 ppm	98.75a	97.50a	5.26a	5.96a
2,500 ppm	98.75a	97.50a	5.21a	5.95a
5,000 ppm	98.75a	97.50a	4.64abc	5.31abcd
10,000 ppm	98.75a	97.50a	4.56abc	5.17abcd
50:50				
1,250 ppm	98.75a	98.50a	5.22a	5.68abcd
2,500 ppm	98.75a	98.50a	4.65abc	5.59abcd
5,000 ppm	98.75a	98.50a	4.74abc	5.53abcd
10,000 ppm	95.00a	95.00a	4.58abc	4.68abcd
75:25				
1,250 ppm	98.75a	98.75a	5.11ab	5.87ab
2,500 ppm	98.75a	98.75a	5.08ab	5.84ab
5,000 ppm	98.75a	96.25a	4.46abc	5.41abcd
10,000 ppm	97.50a	96.25a	4.09c	4.41cd
100:0				
1,250 ppm	100.00a	98.75a	4.56abc	4.25de
2,500 ppm	100.00a	98.75a	4.36abc	4.42cd
5,000 ppm	97.50a	97.50a	4.23bc	2.72f
10,000 ppm	95.00a	95.00a	4.21bc	2.33f

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่มีต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของถั่วผีหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน

สัดส่วน เอทานอล : น้ำ	การงอก (%)	การรอด (%)	การเจริญเติบโต	
			ความยาวต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	100.00a	100.00a	7.18abc	2.82a
0:100				
1,250 ppm	100.00a	95.00a	7.41abc	2.81a
2,500 ppm	90.00a	61.25b	5.75bc	1.48ab
5,000 ppm	61.25d	11.25c	1.51d	0.42b
10,000 ppm	55.00d	0.00c	0.00d	0.00b
25:75				
1,250 ppm	100.00a	100.00a	7.21abc	3.08a
2,500 ppm	97.50ab	93.75a	7.30abc	2.84a
5,000 ppm	82.50bc	42.50b	5.33c	1.59ab
10,000 ppm	71.25cd	5.00c	0.73d	0.41b
50:50				
1,250 ppm	100.00a	100.00a	7.93a	3.09a
2,500 ppm	98.75ab	96.25a	7.83ab	2.87a
5,000 ppm	98.75ab	95.00a	7.29abc	2.51a
10,000 ppm	98.75ab	95.00a	7.04abc	2.17a
75:25				
1,250 ppm	98.75ab	97.50a	7.98a	2.77a
2,500 ppm	98.75ab	93.75a	7.62ab	2.55a
5,000 ppm	98.75ab	92.50a	7.61ab	2.27a
10,000 ppm	97.50ab	91.25a	7.21abc	2.14a
100:0				
1,250 ppm	100.00a	98.75a	8.58a	2.58a
2,500 ppm	100.00a	98.75a	8.64a	2.47a
5,000 ppm	100.00a	97.50a	7.76ab	2.39a
10,000 ppm	98.75ab	92.50a	7.25abc	2.27a

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การศึกษาการสกัดแยกสารอัลลีโลพาทีจากใบเลี่ยนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก

จากการศึกษาการแยกชั้นสารด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เรียงลำดับจากสารที่มีขั้วน้อยไปหาสารที่มีขั้วมากคือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตท และน้ำ ตามลำดับ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm สารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน ให้ผลในการยับยั้งการงอกสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 32.50 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ สารสกัดชั้นเฮกเซน น้ำ และเอทิลอะซิเตท มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 58.75, 68.75 และ 72.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การรอดเท่ากับ 30.00, 58.75, 68.75 และ 72.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโต พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm สารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน ให้ผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตสูงสุด โดยมีความยาวต้นและความยาวรากเท่ากับ 2.87 และ 1.58 เซนติเมตร รองลงมาคือ สารสกัดชั้นเอทิลอะซิเตท เฮกเซน และน้ำ โดยมีความยาวต้นเท่ากับ 3.01, 3.56 และ 4.02 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวรากเท่ากับ 1.78, 3.06 และ 2.78 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.4)

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี

จากการศึกษาการแยกชั้นสารด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เรียงลำดับจากสารที่มีขั้วน้อยไปหาสารที่มีขั้วมากคือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตท และน้ำ ตามลำดับ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี ที่ระดับความเข้มข้น 1,250 2,500 5,000 และ 10,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm สารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอก การรอด และการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือสารสกัดชั้น เอทิลอะซิเตท น้ำ และเฮกเซน มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 70.00, 72.50 และ 97.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และมีเปอร์เซ็นต์การรอดเท่ากับ 55.00, 58.75 และ 97.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตแสดงผลไปในแนวทางเดียวกับเปอร์เซ็นต์การงอก โดยด้านความยาวต้น พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm สารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm สารสกัดชั้นเอทิลอะซิเตท น้ำ และ เฮกเซน มีความยาวต้นเท่ากับ 2.51, 3.98 และ 7.94 เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวรากเท่ากับ 1.07, 2.33 และ 2.08 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน

ความเข้มข้น	การงอกและการเจริญเติบโต			
	การงอก (%)	การรอด (%)	ความยาวต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	97.50a	97.50a	4.32abc	3.41abc
Hexane				
1,250 ppm	88.75ab	88.75ab	4.41ab	3.56abc
2,500 ppm	87.50ab	87.50ab	4.23abc	3.52abc
5,000 ppm	85.00abc	85.00abc	3.77bcde	3.06a-d
10,000 ppm	58.75cd	58.75c	3.56cdef	2.53b-f
Dichloromethane				
1,250 ppm	90.00ab	90.00ab	4.14abc	3.14a-d
2,500 ppm	85.00abc	85.00abc	3.55cdef	3.00a-d
5,000 ppm	75.00abc	75.00abc	3.30def	2.14def
10,000 ppm	32.50d	30.00d	2.87f	1.58f
Ethyl acetate				
1,250 ppm	93.75ab	83.75ab	4.23abc	3.16a-d
2,500 ppm	86.25abc	86.25abc	4.01abcd	2.99a-d
5,000 ppm	85.00abc	85.00abc	3.75bcde	2.46c-f
10,000 ppm	72.50abc	72.50abc	3.01ef	1.78ef
Aqueous				
1,250 ppm	92.50ab	92.50ab	4.37ab	4.07a
2,500 ppm	91.25ab	91.25ab	4.50ab	3.71ab
5,000 ppm	83.75ab	83.75ab	4.74a	3.51abc
10,000 ppm	68.75bc	68.75bc	4.02abcd	2.78b-f

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของถั่วผีหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน

ความเข้มข้น	การงอกและการเจริญเติบโต			
	การงอก (%)	การรอด (%)	ความยาวต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	100.00a	100.00a	8.37abc	2.74b-f
Hexane				
1,250 ppm	100.00a	100.00a	8.43ab	3.37abc
2,500 ppm	98.75a	98.75ab	8.62ab	3.30abc
5,000 ppm	98.75a	98.75ab	8.21abc	3.13a-d
10,000 ppm	97.50a	97.50ab	7.94a-d	2.08d-g
Dichloromethane				
1,250 ppm	82.50abc	82.50ab	6.41d	2.69b-f
2,500 ppm	73.75bc	5.00d	0.82d	0.39hi
5,000 ppm	30.00d	0.00d	0.00f	0.00i
10,000 ppm	0.00e	0.00d	0.00f	0.00i
Ethyl acetate				
1,250 ppm	98.75a	98.75ab	7.99a-d	2.82a-e
2,500 ppm	95.00ab	95.00ab	7.20bcd	1.99efg
5,000 ppm	93.75ab	93.75ab	6.75cd	1.73fg
10,000 ppm	70.00c	55.00c	2.51e	1.07gi
Aqueous				
1,250 ppm	100.00a	100.00a	8.31abc	3.71ab
2,500 ppm	100.00a	100.00a	8.91a	3.89a
5,000 ppm	93.75ab	93.75ab	7.58a-d	3.35abc
10,000 ppm	72.50bc	58.75c	3.93e	2.33c-f

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 3 ศึกษารูปของสาร (formulation) ที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน

การทดลองที่ 3.1 ศึกษาองค์ประกอบและกรรมวิธีที่เหมาะสมในการทำรูปผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก

จากการทดลองเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (soluble liquid; SL) รูปแบบเม็ด (Pellets) และรูปแบบผงเปียกน้ำ (wettable powder; WP) ที่มีผลต่อการงอกและเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm ผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอก การรอด และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบผงเปียกน้ำ (WP) และผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบเม็ด (Pellets) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 36.25 และ 68.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเจริญเติบโต ด้านความยาวต้น พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm ผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบ WP และ Pellets มีความยาวต้นเท่ากับ 1.29 และ 3.62 เซนติเมตร และมีความยาวรากเท่ากับ 0.58 และ 1.51 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.6)

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี

จากการทดลองเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (soluble liquid; SL) รูปแบบเม็ด (Pellets) และรูปแบบผงเปียกน้ำ (wettable powder; WP) ที่มีผลต่อการงอกและเจริญเติบโตของถั่วผี ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ให้ผลการทดลองไปในแนวทางเดียวกับการทดสอบกับเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm ผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอก การรอด และการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบผงเปียกน้ำ (WP) และผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบเม็ด (Pellets) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 85.00 และ 88.75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเจริญเติบโตด้านความยาวต้น พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm ผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบ WP และ Pellets มีความยาวต้นเท่ากับ 2.32 และ 5.46 เซนติเมตร และมีความยาวรากเท่ากับ 1.30 และ 2.20 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน

ความเข้มข้น	การงอกและการเจริญเติบโต			
	การงอก (%)	การรอด (%)	ความยาวต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	100.00a	100.00a	3.68a	3.31a
SL				
625 ppm	75.00cde	75.00bcd	2.84a	2.03abc
1,250 ppm	60.00e	60.00d	1.58b	0.61cd
2,500 ppm	18.75g	12.50f	1.23b	0.31cd
5,000 ppm	0.00h	0.00f	0.00b	0.00d
Pellets				
625 ppm	87.50abc	87.50ab	3.82a	1.86abc
1,250 ppm	75.00cde	75.00bcd	3.77a	2.58ab
2,500 ppm	76.25bcde	76.25bcd	3.64a	2.36ab
5,000 ppm	68.75de	68.75cd	3.62a	1.51bcd
WP				
625 ppm	92.50ab	92.50ab	3.53a	2.59ab
1,250 ppm	85.00abcd	85.00abc	3.38a	2.53ab
2,500 ppm	63.75e	63.75d	2.90a	1.25bcd
5,000 ppm	36.25f	36.25e	1.29b	0.58cd

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของถั่วผีหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน

ความเข้มข้น	การงอกและการเจริญเติบโต			
	การงอก (%)	การรอด (%)	ความยาวต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Control	100.00a	100.00a	5.02a	2.93a
SL				
625 ppm	60.00c	60.00c	5.89a	2.36ab
1,250 ppm	35.00d	35.00d	4.73ab	1.95bc
2,500 ppm	11.25e	11.25e	2.96c	0.68de
5,000 ppm	0.00e	0.00e	0.00d	0.00e
Pellets				
625 ppm	100.00a	100.00a	5.22a	2.33ab
1,250 ppm	98.75ab	98.75ab	5.98a	2.83a
2,500 ppm	95.00ab	95.00ab	5.48a	2.30ab
5,000 ppm	88.75ab	88.75ab	5.46a	2.20ab
WP				
625 ppm	92.50ab	92.50ab	5.91a	2.77a
1,250 ppm	90.00ab	90.00ab	5.40a	2.26ab
2,500 ppm	88.75ab	88.75ab	3.38a	1.87bc
5,000 ppm	85.00b	85.00b	2.32bc	1.30cd

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

การทดลองที่ 3.2 การศึกษาผลของสารออกฤทธิ์ต่อพืชทดสอบที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กัน

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก

จากการทดลองเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่ระยะการเจริญเติบโตของเมล็ดหญ้าข้าวนกที่แตกต่างกันคือ ระยะ Pre emergence, Early post emergence และ Post emergence ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm ของสารออกฤทธิ์ โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอก การรอด และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ในระยะ Pre emergence ได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือระยะ Post emergence และ Early post emergence มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 40.00 และ 85.00 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์การรอดเท่ากับ 8.75 และ 72.50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเจริญเติบโต พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวต้นเท่ากับ 0.58 และ 0.58 เซนติเมตร และมีความยาวรากเท่ากับ 0.15 และ 0.22 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 ผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กัน ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน

ความเข้มข้น	การงอกและการเจริญเติบโต			
	การงอก (%)	การรอด (%)	ความยาวต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Pre emergence				
Control	100.00a	100.00a	3.65a	2.21a
625 ppm	77.50b	77.50b	2.84a	2.03ab
1,250 ppm	62.50b	62.50b	1.58b	0.61ab
2,500 ppm	12.50c	8.75c	1.13bc	0.21ab
5,000 ppm	0.00c	0.00c	0.00c	0.00b
Early post emergence				
Control	100.00a	100.00a	3.87a	3.07a
625 ppm	100.00a	100.00a	3.40a	2.24b
1,250 ppm	100.00a	100.00a	3.35a	1.53c
2,500 ppm	93.75b	93.75a	2.47b	0.66d
5,000 ppm	85.00c	72.50b	0.58c	0.22d
Post emergence				
Control	100.00a	100.00a	4.18a	3.47a
625 ppm	87.50ab	87.50ab	2.69b	1.19b
1,250 ppm	68.75bc	68.75bc	2.35b	0.81bc
2,500 ppm	55.00cd	55.00c	2.27b	0.70c
5,000 ppm	40.00d	8.75d	0.58c	0.15d

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

ผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี

จากการทดลองเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่ระยะการเจริญเติบโตของเมล็ดถั่วผีที่แตกต่างกันคือ ระยะ Pre emergence, Early post emergence และ Post emergence ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm ของสารออกฤทธิ์ โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ที่ระดับความเข้มข้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5,000 ppm มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอก การรอด และการเจริญเติบโตของในระยะ Pre emergence และ Early post emergence ได้โดยสมบูรณ์ ในขณะที่ระยะ Post emergence มีเปอร์เซ็นต์การงอก และเปอร์เซ็นต์การรอดเท่ากับ 60.00 และ 46.25 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโต พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm มีความยาวต้นและความยาวรากเท่ากับ 0.65 และ 0.38 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 ผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ กัน ต่อเปอร์เซ็นต์การงอก เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิต และการเจริญเติบโตของถั่วผีหลังการเพาะเมล็ด 7 วัน

ความเข้มข้น	การงอกและการเจริญเติบโต			
	การงอก (%)	การรอด (%)	ความยาวต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)
Pre emergence				
Control	100.00a	100.00a	5.77ab	2.48a
625 ppm	98.75a	98.75a	6.64a	2.40a
1,250 ppm	78.75b	61.25b	5.20b	2.01a
2,500 ppm	47.50c	33.75b	2.89c	1.00b
5,000 ppm	0.00d	0.00c	0.00d	0.00c
Early post emergence				
Control	100.00a	100.00a	7.01a	3.05a
625 ppm	100.00a	100.00a	6.32a	2.35b
1,250 ppm	91.75b	91.75b	6.31a	2.21b
2,500 ppm	77.50c	77.50c	3.68b	1.16c
5,000 ppm	0.00d	0.00d	0.00c	0.00d
Post emergence				
Control	100.00a	100.00a	7.97a	3.29a
625 ppm	100.00a	100.00a	5.66b	2.13b
1,250 ppm	98.75a	98.75ab	4.96bc	2.06b
2,500 ppm	86.25b	86.25b	4.20c	1.17c
5,000 ppm	60.00c	46.25c	0.65d	0.38d

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4 ศึกษาวิธีการใช้สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากเลี่ยนที่เหมาะสม

การทดลองที่ 4.1 ศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ในการควบคุมการงอกของเมล็ดพืช ทดสอบ (soil application)

ผลของการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) หลังจากการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน พบว่า หลังการฉีดพ่นสาร ที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) มีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยที่สุด เท่ากับ 57.50, 80.00 และ 80.00 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7, 14 และ 21 หลังการฉีดพ่นสาร ตามลำดับ ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) ในวันที่ 14 และ 21 หลังการฉีดพ่นสาร พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 85.00 และ 85.00 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.10) ในการเจริญเติบโตด้านความยาวต้น พบว่า หลังการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์ ในวันที่ 21 เมื่อระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มสูงขึ้น การเจริญเติบโตด้านความยาวต้นของหญ้าข้าวนกจะลดลง ซึ่งให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.11 และภาพที่ 4.1)

ตารางที่ 4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของหญ้าข้าวนก

ความเข้มข้น (%)	เปอร์เซ็นต์การงอก (%)		
	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21
Control	95.00a	100.00a	100.00a
0.25	92.50a	97.50a	97.50a
0.5	85.00a	95.00ab	95.00ab
1	82.50a	92.50ab	92.50ab
2	80.00a	85.00bc	85.00bc
4	57.50b	80.00c	80.00c

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 แสดงความยาวต้น หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของหญ้าข้าวนก

ความเข้มข้น	ความยาวต้น (เซนติเมตร)			น้ำหนักแห้ง
(%)	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	(กรัม)
Control	5.09a	9.53a	16.45a	0.83a
0.25	4.86a	9.40a	15.92ab	0.62ab
0.5	4.92a	9.50a	14.985b	0.53abc
1	5.16a	9.67a	13.09b	0.49bc
2	4.99a	9.09a	12.58c	0.41bc
4	4.81a	7.95b	9.99d	0.23c

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

ภาพที่ 4.1 แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของหญ้าข้าวนก

ผลของการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของถั่วผี ที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) หลังจากการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์ พบว่า ในวันที่ 7, 14 และ 21 หลังการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์ ที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากันคือ 60.00 เปอร์เซ็นต์ และทุกระดับความเข้มข้น มีเปอร์เซ็นต์การงอกไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.12) ในการเจริญเติบโตด้านความยาวต้น พบว่า ในผลไปในทางเดียวกับหญ้าวข้าวนก โดยหลังการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์ ในวันที่ 7, 14 และ 21 เมื่อระดับความเข้มข้นของสารเพิ่มมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้น การเจริญเติบโตของถั่วผีไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการ (ตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.2)

ตารางที่ 4.12 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของถั่วผี

ความเข้มข้น (%)	เปอร์เซ็นต์การงอก (%)		
	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21
Control	87.50a	95.00a	95.00a
0.25	87.50a	92.50a	92.50a
0.5	80.00ab	85.00a	85.00a
1	80.00ab	82.50a	82.50a
2	80.00ab	80.00a	80.00a
4	60.00ab	60.00a	60.00a

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

ตารางที่ 4.13 แสดงความยาวต้นของถั่วผี หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของถั่วผี

ความเข้มข้น (%)	ความยาวต้น (เซนติเมตร)			น้ำหนักแห้ง (กรัม)
	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	
Control	3.62a	6.75a	10.22ab	0.41a
0.25	3.56a	6.88a	10.41ab	0.43a
0.5	3.52a	6.76a	10.75a	0.39a
1	3.47a	6.72a	10.84ab	0.34ab
2	3.40a	6.68a	10.28ab	0.31ab
4	3.29a	5.09a	9.24b	0.18b

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.2 แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการควบคุมการงอกของถั่วผี

การทดลองที่ 4.2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ในการกำจัดต้นกล้าของพืชทดสอบ (foliar application)

ผลของการงอก การเจริญเติบโตและความเป็นพิษของหญ้าข้าวนก

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) หลังจากการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) มีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยที่สุด คือ 80.00 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7, 14 และ 21 หลังการฉีดพ่นสาร ในการเจริญเติบโตด้านความยาวต้น เท่ากับ 12.81, 14.21 และ 19.63 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.3) ด้านเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษ พบว่า หลังการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์ที่ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษมากที่สุด คือ 47.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก ความยาวต้น และน้ำหนักแห้ง หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของหญ้าข้าวนก

ความเข้มข้น (%)	เปอร์เซ็นต์การงอก (%)	ความยาวต้น (เซนติเมตร)			น้ำหนักแห้ง (กรัม)
		วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	
Control	100.00a	14..48sb	16.99b	23.88a	1.90a
0.25	100.00a	14.01bc	17.01b	23.00ab	1.36b
0.5	100.00a	15.28a	18.95a	22.56ab	1.29b
1	97.50a	15.10ab	19.56a	21.97b	1.16b
2	95.00a	15.05ab	18.29ab	21.71b	1.03b
4	80.00b	12.81c	14.21c	19.63c	0.99b

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

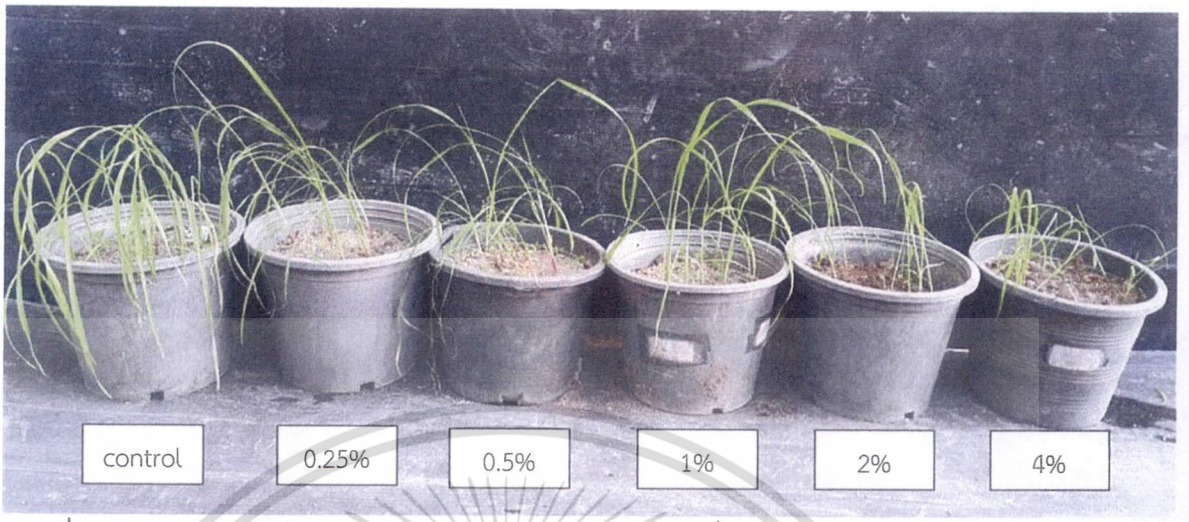
ตารางที่ 4.15 แสดงแสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษของพืชทดสอบ หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL)

ความเข้มข้น (%)	ความเป็นพิษ (%)	
	หญ้าข้าวนก	ถั่วผี
Control	0.00d	0.00d
0.25	12.50cd	12.50c
0.5	15.00c	15.00c
1	22.50bc	27.50b
2	30.00b	32.50b
4	47.50a	52.50a

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

0 = ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้ 10 – 30 = ควบคุมวัชพืชได้เล็กน้อย
40 – 60 = ควบคุมวัชพืชได้ปานกลาง 70 – 90 = ควบคุมวัชพืชได้ดี
100 = ควบคุมวัชพืชได้ดีมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของหญ้าข้าวนก

ผลของการงอก การเจริญเติบโตและความเป็นพิษของถั่วผี

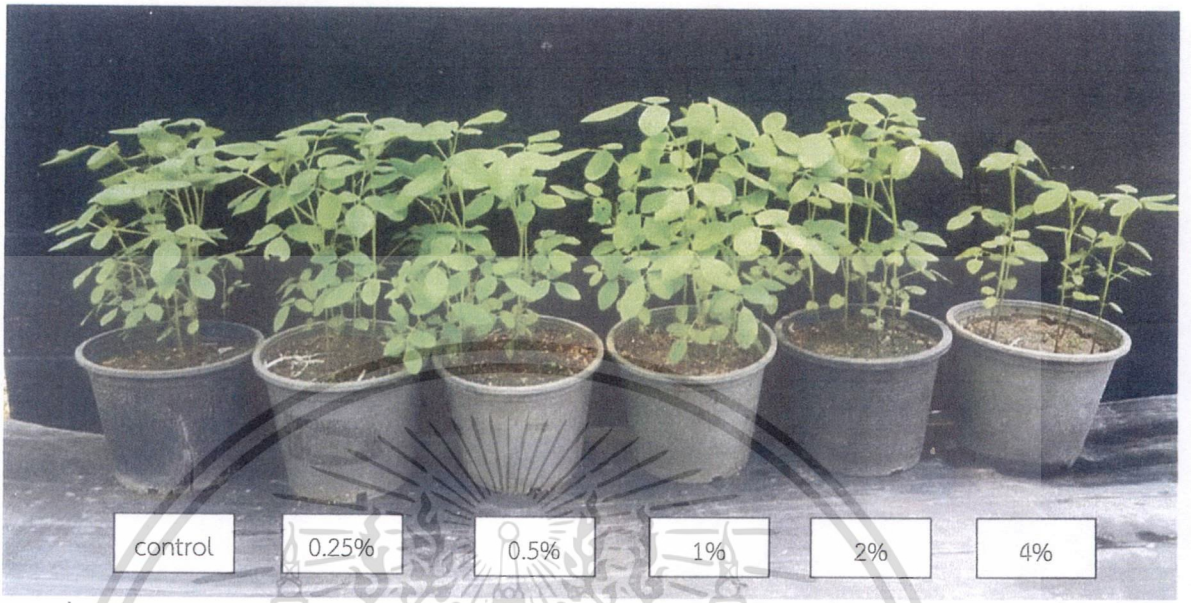
จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของถั่วผี ที่ระดับความเข้มข้น 0.25, 0.5, 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) หลังจากการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) มีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยที่สุด คือ 75.00 เปอร์เซ็นต์ ในวันที่ 7, 14 และ 21 หลังการฉีดพ่นสาร ในการเจริญเติบโตด้านความยาวต้น เท่ากับ 9.35, 12.94 และ 15.51 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.4) ด้านเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษ พบว่า หลังการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์ที่ 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ (สารออกฤทธิ์) มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษมากที่สุด คือ 52.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.16 แสดงเปอร์เซ็นต์การงอก ความยาวต้น และน้ำหนักแห้ง หลังจากฉีดพ่นผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของถั่วผี

ความเข้มข้น	เปอร์เซ็นต์	ความยาวต้น (เซนติเมตร)			น้ำหนักแห้ง
(%)	การงอก (%)	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 21	(กรัม)
Control	100.00a	13.95a	16.76ab	22.09bc	1.90a
0.25	100.00a	13.64a	16.54ab	20.61c	1.36b
0.5	100.00a	14.89a	17.65ab	25.45a	1.29b
1	100.00a	14.58a	17.84a	25.08ab	1.16b
2	87.50a	13.40a	15.83b	25.00ab	1.03b
4	75.00b	9.35b	12.94c	15.51d	0.99b

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ในการกำจัดต้นกล้าของถั่วผี

การทดลองที่ 5 ศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน

การทดลองที่ 5.1 การตรวจสอบฤทธิ์ของสารที่มีผลต่อการแบ่งเซลล์พืช

ผลต่อการแบ่งเซลล์

จากการทดสอบผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ต่อการแบ่งเซลล์ปลายรากหอมหัวใหญ่ ที่ความเข้มข้น 25, 50, 100, 200 และ 400 ppm พบว่าผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน มีผลต่อการแบ่งเซลล์ คือ เมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มมากขึ้น จะมีค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ลดลง และเปอร์เซ็นต์การแบ่งเซลล์ในระยะโพรเฟสเพิ่มขึ้น ในขณะที่เซลล์ที่เข้าสู่ระยะเมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟสลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่แช่ในน้ำกลั่นซึ่งเป็นวิธีการควบคุม และเมื่อจำแนกชนิดความผิดปกติของโครโมโซมในเซลล์ เกิดลักษณะ การขดตัวของโครมาตินในระยะโพรเฟสผิดปกติ เนื่องจากความผิดปกติของสาย Spindle (spindle disturbance at late prophase) การขดตัวกันแน่นของโครโมโซมในระยะเมทาเฟสและแอนาเฟส (chromosome stickiness) โครโมโซมไม่จัดเรียงตัวบริเวณกลางเซลล์ในระยะเมทาเฟส (c-metaphase) การเข้าสู่ขั้วเซลล์ของกลุ่มโครโมโซมในระยะแอนาเฟสช้ากว่าปกติ (delayed anaphase) พบลักษณะผิดปกติในระยะเมทาเฟส และกลุ่มของโครโมโซม 2 กลุ่มในระยะแอนาเฟสไม่ได้จัดเรียงตัวอยู่ในแนวเดียวกัน (diagonal anaphase) ความผิดปกติทั้งหมดในทุกระยะของการแบ่งเซลล์มีค่าระหว่าง 1.68-6.50 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.17, 4.18 และ ภาพที่ 4.5, 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.17 ค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ของรากปลายรากหอมหัวใหญ่ ที่เพาะในผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูแบบสารละลายเข้มข้น (SL)

ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่นับได้	ผลรวมเซลล์ในระยะไมโทซีส	ดัชนีการแบ่งเซลล์	การแบ่งเซลในระยะไมโทซีส		
				ระยะโพรเฟส (%)	ระยะเมทาเฟส (%)	ระยะแอนาเฟส-เทโลเฟส (%)
control	4167	643	15.41 ± 8.40a	87.34 ± 6.27a	6.40 ± a	6.27 ± 5.86a
25	4387	614	14.04 ± 3.98a	86.13 ± 7.45a	6.00a ± b	7.87 ± 4.75a
50	4277	562	13.15 ±3.22 a	88.69 ± 4.65a	5.38 ± ab	5.93 ± 4.35a
100	4594	493	10.63 ± 4.74a	95.73 ± 3.52a	1.78 ± ab	2.49 ± 1.83a
200	4350	408	9.34 ± 3.06a	96.58 ± 6.84a	0.85 ± b	2.56 ± 5.13a
400	Toxic	Toxic	Toxic	Toxic	Toxic	Toxic

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

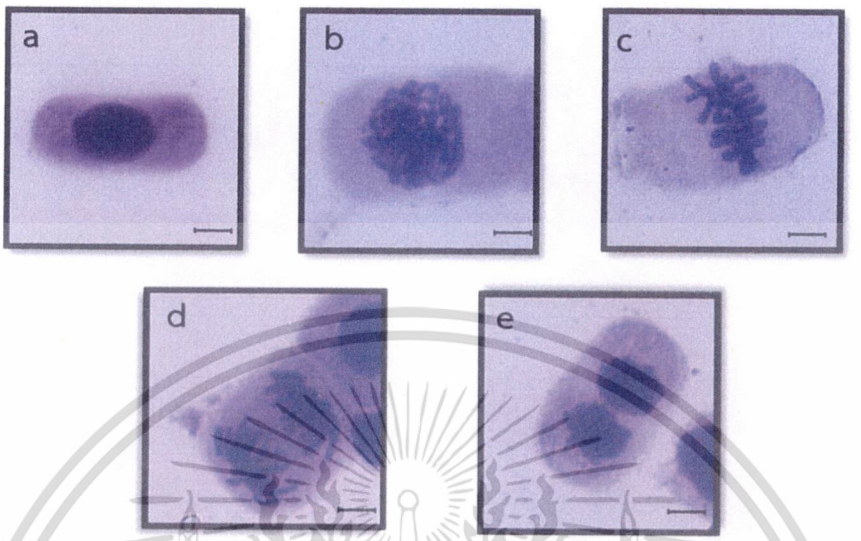
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 ลักษณะความผิดปกติของโครโมโซมของปลายรากหอมหัวใหญ่ที่เพาะในผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูแบบสารละลายเข้มข้น (SL)

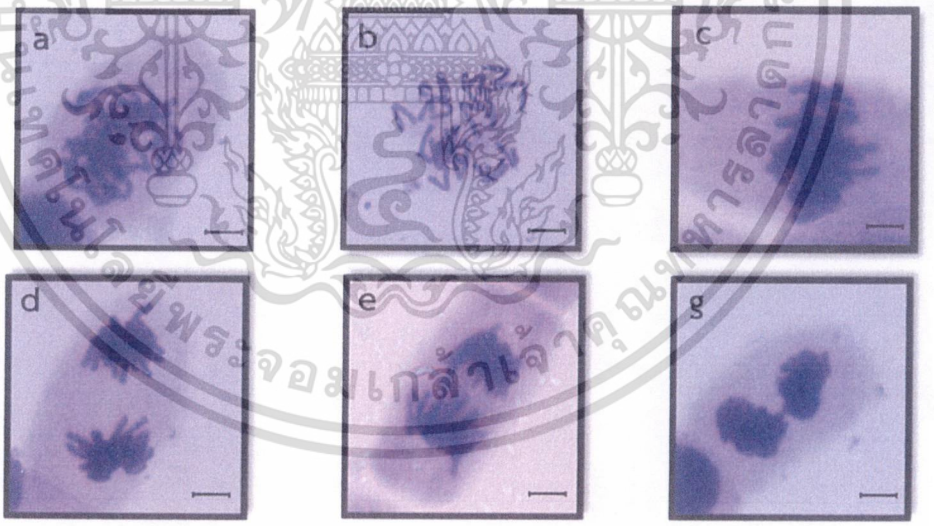
ความเข้มข้น (ppm)	จำนวนเซลล์ทั้งหมดที่นับได้	Spindle disturbance at late prophase (%)	Sticky metaphase (%)	:-Metaphase (%)	Diagonal at anaphase (%)	Sticky anaphase (%)	Delayed anaphase (%)	ผลรวมเซลล์ที่ผิดปกติ (%)
control	4167	0.00c	0.00a	0.00b	0.00b	0.00	0.00	0.00 ± 0.00b
25	4387	1.96ab	0.98a	0.68ab	0.00b	0.18a	0.27a	4.29 ±1.21ab
50	4277	2.29a	1.66a	1.43a	0.16a	0.12a	0.57a	6.50 ± 2.96a
100	4594	0.90abc	0.84a	0.33b	0.00b	0.04a	0.04a	2.22 ± 0.54a
200	4350	0.65bc	0.61a	0.17b	0.00b	0.12a	0.12a	1.68 ± 1.94b
400	Toxic	Toxic	Toxic	Toxic	Toxic	Toxic	Toxic	Toxic

ค่าเฉลี่ยจากจำนวน 4 ซ้ำ ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดย Turkey's Studentized Range Test (p = 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ลักษณะการแบ่งเซลล์ปกติของปลายรากหอมหัวใหญ่ (Bar = 10 µm.)
a. Interphase b. Prophase c. Metaphase
d. Anaphase e. Telophase



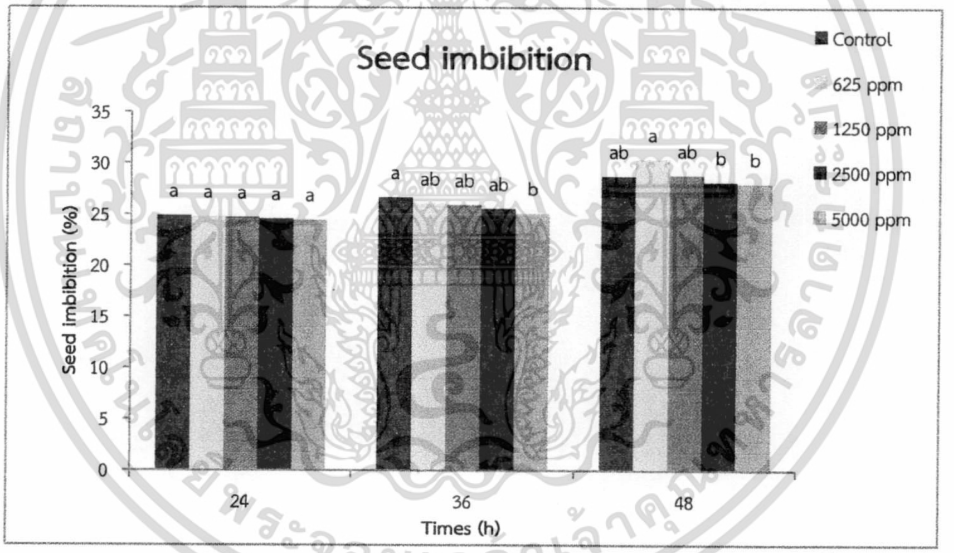
ภาพที่ 4.6 ลักษณะการแบ่งเซลล์ที่ผิดปกติของเซลล์ปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ทดสอบด้วยผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูแบบสารละลายเข้มข้น (SL) (Bar = 10 µm.)
a. Spindle distribution at prophase b. c-Metaphase
c. Sticky metaphase d. Sticky anaphase
e. Delayed anaphase g. Diagonal at anaphase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 5.2 การตรวจสอบฤทธิ์ของสารที่มีผลต่อการดูดน้ำของเมล็ดพืชทดสอบ

ผลของการดูดน้ำต่อเมล็ดหญ้าข้าวนก

จากการทดลองผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ต่อการดูดน้ำของเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 625,1,250, 2,500 และ 5,000 ppm ของสารออกฤทธิ์ โดยเมล็ดแช่สารเป็นระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm ให้ผลไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 24.80, 24.72, 24.57 และ 24.46 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 24.89 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 36 ชั่วโมง พบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น มีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำจะลดลง โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 26.09, 25.94, 25.59 และ 25.14 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยวิธีการวิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 26.68 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง พบว่าผลการทดลองเป็นไปในแนวทางเดียวกับที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 30.42, 28.85, 28.20 และ 28.04 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 28.77 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.7)



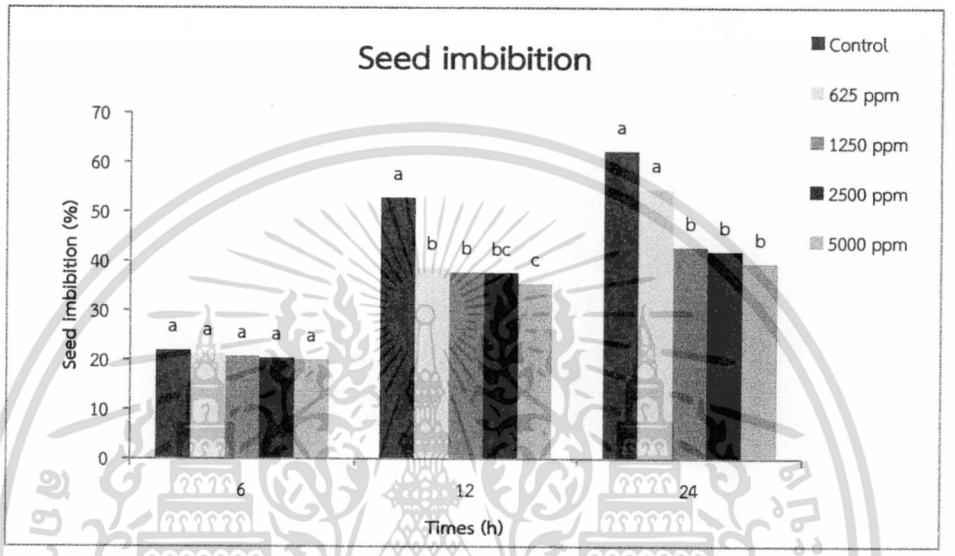
ภาพที่ 4.7 แสดงผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการยับยั้งการดูดน้ำของหญ้าข้าวนกที่ระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง

ผลของการดูดน้ำต่อเมล็ดผักโขมไร้หนาม

จากการทดลองผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ต่อการดูดน้ำของเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 625,1,250, 2,500 และ 5,000 ppm ของสารออกฤทธิ์ โดยเมล็ดแช่สารเป็นระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่าให้ผลการทดลองไปในแนวทางเดียวกับการทดสอบกับเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ที่ระดับความเข้มข้น 625, 1,250, 2,500 และ 5,000 ppm ให้ผลไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการควบคุม โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 21.20, 20.71, 20.32 และ 20.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 21.92 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 12 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 38.72, 37.75, 37.59 และ 35.46 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 52.80 เปอร์เซ็นต์ และที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดยมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 54.60, 42.86, 41.97 และ 39.53 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำเท่ากับ 62.28 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.8)



ภาพที่ 4.8 แสดงผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการยับยั้งการดูดน้ำของผักโขมไร้หนามที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

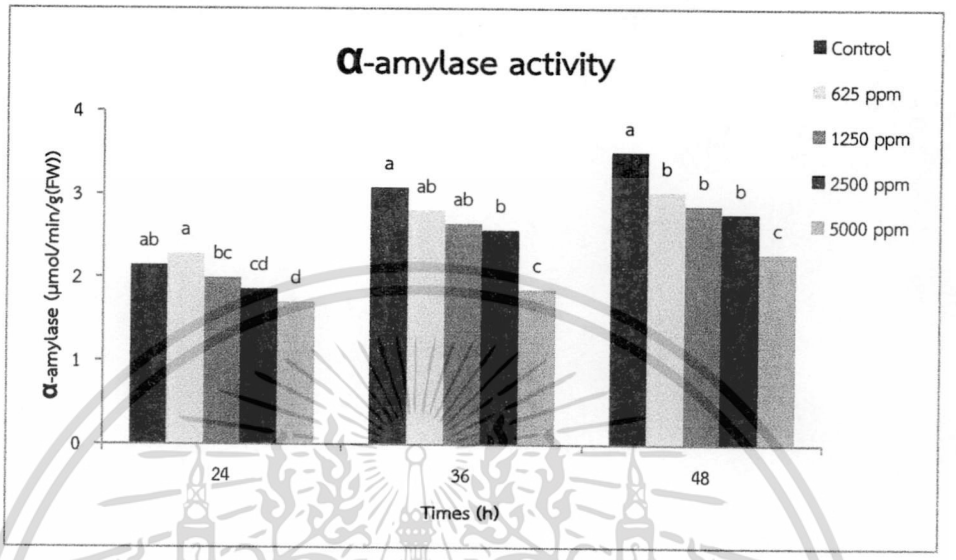
การทดลองที่ 5.3 การตรวจสอบฤทธิ์ของสารที่มีผลต่อการยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสในเมล็ดพืชทดสอบ

ผลของกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสต่อเมล็ดหญ้าข้าวนก

จากการทดลองผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ต่อกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ระดับความเข้มข้น 625,1,250, 2,500 และ 5,000 ppm ของสารออกฤทธิ์ โดยเมล็ดแช่สารเป็นระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสลดลง และค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจะเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาที่ได้รับสารนานขึ้น โดยที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้น 625,1,250, 2,500 และ 5,000 ppm จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 2.28, 1.99, 1.86 และ 1.70 µmol/min/g(FW) ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 2.14 µmol/min/g(FW) ที่ระยะเวลา 36 ชั่วโมง พบว่า จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 2.80, 2.65, 2.57 และ 1.85 µmol/min/g(FW) ตามลำดับ โดยวิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 3.08 µmol/min/g(FW) และระยะเวลา 48 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 3.03, 2.87, 2.77 และ 2.29 µmol/min/g(FW) ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 3.51 µmol/min/g(FW) (ภาพที่ 4.9)

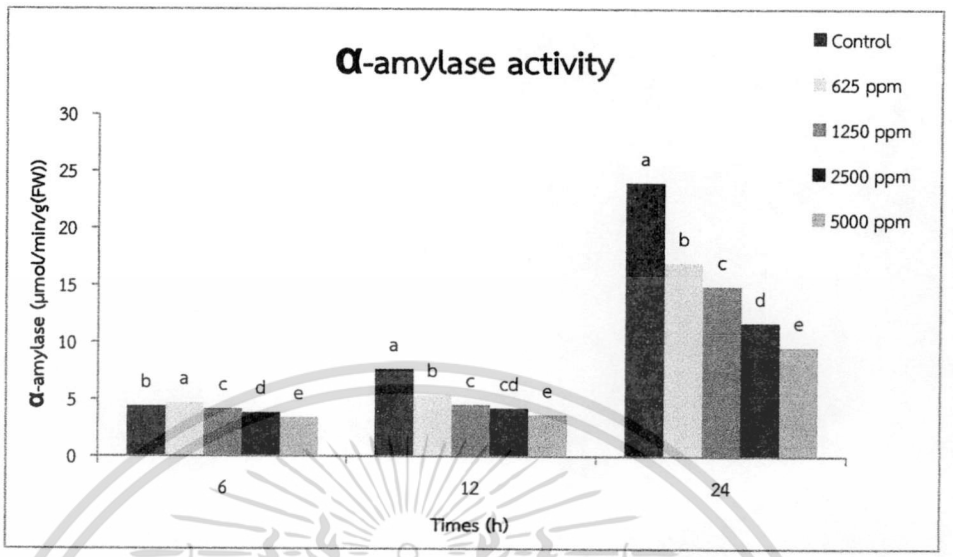


ภาพที่ 4.9 แสดงผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของหญ้าข้าวนกที่ระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง

ผลของกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสต่อเมล็ดผักโขมไร้หนาม

จากการทดลองผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ต่อกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของเมล็ดผักโขมไร้หนาม ที่ระดับความเข้มข้น 625,1,250, 2,500 และ 5,000 ppm ของสารออกฤทธิ์ โดยเมล็ดแช่สารเป็นระยะเวลา 24, 36 และ 48 ชั่วโมง โดยมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม พบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นเพิ่มขึ้น จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสลดลง และค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจะเพิ่มขึ้น ตามระยะเวลาที่ได้รับสารนานขึ้น ซึ่งให้ผลการทดลองไปในแนวทางเดียวกับการทดสอบกับเมล็ดหญ้าข้าวนก โดยที่ระยะเวลา 6 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้น 625,1,250, 2,500 และ 5,000 ppm จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 4.66, 4.17, 3.84 และ 3.38 µmol/min/g(FW) ตามลำดับ ในขณะที่วิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 4.39 µmol/min/g(FW) ที่ระเวลา 12 ชั่วโมง พบว่า จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 5.38, 4.54, 4.22 และ 3.66 µmol/min/g(FW) ตามลำดับ โดยวิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 7.65 µmol/min/g(FW) และระยะเวลา 24 ชั่วโมง พบว่า จะมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 16.96, 14.94, 11.73 และ 9.61 µmol/min/g(FW) ตามลำดับ ขณะที่วิธีการควบคุมมีค่ากิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเท่ากับ 24.01 µmol/min/g(FW) (ภาพที่ 4.10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แสดงผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการยับยั้งกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของผักโขมไร้หนามที่ระยะเวลา 6, 12 และ 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาเปรียบเทียบผลของปริมาณสัดส่วนของเอทานอลต่อน้ำจากใบเลี่ยนที่มีต่อการงอก และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วผี พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0:100 ให้ผลในการยับยั้งการงอกของถั่วผีได้สูงสุด สามารถยับยั้งการรอดชีวิต ความยาวต้น และความรากได้โดยสมบูรณ์ เช่นเดียวกับ Maneechan *et al.* (2011) ศึกษาสารสกัดจากใบพุดจักร(*Tabernaemontana pandacaqui* Lam.) พบว่า อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0 : 100 สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้มากที่สุด และแตกต่างจาก Wichittrakarn *et al.* (2013) ศึกษาการแยกสารสกัดจากใบดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) พบว่า อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 75:25 สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้มากที่สุด และ Laosinwattana and Teerarak (2014) พบว่าสารสกัดจากใบกระถินไทย (*Leucaena Eucocephala*) ที่อัตราส่วน 50:50 สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของโสนและหญ้าข้าวนกได้

จากการศึกษาการแยกชั้นสารด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ (sequential solvent extraction) เรียงลำดับจากสารที่มีขั้วน้อยไปหาสารที่มีขั้วมากคือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอะซิเตท และน้ำ ตามลำดับ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วผี พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm สารสกัดชั้นไดคลอโรมีเทน ให้ผลในการยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกได้สูงสุด และสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ ซึ่งแตกต่างจาก ปริยาภรณ์ และคณะ (2556) ได้ศึกษาผลของใบพลูเขียวโดยใช้วิธี sequential solvent extraction พบว่า สารสกัดชั้นเอทิลอะซีเตทมีผลต่อการยับยั้งการงอก และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วผีมากที่สุดได้โดยสมบูรณ์ และสารสกัดชั้นเอทิลอะซิเตทจากใบใบตะบัน (*Xylocarpus gangeticus* Parkins) สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตหญ้าข้าวนกได้ (Polyium and Panya, 2013)

จากการทดลองเปรียบเทียบผลของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (soluble liquid; SL) รูปแบบเม็ด (Pellets) และรูปแบบผงเปียกน้ำ (wettable powder; WP) ที่มีผลต่อการงอกและเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วผี พบว่าผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอก การรอด และการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ เช่นเดียวกับ Wichittrakarn *et al.* (2014) พบว่าผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบดาวเรืองในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) ให้ผลในการยับยั้งหญ้าวข้าวนกได้ดีที่สุด และผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนในรูปแบบสารละลายเข้มข้นสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วผีในระยะ Pre emergence ได้โดยสมบูรณ์

จากการศึกษาประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ในการควบคุมการงอกและการกำจัดต้นของเมล็ดพืชทดสอบ หลังจากการฉีดพ่นสารผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) พบว่า เมื่อระดับความเข้มข้นของสารเพิ่มมากขึ้น เปอร์เซ็นต์การงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม และเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษจะมากขึ้น เมื่อระดับความเข้มข้นของสารเพิ่มสูงขึ้น

จากการศึกษากลไกการออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน พบว่าผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน รูปแบบสารละลายเข้มข้น (SL) มีค่าดัชนีการแบ่งเซลล์ลดลง ในขณะที่เซลล์ที่เข้าสู่ระยะเมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟสลดลง เกิดลักษณะ การขดตัวของโครมาตินในระยะโพรเฟสผิดปกติ เนื่องจากความผิดปกติของสาย Spindle (spindle disturbance at late prophase) การขดตัวกันแน่นของโครโมโซมในระยะเมทาเฟสและแอนาเฟส (chromosome stickiness) โครโมโซมไม่จัดเรียงตัวบริเวณกลางเซลล์ในระยะเมทาเฟส เช่นเดียวกับ กนกพร และคณะ (2552) ศึกษาผลของสารสกัดน้ำจากใบพุทธชาติก้านแดงต่อดัชนีการแบ่งเซลล์ และความผิดปกติของเซลล์หอมหัวใหญ่ พบว่าดัชนีการแบ่งเซลล์ที่บริเวณปลายรากหอมหัวใหญ่ที่ได้รับสารสกัดจากพุทธชาติก้านแดงลดลงตามความเข้มข้นของสารสกัดที่เพิ่มขึ้น และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของจำนวนเซลล์ที่เข้าสู่ระยะโปรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส และเทโลเฟส เซลล์ในระยะโปรเฟสมีอัตราเพิ่มสูงขึ้น ส่วนเซลล์ที่เข้าสู่ไมโทติกในระยะอื่นๆ มีสัดส่วนลดลง อิทธิพลของสารสกัดจากพุทธชาดก้านแดง ทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของโครโมโซมที่ผิดปกติ และรบกวนการสร้างสายสปินเดิลภายในเซลล์ สารสกัดจากพุทธชาติก้านแดงแสดงถึงความเป็นพิษต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ของรากหอมหัวใหญ่ และ Teerarak et al. (2012) ศึกษาผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดจากใบประยงค์ พบว่าสารสกัดชั้นเอทิลอะซิเตทสามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์ และเกิดการชักนำให้เกิดความผิดปกติของการแบ่งเซลล์ของรากหอมหัวใหญ่

จากการทดสอบฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนต่อการดูดน้ำและกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของเมล็ดพืชทดสอบ พบว่า เปอร์เซ็นต์การดูดน้ำและกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสของเมล็ดจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาของการแช่สารเพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์การดูดน้ำและกิจกรรมเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสจะลดลงตามระดับความเข้มข้นของสารผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยนที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ Ittiwechchai et al. (2014) ศึกษาผลิตภัณฑ์น้ำมันหอมระเหยจากอบเชยจีน พบว่าการดูดน้ำและกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาแช่สารที่นานขึ้นและที่ระยะเวลาเดียวกันการดูดน้ำและกิจกรรมของเอนไซม์แอลฟาอะไมเลสลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ควรศึกษาถึงเรื่องระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์กำจัดวัชพืชจากใบเลี่ยน เพื่อดูการเสื่อมสลายของสารออกฤทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กนกพร ช้างเสวก จันทณี สนธิ มณทินี ธีรารักษ์ พัชนี เจริญยิ่ง และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2552. ผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดจากพุทธชาติก้านแดงต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ของหอมหัวใหญ่. ในรายงานการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8. วันที่ 6-9 พ.ค., มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่. หน้า 211.

กนกพร ช้างเสวก จำรูญ เล้าสินวัฒนา และมณทินี ธีรารักษ์. 2553. ศักยภาพของสารสกัดจากชะอมในการยับยั้งการงอกการเจริญเติบโต และการแบ่งเซลล์ของพืชทดสอบ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28(2): 65-73.

ขวัญกมล ทวายตาคา สรัญญา วัชโรทัย และณัฏฐา เสนีวาส. 2556. ผลของสารสกัดจากใบของหยีน้ำ (*Millettia pinnata* (L.) Panigrahi) ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าของพืชบางชนิด. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 44(2) (พิเศษ): 73-76.

ชัด หนูเหมือน และ ปราโมทย์ พรสุริยา. 2553. การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมอย่างแคบของลักษณะผลในประชากรมะระขี้นกจากพันธุ์พื้นเมือง. วารสารวิจัยมทร.ตะวันออก. 3(2): 89-95.

เต็ม สมิตินันท์. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์-ชื่อพื้นเมือง) ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. กรมป่าไม้. กรุงเทพฯ.

ทศพล พรพรหม. 2554. สารป้องกันกำจัดวัชพืช : หลักการและกลไกการทำลายพืช สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 396 หน้า.

ธวัชชัย รัตน์ชเลช. 2540. เทคโนโลยีสารกำจัดวัชพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ.

บุญรอด ชาติยานนท์ เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ และสมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2557. ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากใบพืชวงศ์กะเพราบางชนิดต่อการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าขจรจบดอกเหลือง (*Pennisetum setosum* L.). วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 6(3): 121-132.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2537. การใช้สารกำจัดวัชพืช. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. วัชพืชศาสตร์. ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. 585 หน้า.

พัชนี เจริญยิ่ง จำรูญ เล้าสินวัฒนา และภัทรนันท์ โชติแสง. 2551. ผลของสารสกัดจากใบกัดลิ้นต่อการงอกและการเจริญเติบโตของกวางตุ้ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39(3) (พิเศษ): 496-499.

ไพรินทร์ กร่ำศรี ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา มณทินี ธีรารักษ์ และอำพร สุวรรณเมฆ. 2555. ผลทางอัลลีโลพาธีและการแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ของก้นจ้ำขาว. ในเรื่องเต็มการประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก หน้า 138-144.

ภัทริน วิจิตรตระการ มณทินี ธีรารักษ์ พัชนี เจริญยิ่ง และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2555. ผลในการยับยั้งการงอกของสารสกัดน้ำจากดาวเรืองและการแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30(3): 87-94.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2547. สารป้องกันกำจัดวัชพืช : กลไกการเข้าทำลาย. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัตนา อินทรานุปกรณ์. 2550. การตรวจสอบการสกัดแยกสาระสำคัญจากสมุนไพร. กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา และดารารัตน์ มณีจันทร์. 2547. ผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดที่แยกด้วยวิธี Solvent Partitioning จากใบพุทธชาติก้านแดงต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 35(5-6) (พิเศษ): 223-226.

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา และปทุม อิ่มมหจินดา. 2553. ผลของสารสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์จากใบเลี่ยนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41(2) (พิเศษ): 597-600.

สมศักดิ์ อภิสิทธิวาณิช และสุมน มาสุธน. 2543. การศึกษาโครโมโซมพืชด้วยการย่อยเซลล์. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 54(3) : 178-183.

สุขุมาลย์ เลิศมงคล. 2558. ผลทางอัลลิโลพาธิกของผักเสี้ยนดอกม่วงต้นสดและต้นแห้งต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและผักโขมหนาม. วารสารวิจัย. 8(1): 1-6.

สุพัตรา คาเรียง วรรทณา สินศิริ นริศ สินศิร และวรัญญู แก้วดวงตา. 2557. ผลของสารสกัดหยาบจากข่าต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชปลูกและวัชพืชบางชนิด. แก่นเกษตร. 42(1) (พิเศษ): 57-62.

อัญชลี จาละ และอมรทิพย์ วงศ์สารสิน. 2556. ผลของสารอัลลีโลพาทีจากต้อยติ่งที่มีต่อการงอกของเมล็ดไมยราบ ผักเสี้ยนผี และผักโขมหิน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21(6) (พิเศษ): 558-564.

อานุช คีรีรัฐ นิคม ทิพย์ทิวา สัมพันธมิตร จุรีพร แสงแก้ว และศศิธร ณ พิชัย. 2556. ความหลากหลายชนิดของพันธุ์ไม้และปริมาณคาร์บอนสะสมของป่าชุมชนบ้านพานแพ อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก. 6(1): 56-62.

Anderson, W.P. 1996. Weed Science: Principles and Application. third edition. St. Paul : West Publishing Company.

Bonner, F.T. and Grano, C.X. 1974. Melia azedarach L. Seed of woody plants in the United States. Agriculture Hand Book No. 450 : 535-536.

Cheng, H.H. 1989. Assessment of the fate and transport of allelochemicals in the soil. In C.H. Chou and G.R. Waller, eds. Phytochemical Ecology: Allelochemicals, Mycotoxins and Insect Pheromones and Allomones. Academia Sinica Monograph Ser. No.9, Acad. Sinica, Taipei, ROC. pp. 209-216.

Chon, S.U. and Kim, J.D. 2002. Biological activity and quantification of suspected allelochemicals from alfalfa plant parts. Journal of Agronomy and Crop Science. 188: 281-285.

Devine, M., Duke, O.S. and Fedtke, C. 1993. Physiology of herbicide action. New Jersey: PTR Prentice-Hall, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hedge, R.S., and Miller, D.A. 1990. Allelopathic and autotoxicity in alfalfa : characterization and effects of preceding crops and residue incorporation. Crop Science. 30(6) : 1255-1259.

Inderjit, S. and Duke, O. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy. Planta. 217: 529-539.

Ittiwechchai, A., Wichittrakarn, P., Changsawake, K., Teerarak, M. and Laosinwattana, C. 2014. Potential of essential oil from cassia (*Cinnamomum cassia*) on seed germination, imbibition and α-amylase activity of *Echinochloa crus-galli*. pp. 478-485. In proceedings Seoul International Conference on Biological Engineering & Natural Science Courtyard by Marriott Seoul Times Square, South Korea.

Karas, M., Nowakowska, J., Sliwinska, E., Pilarski, R., Ilasz, R., Tykarska, T., Zobel, A. and Gulewic, K. 2006. Changes in chromosome structure, mitotic activity and nuclear DNA content from cells of Allium Test induced by bark water extract of *Uncaria tomentosa* (Willd.) DC. Journal of Ethnopharmacology. 107: 211-221.

Maity, J.P., Chakraborty, S., Kar, S., Panja, S., Jiin-Shuh, J., Samal, A.C., Chakraborty, A. and Santa, S.C. 2009. Effects of gamma irradiation on edible seed protein, amino acids and genomic DNA during sterilization. Food Chemistry. 114: 1237-1247.

Maneechan, S., Phuwiwat, W., Laosinwattana. C. and Teerarak, M. 2011. Solvent extraction method and partial separation of active compound from banana bush (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam.). pp. 146-152. In The 6th World Congress on Allelopathy. Guangzhou, China.

Marcano, L., Carruyo, I., Del-Campo, A. and Montiel, X. 2003. Cytotoxicity and mode of action of maleic hydrazide in root tips of *Allium cepa* L. Environmental Research. 94: 221-226.

Oliva, A., Moraes, R.M., Watson, S.B., Duke, S.O. and Dayan, F.E. 2002. Aryltetralin lignans inhibit plan growth by affecting the formation of mitotic microtubelar organizing centers. Pesticide Biochemistry and Physiology. 72: 45-54.

Poonpaiboonpipat, T., Pangnakorn, U., Suvunnamek, U., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2013. Phytotoxic effects of essential oil from *Cymbopogon citratus* and its physiological mechanisms on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*). Industrial Crops and Products. 41: 403-407.

Poonpaiboonpipat, T., Teerarak, M., Phuwiwat, W., Laosinwattana, C. 2011. Allelopathic effects of arabian jasmine (*Jasminum sambac* Ait.) and preliminary test for estimation of its natural herbicide activity. Journal of Agricultural Technology. 7(4): 1075-1087.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Radic, S., Prolic, M., Pavlicab, M. and Pevalek-Kozlinaa, B. 2005. Cytogenetic effect of osmotic stress on the root meristem cell of *Centauren regusina* L. Environmental and Experimantal Botany. 54: 213-218.

Rice, E.L. 1984. Allelopathy. 2th ed. Academic Press, Inc., Florida, U.S.A.

Smith, A.E. 1995. Handbook of weed management systems. Marcel Dekker. Inc. New York. 758p.

Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2012. Physiological and cellular mechanisms of natural herbicide resource from *Aglaia odorata* Lour. on bioassay plants. Acta Physiol Plant. 34: 1277-1285.

Warren, G.F. and Hess, E.D. 1993. Classification of herbicides. pp. 63-66. In S.C. Weller et al. (eds.). Herbicide Action No. 1. Purdue University, West Lafayette, IN.

Wichittrakarn, P., Laosinwattana, C., Teerarak, M. 2013. Allelopathic potential of *Tagetes erecta* Linn.; optimal extraction of active compounds. pp. 391-397. In proceeding 24th Asian-pacific weed society conference, October 22-25, Bandung, Indonesia.

Wichittrakarn, W., Laosinwattana, C., Teerarak. M., and Charoenying, P. 2011. Optimal extraction conditions use for allelchemical extract from *Tagetes erecta* Linn. 153-157. In The 6th World Congress on Allelopathy. Guangzhou, China.

Xuan T.D., Tsuzuki, E., Terao, H., Matsuo, M. and Khanh, T.D.. 2003. Correlation between Growth Inhibitory Exhibition and suspected Allelochemicals (Phenolic Compounds) in the Extract of Alfafa (*Medicago sativa* L.). Plant production Science. 6(3) : 165-171.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่อยู่ระหว่างการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมในการสกัดสารอัลลีโลพาทีจากใบเลี่ยน

Studies on Optimal Organic Solvents for the Extraction of Allelochemicals from *Melia azedarach* L. Leaves

ภัทริน วิจิตรระการ[1] มณทินี อีรารักษ์[1] และจำรูญ เล้าสินวัฒนา[1]
Pattharin Wichittrakarn[1] Montinee Teerarak[1] and Chamroon Laosinwattana[1]

บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบเลี่ยน (*Melia azedarach* L.) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่อัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ที่ระดับความเข้มข้น 1,250, 2,500, 5,000 และ 10,000 ppm ต่อการการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* L.) โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม พบว่า ที่อัตราส่วน 0:100 (เอทานอลต่อน้ำ) ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลในการยับยั้งการงอกสูงสุด และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือ 25:75, 75:25, 50:50 และ 100:0 ตามลำดับ โดยการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดให้ผลในการยับยั้งเพิ่มขึ้น และปริมาณของสารสกัดขึ้นอยู่กับสัดส่วนของตัวทำละลาย เมื่อทำการสกัดแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์จากใบเลี่ยนตามลำดับความมีขั้วของตัวทำละลาย (Sequential solvent extraction) เรียงลำดับจากสารที่มีขั้วน้อยไปหามาก คือ เฮกเซน (Hexane) ไดคลอโรมีเทน (CH_2Cl_2) และ เอทิลอะซิเตท (EtOAc) ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดหยาบจากไดคลอโรมีเทน ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลต่อการยับยั้งการงอกถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ และที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm ขึ้นไป สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือ สารสกัดหยาบจากเอทิลอะซิเตท และเฮกเซน เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ใบเลี่ยนมีสารอัลลีโลพาที ซึ่งใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: เลี่ยน สารสกัดหยาบ การงอกและการเจริญเติบโต

Abstract

To study the efficacy of extract from *Melia azedarach* L. leaf by using ethanol:water extraction at the ratio 0:100 25:75 50:50 75:25 and 100:0 were tested at the concentrations of 1,250, 2,500, 5,000 and 10,000 ppm on seed germination and seedling growth of *Phaseolus lathyroides* L. The distilled water was used as the control. The result showed that at the concentration of 10,000 ppm of crude extract at ratio of 0:100 had the highest inhibitory effects on seed germination and completely inhibited seedling growth of *P. lathyroides*, followed by the ratio at 25:75, 75:25, 50:50 and 100:0, respectively. The effect was increased when the higher concentrations were applied. Partially separation of active compounds was done by sequential solvent extraction using hexane dichloromethane and ethylacetate, respectively. Results revealed that dichloromethane fraction at concentrations of 10,000 ppm completely inhibited seed germination and the concentrations of 5,000 ppm completely inhibited seedling growth of *P. lathyroides*, followed by ethylacetate and hexane fraction when compared with the control. These results indicated that *M. azedarach* has allelochemicals and are the primary basis of data on developing in the future.

Keywords: *Melia azedarach* L., crude extract, germination and seedling growth

[1] สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัญหาสำคัญของเกษตรกรในการเพาะปลูกคือ การระบาดของศัตรูพืช การใช้สารเคมีในการป้องกันและกำจัดโรคพืช แมลง และวัชพืช ยังคงมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาการทางด้านการเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตสูง เนื่องจากเป็นวิธีที่ สะดวก รวดเร็ว ประหยัดแรงงาน ต้นทุน และมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งการใช้สารเคมีจะก่อให้เกิดปัญหาตามมาด้วย ไม่ว่าจะเป็นสารพิษตกค้างในดิน น้ำ อากาศ ทำให้ความสมดุลธรรมชาติเสียหาย ระบบวนเกษตรถูกรบกวน (กมล และคณะ, 2553) นอกจากนี้ยังมีการตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทย พบว่า ผลผลิตมีสารพิษตกค้างอยู่สูงจนในผลผลิตบางชนิดไม่ผ่านมาตรฐานมีผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าเกษตรของไทย นอกจากนี้การที่คนไทยบริโภคผลผลิตที่มีสารพิษตกค้างอยู่ทำให้มีการสะสมสารพิษในร่างกายเป็นระยะเวลานาน และเกิดการเจ็บป่วย เช่น โรคภูมิแพ้ โรคเครียด และโรคมะเร็ง เป็นต้น (วัชราพร และคณะ, 2558) ซึ่งเป็นอันตรายต่อตัวเกษตรกรและประชาชนผู้บริโภคอีกด้วย จากผลกระทบที่เกิดขึ้น การใช้สารเคมีทางการเกษตร นับว่าเป็นปัญหาที่หลายฝ่ายควรให้ความสำคัญ ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของความไม่ยั่งยืนของผลผลิตทางการเกษตร ด้วยความตระหนักถึงพิษภัยและอันตรายที่เกิดขึ้น จึงได้มีการศึกษา ค้นคว้า และวิจัย แนวทางเลือกใหม่หันมาใช้การทำเกษตรอินทรีย์กันมากขึ้น โดยการนำสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ ลดปริมาณ หรือทดแทนการใช้สารเคมี สร้างความปลอดภัยต่อระบบนิเวศเกษตร และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พืชหลายชนิดมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที (allelopathy) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีระหว่างพืชด้วยกันโดยการปลดปล่อยสารบางชนิดออกมาแล้วมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชที่อยู่ใกล้เคียงและแสดงผลจำเพาะเจาะจงกับพืชเป้าหมาย (พรชัย, 2540) ทั้งทางด้านบวกและด้านลบต่อพืชและจุลินทรีย์ (อานุช และคณะ, 2556) ผลทางด้านบวก เช่น กระตุ้นการงอกของเมล็ดหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชและจุลินทรีย์ (ชัด และปราโมทย์, 2553) ผลทางด้านลบ ได้แก่ ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชต้นอื่นรวมทั้งจุลินทรีย์ด้วย (Cheng, 1989) สารที่พืชปลดปล่อยออกมาเรียกว่าสารอัลลีโลเคมิคอล (allelochemicals หรือ allelopathic substances) จากงานวิจัยก่อนหน้านี้ การสกัดสารที่มีอยู่ในพืชด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากทำได้ง่าย รวดเร็ว และมีค่าใช้จ่ายไม่สูง เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของพืชที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่นๆ สามารถตรวจสอบโดยการวัดอัตราการงอก การเจริญเติบโตของพืชที่ต้องการทดสอบ (Chon and Kim, 2002) จากรายงานการวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่าสารสกัดจากชะอม (*Acacia pennata* (L.) Willd. subsp.*insuavis* Nielsen) ดาวเรือง (*Tagetes erecta* L.) ต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa*) ข่า (*Alpinia galangal* L.) ผักเสี้ยนดอกม่วง (*Cleome rutidosperma* DC.) ใบพืชวงศ์กะเพรา (Lamiaceae) หญ้าน้ำ (*Millettia pinnata* (L.) Panigrahi) และก้นจ้ำขาว (*Bidens pilosa* L.) (ทนพร และคณะ, 2553; ภัทริน และคณะ, 2555; อัญชลี และอมรทิพย์, 2556; สุพัตรา และคณะ, 2557; สุชุมาลย์, 2558; บุญรอด และคณะ, 2557; ขวัญกมล และคณะ, 2556; ไพรินทร์ และคณะ, 2555) สามารถยับยั้งการงอกของเมล็ด และยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ และ Phuwiwat *et al.* (2012) ได้ศึกษาผลของสารสกัดจากใบเลี่ยนต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) และถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* L.) วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาสารสกัดโดยใช้ตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมในการสกัดสารอัลลีโลพาทีจากใบเลี่ยน ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทำละลายอินทรีย์ (เอทานอล:น้ำ) ในการสกัดสารออกฤทธิ์จากใบเลี่ยน

นำใบเลี่ยนมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ตัดใบเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนักสกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่อัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 (ปริมาตรต่อปริมาตร) สกัดทิ้งไว้ 72 ชั่วโมง จากนั้นกรองสารละลายผ่านกระดาษกรอง แยกส่วนกาก (residue) สกัดอีก 3 รอบ แล้วนำสารสกัดที่ได้ในแต่ละรอบประเหยออกให้แห้งด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ การทดสอบในจานทดลอง นำสารสกัดหยาบที่ได้ในแต่ละตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำ มาเจือจางให้ได้ที่ระดับความเข้มข้น 1,250, 2,500, 5,000 และ 10,000 ppm โดยใส่สารสกัดปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในจานทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร ซึ่งรองพื้นจานทดลองด้วยกระดาษเพาะเมล็ดเพื่อเป็นวัสดุดูดซับความชื้น ปล่อยให้สารสกัดถูกดูดซึม และกระจายในจานทดลองอย่างสม่ำเสมอ โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม ทำการทดสอบกับเมล็ดถั่วผี นำเมล็ดถั่วผีที่คัดเลือกแล้วมาจัดเรียงวางจำนวน 20 เมล็ดต่อจานทดลอง โดยให้มีระยะห่างระหว่างเมล็ดเท่าๆ กัน ปิดฝาครอบจานทดลองเพื่อป้องกันการระเหยของสารสกัด นำจานทดลองทั้งหมดวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design จำนวน 4 ซ้ำ ทำการตรวจนับจำนวนการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันหลังจากทำการทดสอบ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 2 การศึกษาสารสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

นำใบเลี่ยนแห้งมาบดให้เป็นชิ้นขนาดเล็ก สกัดใบเลี่ยนด้วยวิธีการสกัดตามลำดับความมีขั้วของตัวทำละลาย (Sequential solvent extraction) โดยนำใบเลี่ยนแห้งแช่ในตัวทำละลายอินทรีย์ 3 ชนิด เรียงลำดับจากสารที่มีขั้วน้อยไปหามาก คือ เฮกเซน (Hexane) ไดคลอโรมีเทน (CH_2Cl_2) และเอทิลอะซิเตท (EtOAc) ตามลำดับ (ภาพที่ 1)โดยสกัดในตัวทำละลายแต่ละชนิดเป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบกำหนดเวลา นำสารสกัดที่ได้มากรองผ่านผ้าขาวบาง และกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 93 จากนั้นนำสารสกัดที่ได้นำไประเหยด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศ ซึ่งจะได้สารสกัดหยาบจากเฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเอทิลอะซิเตท นำสารสกัดมาเจือจางด้วยตัวทำละลาย ที่ระดับความเข้มข้น 1,250, 2,500, 5,000 และ 10,000 ppm ใส่สารสกัดแต่ละความเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ในจานทดลอง ปล่อยให้สารดูดซึมและกระจายในจานทดลองอย่างสม่ำเสมอ ปล่อยให้ตัวทำละลายระเหย จนแห้ง จากนั้นเติมน้ำกลั่นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ในแต่ละจานทดลอง โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม ทำการทดสอบกับเมล็ดถั่วผี จัดเรียงวางจำนวน 20 เมล็ดต่อจานทดลอง ปิดฝาครอบจานทดลองเพื่อป้องกันการระเหยของสารสกัด นำจานทดลองทั้งหมดวางไว้ในตู้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design จำนวน 4 ซ้ำ ทำการตรวจนับจำนวนการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชทดสอบที่ 7 วันหลังจากทำการทดสอบ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับ ความเชื่อมั่น 95%

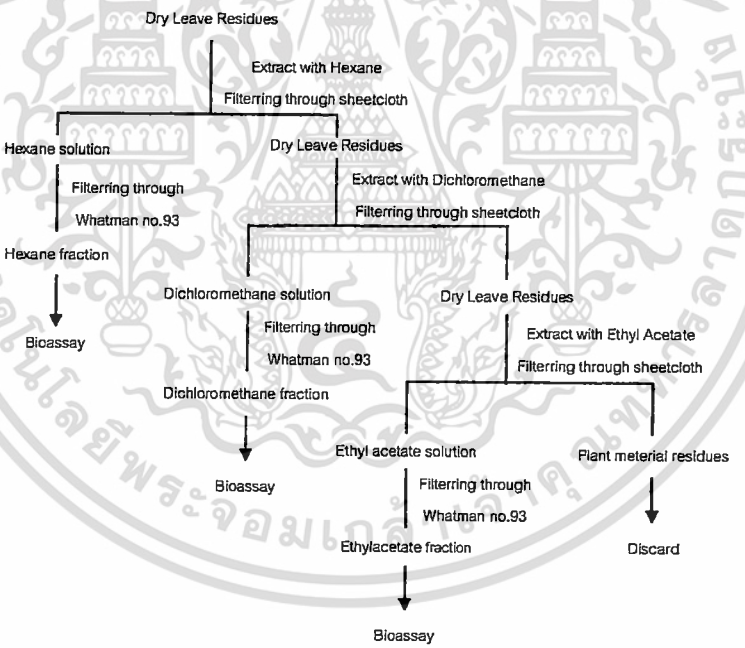


Figure 1 Flow chart for sequential solvent extraction from dried leaves of *Melia azedarach* L.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของตัวทำละลายอินทรีย์ (เอทานอล:น้ำ) ในการสกัดสารออกฤทธิ์จากใบเลี่ยน

จากผลการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบเลี่ยน ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่อัตราส่วน 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 (ปริมาตรต่อปริมาตร) ที่ระดับความเข้มข้น 1,250, 2,500, 5,000 และ 10,000 ppm ต่อการการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี โดยมีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0:100 ให้ผลในการยับยั้งการงอกสูงสุด มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 55.00 เปอร์เซ็นต์ และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือ อัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 25:75, 75:25, 50:50 และ 100:0 เปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 71.25, 97.50, 98.75 และ 98.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนการเจริญเติบโตด้านความยาวต้นและความยาวรากให้ผลไปในทิศทางเดียวกับเปอร์เซ็นต์การงอก ซึ่งพบว่า ทุกอัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำ มีความยาวต้นและความยาวรากจะลดลงตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (Table 1) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับ Maneechan *et al.* (2011) ศึกษาสารสกัดจากใบพุดจักร(*Tabemaemontana pandacaqui* Lam.) ด้วยตัวทำละลายอัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 0:100 สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้มากที่สุด และให้ผลแตกต่างจาก Wichittrakarn *et al.* (2011) พบว่า สารสกัดจากใบดาวเรืองที่ใช้ตัวทำละลายอัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำที่ 75:25 สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกได้มากที่สุด และงานวิจัยของ Laosinwattana *et al.* (2014) พบว่า ใบแห้งของกระถินไทยที่สกัดด้วยอัตราส่วนเอทานอลต่อน้ำ 50:50 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของ หญ้าข้าวนกและโสนได้ดีที่สุด

การทดลองที่ 2 การศึกษาสารสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ

จากการทดสอบการสกัดแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์จากใบเลี่ยนตามลำดับความมีขั้วของตัวทำละลาย (Sequential solvent extraction) เรียงลำดับจากสารที่มีขั้วน้อยไปหามาก คือ เฮกเซน ไดคลอโรมีเทน และเอทิลอะซิเตท ตามลำดับ ที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผี ที่ระดับความเข้มข้น 1,250, 2,500, 5,000 และ 10,000 ppm ซึ่งมีน้ำกลั่นเป็นวิธีการควบคุม จากผลการทดลองพบว่า สารสกัดหยาบจากไดคลอโรมีเทน ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีผลต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ และที่ระดับความเข้มข้น 5,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 30.00 เปอร์เซ็นต์ และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือ สารสกัดหยาบจากเอทิลอะซิเตท และเฮกเซน โดยที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 71.25 และ 97.50 เปอร์เซ็นต์ ด้านการเจริญเติบโตพบว่า สารสกัดหยาบจากเอทิลอะซิเตท และเฮกเซน ที่ระดับความเข้มข้น 10,000 ppm มีความยาวต้นเท่ากับ 2.51 และ 7.94 เซนติเมตร มีความยาวรากเท่ากับ 1.07 และ 2.08 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการควบคุม (ภาพที่ 2) ซึ่งให้ผลแตกต่าง จากงานวิจัยของ Chotsaeng *et al.* (2012) ศึกษาสารสกัดจาก *Phomidium angustissimum* และใบพลูเขียว (*Piper betle* L.) (ปริยาภรณ์ และคณะ, 2556) พบว่า สารสกัดหยาบจากเอทิลอะซิเตท สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้มากที่สุด ส่วน งานวิจัยของ ภาวิณี และคณะ (2556) พบว่าสารสกัดหยาบจากเอทาอลของใบปอขี้ไก่ สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้

สรุป

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดจากใบเลี่ยน (*Melia azedarach* L.) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลต่อน้ำที่อัตราส่วน 0:100 ให้ผลในการยับยั้งการงอกสูงสุด และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ โดยการเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดให้ผลในการยับยั้งเพิ่มขึ้น และปริมาณของสารสกัดขึ้นอยู่กับสัดส่วนของตัวทำละลาย เมื่อทำการสกัดแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์จากใบเลี่ยนตามลำดับความมีขั้วของตัวทำละลาย (Sequential solvent extraction) พบว่า สารสกัดหยาบจากไดคลอโรมีเทน สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้โดยสมบูรณ์ รองลงมาคือ สารสกัดหยาบจากเอทิลอะซิเตท และเฮกเซน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ใบเลี่ยนมีสารอัลลีโลพาที ซึ่งใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 1 Effect of extract from *Melia azedarach* L. leaf by using ethanol:water extraction on seed germination and seedling growth of *P. lathyroides* at 7 days after treatment.

Ethanol:water extraction	Germination (%)	Shoot length (cm.)	Root length (cm.)
Control	100.00^{a}	7.18^{abc}	2.82^{a}
0:100			
1,250 ppm	100.00^{a}	7.41^{abc}	2.81^{a}
2,500 ppm	90.00^{a}	5.75^{bc}	1.48^{ab}
5,000 ppm	61.25^{d}	1.51^{d}	0.42^{b}
10,000 ppm	55.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{b}
25:75			
1,250 ppm	100.00^{a}	7.21^{abc}	3.08^{a}
2,500 ppm	97.50^{ab}	7.30^{abc}	2.84^{a}
5,000 ppm	82.50^{bc}	5.33^{c}	1.59^{ab}
10,000 ppm	71.25^{cd}	0.73^{d}	0.41^{b}
50:50			
1,250 ppm	100.00^{a}	7.93^{a}	3.09^{a}
2,500 ppm	98.75^{ab}	7.83^{ab}	2.87^{a}
5,000 ppm	98.75^{ab}	7.29^{abc}	2.51^{a}
10,000 ppm	98.75^{ab}	7.04^{abc}	2.17^{a}
75:25			
1,250 ppm	98.75^{ab}	7.98^{a}	2.77^{a}
2,500 ppm	98.75^{ab}	7.62^{ab}	2.55^{a}
5,000 ppm	98.75^{ab}	7.61^{ab}	2.27^{a}
10,000 ppm	97.50^{ab}	7.21^{abc}	2.14^{a}
100:0			
1,250 ppm	100.00^{a}	8.58^{a}	2.58^{a}
2,500 ppm	100.00^{a}	8.64^{a}	2.47^{a}
5,000 ppm	100.00^{a}	7.76^{ab}	2.39^{a}
10,000 ppm	98.75^{ab}	7.25^{abc}	2.27^{a}

Note: In each column, means having the same letter are not significantly different according to Tukey's Studentized Range Test at $P < 0.05$ level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Effects of Sequential solvent extraction from *Melia azedarach* L. on seed germination, shoot length and root length of *P. lathyroides* at 7 days after treatment.

Faction	Germination (%)	Shoot length (cm.)	Root length (cm.)
Control	100.00^{a}	8.37^{a}	2.74^{abc}
Hexane			
1,250 ppm	100.00^{a}	8.43^{a}	3.37^{a}
2,500 ppm	98.75^{a}	8.60^{2a}	3.30^{a}
5,000 ppm	98.75^{a}	8.21^{ab}	3.13^{a}
10,000 ppm	97.50^{ab}	7.94^{ab}	2.08^{bcd}
Dichloromethane			
1,250 ppm	82.50^{abc}	6.41^{c}	2.69^{abc}
2,500 ppm	73.75^{bc}	0.82^{e}	0.39^{ef}
5,000 ppm	30.00^{d}	0.00^{e}	0.00^{f}
10,000 ppm	0.00^{e}	0.00^{e}	0.00^{f}
Ethylacetate			
1,250 ppm	98.75^{a}	7.99^{ab}	2.82^{ab}
2,500 ppm	95.00^{abc}	7.20^{abc}	1.99^{bcd}
5,000 ppm	93.75^{abc}	6.75^{bc}	1.73^{cd}
10,000 ppm	71.25^{c}	2.51^{d}	1.07^{de}

Note: In each column, means having the same letter are not significantly different according to Tukey's Studentized Range Test at $P < 0.05$ level.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากเงินงบประมาณประจำปี 2558 ผ่านคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารอ้างอิง

กนกพร ช้างเสวก จำรูญ เต้าสินวัฒนา และมณฑินี ธีรารักษ์. 2553. ศักยภาพของสารสกัดจากชะอมในการยับยั้งการงอกการเจริญเติบโต และการแบ่งเซลล์ของพืชทดสอบ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28(2): 65-73.

กมล เลิศรัตน์, มนัชญา งามศักดิ์ และอานุภาพ สังข์ศรีอินทร์. 2553. R&D เพื่อการบริโภคผักและผลไม้: บนเส้นทางสู่คุณภาพชีวิต. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา ขอนแก่น.

ขวัญกมล ทวายตาคา สรัญญา วัชโรทัย และณัฏฐา เสนีวาส. 2556. ผลของสารสกัดจากใบของหยีน้ำ (*Millettia pinnata* (L.) Panigrahi) ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าของพืชบางชนิด. ว.วิทย.กษ. 44(2)(พิเศษ): 73-76.

ชัด หนูเหมือน และ ปราโมทย์ พรสุริยา. 2553. การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมอย่างแคบของลักษณะผลในประชากรมะระขี้นกจากพันธุ์พื้นเมือง. วารสารวิจัยมทร.ตะวันออก. 3(2): 89-95.

บุญรอด ชาติยานนท์ เฉลิมชัย วงศ์วัฒนะ และ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. 2557. ผลของสารสกัดด้วยน้ำจากใบพืชวงศ์กะเพราบางชนิดต่อการงอกของเมล็ด และการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าขจรจบดอกเหลือง (*Pennisetum setosum* L.). วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 6(3): 121-132.

ปริยาภรณ์ เนตรสว่าง ภัทริน วิจิตรตระการ จำรูญ เต้าสินวัฒนา และมณฑินี ธีรารักษ์. 2556. ผลของสารสกัดจากพืชวงศ์ Piperaceae ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. ในเรื่องเต็มการประชุมอารักขาพืช ครั้งที่ 11. เซ็นทาราคอนเวนชันเซนเตอร์ ขอนแก่น. หน้า 1447-1453.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. วัชพืชศาสตร์. ภาควิชาพืชไร่ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่. 585 หน้า.

ไพรินทร์ กล่ำศรี ธนัชสันต์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ จำรูญ เต้าสินวัฒนา มณฑินี ธีรารักษ์ และอำพร สุวรรณแมน. 2555. ผลทางอัลลีโลพาธีและการแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ของก้นจ้ำขาว. ในเรื่องเต็มการประชุมวิชาการงานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 10 มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก หน้า 138-144.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภัทริน วิจิตรตระการ มณทินี ธีรารักษ์ พัชนี เจริญยิ่ง และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2555. ผลในการยับยั้งการงอกของสารสกัดน้ำจากดาวเรืองและการแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 30:3 (87-94).

ภาวิณี คำแสน จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ มณทินี ธีรารักษ์. 2556. ผลของสารสกัดจากปอขี้ไก่ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วผี. ในเรื่องเต็มการประชุมอารักขาพืช ครั้งที่ 11. เซ็นทาราคอนเวนชันเซนเตอร์ รอยแก่น. หน้า 1439-1445.

วัชราพร ศรีสว่างวงศ์, ปริยานุช สายสุพรรณ์ และจารุพงศ์ ประสพสุข. 2558. จดหมายข่าวผลิใบก้าวใหม่การวิจัยและพัฒนาการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. http://www.doa.go.th/pibai/pibai/n15/v_5-june/korkui.html

สุชุมาลย์ เลิศมงคล. 2558. ผลทางอัลลิโลพาธิกของผักเสี้ยนตอกม่วงต้นสดและต้นแห้งต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและผักโขมหนาม. วารสารวิจัย 8(1): 1-6.

สุพัตรา คาเรียง วรรทณา สินศิริ นริศ สินศิร และวรัญญู แก้วดวงดา. 2557. ผลของสารสกัดหยาบจากช่าต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชปลูกและวัชพืชบางชนิด. แก่นเกษตร. 42(1)(พิเศษ): 57-62.

อัญชลี จาละ และอมรทิพย์ วงศ์สารสิน. 2556. ผลของสารอัลลิโลพาทีจากต้อยติ่งที่มีต่อการงอกของเมล็ดไมยราบ ผักเสี้ยนผี และผักโขมหิน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21(6)(พิเศษ): 558-564.

อานุช คีรีรัฐ นิคม ทิพย์ทิวา สัมพันธมิตร จุรีพร แสงแก้ว และศศิธร ณ พิชัย. 2556. ความหลากหลายชนิดของพันธุ์ไม้และปริมาณคาร์บอนสะสมของป่าชุมชนบ้านพานแพ อำเภอบางขัน จังหวัดนครศรีธรรมราช. วารสารวิจัย มทร.ตะวันออก. 6(1): 56-62.

Cheng, H.H. 1989. Assessment of the fate and transport of allelochemicals in the soil. In C.H. Chou and G.R. Waller, eds. Phytochemical Ecology: Allelochemicals, Mycotoxins and Insect Pheromones and Allomones. Academia Sinica Monograph Ser. No.9, Acad. Sinica, Taipei, ROC. pp. 209-216.

Chon, S.U. and J.D. Kim. 2002. Biological activity and quantification of suspected allelochemicals from alfalfa plant parts. J. Agronomy & Crop Science. 188: 281-285.

Chotsaeng, N., C. Laosinwattana, S. Ruangsomboon and P. Charoenying. 2012. Allelopathic Potential of *Phormidium angustissimum*. Pak. J. Weed Sci. Res. 18: 159-168.

Laosinwattana, C. and M. Teerarak. 2014. Allelopathic activities of white leadtree (*Leucaena eucocephala*) and its potential use as a natural herbicide. In proceeding Seoul International Conference on Biological Engineering and Natural Science, Korea. pp. 449-458.

Maneechan, S., W. Phuwiwat, C. Laosinwattana and M. Teerarak. 2011. Solvent extraction method and partial separation of active compound from banana bush (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam.). In proceeding The 6th World Congress on Allelopathy. Guangzhou, China. pp. 146-152.

Phuwiwat, W., W. Wichittrakarn, C. Laosinwattana and M. Teerarak. 2012. Inhibitory effects of *Melia azedarach* L. leaf extracts on seed germination and seedling growth of two weed species. Pak. J. Weed Sci. Res.18: 485-492.

Wichittrakarn, W., C. Laosinwattana, M. Teerarak and P. Charoenying. 2011. Optimal extraction conditions use for allelchemical extract from *Tagetes erecta* Linn. In proceeding The 6th World Congress on Allelopathy. Guangzhou, China. pp. 153-157.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินโครงการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาเลขที่ 2558A11862013

โครงการ การสกัดสารออกฤทธิ์ การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ การพัฒนารูปผลิตภัณฑ์และกลไกการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชของสารจากเลี่ยน

Extraction, partially separation of active compounds, formulation development and its inhibition mechanism on seed germination of extract from *Melia azedarach* Linn

รายงานสรุปการเงินรอบ 12 เดือน

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย ผู้รับทุน รองศาสตราจารย์ ดร.จำรูญ เล้าสินวัฒนา

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2558

สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่ายจากรายงานครั้งก่อน	ค่าใช้จ่ายงวดปัจจุบัน	รวมค่าใช้จ่ายสะสมถึงปัจจุบัน	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร:ค่าจ้างชั่วคราว	116,800			116,800	0
งบดำเนินงาน					
ค่าใช้สอย	13,200			13,200	0
ค่าวัสดุ	160,000			159,791.2	208.80
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	0			0	0
รวม	290,000			289,791.20	208.80

จำนวนเงินที่ได้รับและจำนวนเงินที่ใช้จ่าย

งวดเงินที่ได้รับ	จำนวนเงินที่ได้รับ(บาท)	เมื่อ (ระบุวัน เดือน ปี)
งวดที่ 1	75,040.00	26 ธันวาคม 2557
งวดที่ 2	214,960.00	10 เมษายน 2558
ดอกเบี้ย ครั้งที่ 1	190.54	25 มิถุนายน 2558
ฯลฯ		
รวม		❶290,190.54

งวดที่	จำนวนเงินที่ใช้จ่าย (บาท)	
งวดที่ 1	75,000.00	
งวดที่ 2	214,791.2	
ฯลฯ		
รวม		❷289,791.20

จำนวนเงินคงเหลือ ❶ - ❷ 399.34 **บาท**

ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุนโครงการ

ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ นายจำรูญ เล้าสินวัฒนา

ตำแหน่งทางวิชาการ รองศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
Post Doctoral	Weed Science (Allelopathy)	Utsunomiya University, Japan	2544
Doctor of Agriculture	Plant Protection	Tokyo University of Agriculture and Technology, Japan	2542
วท.ม.	เกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2538
วท.บ.	เกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2535

ผลงานวิจัย (ระดับชาติและนานาชาติ)

Poonpaiboonpipat, T., Pangnakorn, U., Suvunnamek, U., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2013. Phytotoxic effects of essential oil from *Cymbopogon citratus* and its physiological mechanisms on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Industrial Crops and Products. 41(1): 403-407. (Impact factor = 2.469) ที่มา : Journal Citation Reports, 2011

Teerarak, M., Laosinwattana, C., Charoenying, P. and Kato-Noguchi, H. 2012. Allelopathic activities of *Jasminum officinale* f. var. *grandiflorum* (Linn.) Kob.: Inhibition effects on germination, seed imbibition, and α-amylase activity induction of *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. African Journal of Biotechnology Vol. 11(31): 7850-7854. (Impact factor = 0.607) ที่มา : Journal Citation Reports, 2010

Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2012. Physiological and cellular mechanisms of natural herbicide resource from Aglaia odorata Lour. on bioassay plants Acta Physiol Plant. 34(4): 1277-1285. (Impact factor = 1.639) ที่มา : Journal Citation Reports, 2011

Poonpaiboonpipat T., Teerarak M., Phuwiwat W., Charoenying P. and Laosinwattana C. 2011. Allelopathic effects of Arabian jasmine (*Jasminum sambac* Ait.) and preliminary test for estimation of its natural herbicide activity. Journal of Agricultural Technology. 7(4): 1073-1083.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Charoenying, P., Chotsaeng P. and Laosinwattana C. 2010. Effects of *Spirulina platensis* and C-phycocyanin on seed germination and seedling growth of two monocot and dicot plants. Allelopathy J. 25(2) : 453-464. (Impact factor = 0.793) ที่มา : Journal Citation Reports, 2009

Charoenying, P., Teerarak, M. and Laosinwattana C. 2010. An allelopatnic substance isolated from *Zanthoxylum limonella* Alston fruit. Scientia Horticulturea. 125: 411-416. (Impact factor = 0.859) ที่มา : Journal Citation Reports, 2008

Teerarak, M., Laosinwattana C., Charoenying P. 2010. Evaluation of allelopathic, decomposition and cytogenetic activities of *Jasminum officinale* L.f. var. *grandiflorum* (L.) Kob. on bioassay plants. Bioresource Technology. 101: 5677-5684. (Impact factor = 4.258) ที่มา : Journal Citation Reports, 2009

Laosinwattana C., Boonleom, C., Teerarak, M., Thitavasanta, S. and Charoenying P. 2010. Potential allelopathic effects of *Suregada multiflorum* and the influence of soil type on its residue's efficacy. Weed Biology and Management. 10(3): 153-159. (Impact factor = 0.743) ที่มา : Journal Citation Reports, 2009

Laosinwattana, C., Poonpaiboonpipat, T., Teerarak, M., Phuwiwat, W., Mongkolaussavaratana, T. and Charoenying P. 2009. Pellet formulation of Chinese rice flower (*Aglaia odorata* Lour.) and its potential use as organic herbicide. Allelopathy J. 24(1): 45-54. (Impact factor = 0.525) ที่มา : Journal Citation Reports, 2008

Laosinwattana C., Phuwiwat W. and Charoenying P. 2007. Assessment of allelopathic potential of ten Vetivergrass (*Vetiveria* spp.) ecotypes. Allelopathy Journal. 19(2): 469-478. (Impact factor = 0.686) ที่มา : Journal Citation Reports, 2007

Teerarak, M., Bhinija K., Thitavasanta S. and Laosinwattana C. 2008. The impact of sodium chloride on root growth, cell division, and interphase silver-stained nucleolar organizer regions (AgNORs) in root tip cells of *Allium cepa* L. Scientia Horticulturea. (Impact factor = 0.694) ที่มา : Journal Citation Reports, 2007

Charoenying, P., Laosinwattana, C., Phuwiwat W. and Lomratsiri, J. 2008. Biological Activities of *Zanthoxylum Limonella* Alston Fruit Extracts. KMITL SCIENCE JOURNAL 8(1): 12-15.

Wichittrakarn, P., Changsawake, K., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2012. Partial Separation of Allelochemicals from Marigold Leaf Extract. In The 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. Harbin, China. pp. 77-83.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wichittrakarn, P., Teerarak, M. and Laosinwattana, C. 2013. Allelopathic potential of *Tagetes erecta* L.; optimal extraction solvent and its partially separation of active compounds. In Proceedings of the 24th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, October 22-25, 2013, Bandung , Indonesia. pp. 391-397.

Wichittrakarn, P., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2014. Allelopathic potential of *Tagetes erecta* L.; Its partially separation of active compounds and its mechanism on seed germination on *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. pp. 469-477. ". In proceedings Seoul International Conference on Biological Engineering & Natural Science Courtyard by Marriott Seoul Times Square, South Korea.

กนกพร ช้างเสวก จำรูญ เล้าสินวัฒนา และมณทินี ธีรารักษ์. 2553. ศักยภาพของสารสกัดจากชะอมในการยับยั้งการงอก การเจริญเติบโต และการแบ่งเซลล์ของพืชทดสอบ. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 28 (2) 65-73.

ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ สุธีรดา ฉิมน้อย จำรูญ เล้าสินวัฒน วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และพัชนี เจริญยิ่ง. 2552. ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของผลิตภัณฑ์จากใบประยงค์. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8 เชียงใหม่ 6-9 พค. 52 หน้า 116.

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา หัตถ์ชัย กสิโอฬาร และศุภชัย สถาพร. 2552. ผลของสารสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์จากใบสังเครียดใบเล็กต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8 เชียงใหม่ 6-9 พค. 52 หน้า 202.

จันทณี สนธิ จำรูญ เล้าสินวัฒนา และมณทินี ธีรารักษ์. 2552. ผลของสารกำจัดวัชพืช อะลาคลอร์ ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ของหอมหัวใหญ่. การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 9. 591-592.

สุธีรดา ฉิมน้อย จำรูญ เล้าสินวัฒนา วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ และพัชนี เจริญยิ่ง. 2551. ประสิทธิภาพของใบประยงค์ผงต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. บทคัดย่อการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 7 วันที่ 26-30 พฤษภาคม 2551 ณ โรงแรมอัมรินทร์ลากูล อ.เมือง จ.พิษณุโลก. หน้า 293.

วิรัตน์ ภูวิวัฒน์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา และศุภชัย สถาพร. 2551. การเปรียบเทียบผลของสารสกัดจากพืชสกุล Aglaia 12 ชนิดต่อการงอก และการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. บทคัดย่อการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 วันที่ 26-30 พฤษภาคม 2551 ณ โรงแรมอัมรินทร์ลากูน อ.เมือง จ.พิษณุโลก. หน้า 307.

พัชนี เจริญยิ่ง จำรูญ เล้าสินวัฒนา และวิรัตน์ ภูวิวัฒน์. 2551. การแยกสารอัลลีโลพาทีจากใบพุทธชาดก้านแดง. บทคัดย่อการประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 7 วันที่ 26-30 พฤษภาคม 2551 ณ โรงแรมอัมรินทร์ลากูล อ.เมือง จ.พิษณุโลก. หน้า 320.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมโครงการ

ชื่อ นางสาวมณทินี ธีรารักษ์

ตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
Doctor of Agriculture	Horticulture	Horticulture Ehime University, Japan	2556
วท.ม.	พันธุวิศวกรรม	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2545
วท.บ.	เกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2541

ผลงานวิจัย (ระดับชาติและนานาชาติ)

Poonpaiboonpipat, T., Pangnakorn, U., Suvunnamek, U., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2013. Phytotoxic effects of essential oil from *Cymbopogon citratus* and its physiological mechanisms on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) Industrial Crops and Products. 41(1): 403-407. (Impact factor = 2.469) ที่มา : Journal Citation Reports, 2011

Teerarak, M., Laosinwattana, C., Charoenying, P. and Kato-Noguchi, H. 2012. Allelopathic activities of *Jasminum officinale* f. var. *grandiflorum* (Linn.) Kob.: Inhibition effects on germination, seed imbibition, and α-amylase activity induction of *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. African Journal of Biotechnology Vol. 11(31): 7850-7854. (Impact factor = 0.607) ที่มา : Journal Citation Reports, 2010

Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2012. Physiological and cellular mechanisms of natural herbicide resource from Aglaia odorata Lour. on bioassay plants Acta Physiol Plant. 34(4): 1277-1285. (Impact factor = 1.639) ที่มา : Journal Citation Reports, 2011

Poonpaiboonpipat T., Teerarak M., Phuwiwat W., Charoenying P. and Laosinwattana C. 2011. Allelopathic effects of Arabian jasmine (*Jasminum sambac* Ait.) and preliminary test for estimation of its natural herbicide activity. Journal of Agricultural Technology. 7(4): 1073-1083.

Teerarak, M., Laosinwattana, C., Charoenying, P. 2010. Evaluation of allelopathic, decomposition and cytogenetic activities of *Jasminum officinale* f. var. *grandiflorum* (Linn.) Kob. On bioassay plant. Bioresource Technology. 101: 5677-5684. (Impact factor = 4.258) ที่มา : Journal Citation Reports, 2009.

Laosinwattana C., Boonleom, C., Teerarak, M., Thitavasanta, S. and Charoenying P. 2010. Potential allelopathic effects of *Suregada multiflorum* and the influence of soil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

type on its residue's efficacy. Weed Biology and Management. 10(3): 153-159. (Impact factor = 0.743) ที่มา : Journal Citation Reports, 2009

Charoenying, P., Teerarak, M. and Laosinwattana C. 2010. An allelopatnic substance isolated from *Zanthoxylum limonella* Alston fruit. Scientia Horticulturea. 125 : 411-416. (Impact factor = 0.859) ที่มา : Journal Citation Reports, 2008

Laosinwattana, C., Poonpaiboonpipat T., Teerarak M., Phuwiwat W., Mongkolaussavaratana T. and Charoenying P. 2009. Pellet formulation of Chinese rice flower (*Aglaia odorata* Lour.) and its potential use as organic herbicide. Allelopathy J. 24(1) : 45-54. (Impact factor = 0.525) ที่มา : Journal Citation Reports, 2008

Teerarak, M., Bhinija K., Thitavasanta S. and Laosinwattana C. 2008. The impact of sodium chloride on root growth, cell division, and interphase silver-stained nucleolar organizer regions (AgNORs) in root tip cells of *Allium cepa* L. Scientia Horticulturea. (Impact factor = 0.694) ที่มา : Journal Citation Reports

Wichittrakarn, P., Changsawake, K., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2012. Partial Separation of Allelochemicals from Marigold Leaf Extract. In The 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. Harbin, China. pp. 77-83.

Wichittrakarn, P., Teerarak, M. and Laosinwattana, C. 2013. Allelopathic potential of *Tagetes erecta* L.; optimal extraction solvent and its partially separation of active compounds. In Proceedings of the 24th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, October 22-25, 2013, Bandung , Indonesia. pp. 391-397.

Wichittrakarn, P., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2014. Allelopathic potential of *Tagetes erecta* L.; Its partially separation of active compounds and its mechanism on seed germination on *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. pp. 469-477. ". In proceedings Seoul International Conference on Biological Engineering & Natural Science Courtyard by Marriott Seoul Times Square, South Korea.

ภัทรชนน ชาญเชิงรบ กณภัทร กนพัฒนพงศ์ มณทินี ธีรารักษ์ และจำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2552. ฤทธิ์ในการเป็นสารกำจัดวัชพืชและกลไกการเข้าทำลายของ *Oscillatoria jasorvensis* เพื่อการจัดการวัชพืชอย่างยั่งยืน. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8 เชียงใหม่ 6-9 พ.ค. 2552. หน้า 115.

ธีรวัฒน์ คำหนัก มณทินี ธีรารักษ์ และจำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2552. ผลทางอัลลีโลพาทีของชะอมต่อการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8 เชียงใหม่ 6-9 พ.ค. 2552. หน้า 177.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัลยาณี ขอนวงศ์ ธนัชสัณห์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ มณทินี ธีรารักษ์ และจำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2552. ผลของสารสกัดด้วยน้ำและเมทานอลจากใบมะลิลาซ้อนต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8 เชียงใหม่ 6-9 พ.ค. 2552. หน้า 206.

ชนินาถ บุญเหลือม ธิดา โชตินวนนท์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา พัชนี เจริญยิ่ง และมณทินี ธีรารักษ์. 2552. ผลของสารอัลลีโลเคมิคอลจากสารสกัดใบประยงค์ต่อการแบ่งเซลล์ที่บริเวณปลายรากหอมแดง. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8 เชียงใหม่ 6-9 พ.ค. 2552. หน้า 207.

กนกพร ช้างเสวก จันทณี สนธิ มณทินี ธีรารักษ์ พัชนี เจริญยิ่ง และจำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2552. ผลทางอัลลีโลพาทีของสารสกัดจากพุทธชาติก้านแดงต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์ของหอมหัวใหญ่. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติครั้งที่ 8 เชียงใหม่ 6-9 พ.ค. 2552. หน้า 211.

มณทินี ธีรารักษ์. 2550. การผลิตไม้ดอกสีเหลืองโดยการเปลี่ยนแปลงวิถีการสังเคราะห์ฟลาโวนอยด์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 25(1): 95-102.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ช่วยวิจัย

ชื่อ นางสาวภัทริน วิจิตรตระการ

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.ม.	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2555
วท.บ.	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2552

ผลงานวิจัย (ระดับชาติและนานาชาติ)

Wichittrakarn, P., Changsawake, K., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2012. Partial Separation of Allelochemicals from Marigold Leaf Extract. In The 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. Harbin, China. pp. 77-83.

Wichittrakarn, P., Teerarak, M. and Laosinwattana, C. 2013. Allelopathic potential of *Tagetes erecta* L.; optimal extraction solvent and its partially separation of active compounds. In Proceedings of the 24th Asian-Pacific Weed Science Society Conference, October 22-25, 2013, Bandung , Indonesia. pp. 391-397.

Wichittrakarn, P., Teerarak, M., Charoenying, P. and Laosinwattana, C. 2014. Allelopathic potential of *Tagetes erecta* L.; Its partially separation of active compounds and its mechanism on seed germination on Echinochloa crus-galli (L.) Beauv. In proceedings Seoul International Conference on Biological Engineering & Natural Science Courtyard by Marriott Seoul Times Square, South Korea. pp. 469-477.

Kamsan, P. Laosinwattana, C., Teerarak, M. and Wichittrakarn, P. 2014. Partially separation of allelochemicals from *Marachra capitata* L. and Its effects on germination and seeding growth of bioassay weeds. In proceedings Seoul International Conference on Biological Engineering & Natural Science Courtyard by Marriott Seoul Times Square, South Korea. pp. 486-493.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้