

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.2 อัลลีโลพาตี

อัลลีโลพาตี (allelopathy) เป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติอีกรูปแบบหนึ่งซึ่งสามารถนำมาใช้ในแนวทางของการผลิตพืชแบบยั่งยืนได้ Rice (1984) ได้เขียนตำราอัลลีโลพาตีขึ้นมาและได้ให้คำจำกัดความไว้ว่า หมายถึงผลกระทบที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ อันตราย (harmful) หรือ ความเป็นประโยชน์ (beneficial) ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมโดยพืชชนิดหนึ่ง (รวมทั้งจุลินทรีย์) ที่มีต่อพืชอีกชนิดหนึ่งโดยผ่านทางสารเคมีที่ปล่อยสู่สภาพแวดล้อม นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้สังเกตเห็นถึงประโยชน์ของสงครามเคมีนี้และพยายามที่จะหาหนทางนำความรู้ทางด้านอัลลีโลพาตี มาปรับใช้ทางการเกษตร สารอัลลีโลพาตีที่มีความน่าสนใจและได้รับความสนใจอย่างมากเนื่องจากเป็นสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ได้จากพืชหรือจุลินทรีย์ ซึ่งสารเหล่านี้มีความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมสูง แนวทางการพัฒนานำพืชที่มีศักยภาพทางอัลลีโลพาตีสูงไปใช้ในระบบการจัดการวัชพืชแบบยั่งยืนมีหลายแนวทาง เช่น

2.1.2.1 การวิเคราะห์หาสูตรโครงสร้างของสารออกฤทธิ์และนำไปใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชโดยตรง การพัฒนาสารอัลลีโลพาตีเพื่อใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชทางการค้าได้รับความสนใจอย่างมากและมีรายงานความสำเร็จในการพัฒนาออกมาบ้างแล้ว เช่น สาร benzoxazinones และ quinolinic acid จำหน่ายเป็นการค้าโดยบริษัท BASF ในประเทศ Germany (Dayan *et al.*, 1999) pelargononic acid และ maize gluten เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ในแปลงเกษตรอินทรีย์แต่การใช้สารทั้งสองชนิดนี้ยังจำกัดอยู่เฉพาะใน USA เท่านั้น (Duke *et al.*, 2000) นอกจากนี้ยังมีสารจากธรรมชาติอีกมากที่มีศักยภาพในการควบคุมกำจัดวัชพืชและอยู่ระหว่างขบวนการพัฒนาเพื่อนำมาใช้จำหน่ายเป็นการค้า

2.1.2.2 โดยการดัดแปลงสูตรโครงสร้างของสารอัลลีโลพาตี (allelochemicals) จากธรรมชาติ ให้มีประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดวัชพืชที่สูงขึ้น เช่น 1,8-cineole เป็นสารธรรมชาติจากพืชที่มีรายงานว่าสามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ปัจจุบันได้รับการดัดแปลงสูตรโครงสร้างเป็นสาร cinmethylenes ที่มีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นในการควบคุมวัชพืชใบแคบ และวัชพืชใบกว้างบางชนิด (Bhowmik, 1988) ซึ่ง cinmethylenes ได้พัฒนาและจำหน่ายเป็นการค้าโดยบริษัท Shell ในประเทศ USA นอกจากนี้สาร leptosperones เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่ได้รับการดัดแปลงสูตรโครงสร้างเป็นสาร triketones ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชที่สูงขึ้นมากจนสามารถจำหน่ายเป็นการค้าได้ โดยบริษัท Zeneca (Dayan *et al.*, 1999)

2.1.2.3 พัฒนารูปแบบในการนำพืชนั้นๆ มาปรับใช้ในระบบการปลูกพืชโดยตรง

สารอัลลีโลพาตี คือ สารที่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืช สารที่เป็นสารอัลลีโลพาตีส่วนใหญ่เป็นสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) โดยเป็นสารที่มีความแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช เช่น อัลคาลอยด์ (alkaloids) ไกลโคไซด์ (glycosides) แทนนิน (tannins) เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่จะมีสารเริ่มต้นเป็นกรดอะมิโน (amino acid) อะซิเตต (acetate) เมวาโลเนต (mevalonate) ฯลฯ (รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2527 ; Rizvi. 1992) โดยมีเอนไซม์ที่แตกต่างกันไปตามแต่ชนิดของพืชที่เข้ามาเกี่ยวข้องทำให้กระบวนการชีวสังเคราะห์ (biosynthesis) ต่างกัน และทำให้สารทุติยภูมิแตกต่างกัน การผลิตสารในสิ่งแวดล้อมมีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งบางครั้งเกี่ยวข้องกับความแปรปรวนของสภาพแวดล้อมทำให้พืชเกิดความเครียด (stress) และผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลในปริมาณมากกว่าปกติ ลักษณะเช่นนี้สามารถเกิดขึ้นกับส่วนใดของพืชก็ได้ แต่เมล็ดและใบเป็นส่วนที่มีสารอยู่รวมตัวกันมากที่สุด แหล่งผลิตสารจึงกลายเป็นสิ่งสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอัลลีโลเคมีคัลในการควบคุมวัชพืช ตัวอย่างเช่น อัลลีโลเคมีคัลที่สกัดจากดอก หรือผลจะมีปริมาณน้อยกว่าสกัดจากรากหรือลำต้นของต้นเดียวกัน สำหรับการควบคุม การใช้พืชทั้งต้นคลุมกรบกับดินอาจทำให้เกิดการกระจายตัวของสารอัลลีโลเคมีคัลไปทั่วพื้นที่ ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละส่วนของต้นพืชสร้างสารอัลลีโลเคมีคัลได้ทั้งสิ้น ดังนั้นปริมาณจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับจุดประสงค์ในการใช้เพื่อควบคุมและถ้าต้องการผลที่เฉพาะเจาะจง ปริมาณสุทธิและความเข้มข้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องคอยตรวจสอบอยู่เสมอ สารอัลลีโลเคมีคัลเข้าสู่ธรรมชาติได้หลายทางด้วยกันในหลาย ๆ ช่วงเวลา และรูปแบบกับช่วงเวลานี้เองจะเป็นตัวกำหนดลักษณะของการออกฤทธิ์ ซึ่งโดยทั่วไปสารอัลลีโลพาตีมีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ด น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นและราก รวมทั้งความสูงของต้นและพัฒนารูปแบบต่าง ๆ ของพืช โดยสารอัลลีโลพาตีก่อให้เกิดผลต่อพืชในด้านต่าง ๆ เช่น

- 1) ผลของการปิด - เปิดของปากใบ (stomatal movement), การสังเคราะห์รงควัตถุ (pigment synthesis) และการสังเคราะห์แสง (photosynthesis)
- 2) ผลต่อการงอกของละอองเรณูหรือสปอร์ (germination of pollens or spore)
- 3) ผลต่อเมมเบรนและความสามารถยอมให้สารผ่าน (membrane and their balance)
- 4) ผลต่อการหายใจ (respiration)
- 5) ผลต่อการสังเคราะห์ เล็คฮีโมโกลบิน และการตรึงไนโตรเจน (leghaemoglobin synthesis and nitrogen fixation) ในพืช
- 6) ผลต่อเซลล์วิทยาและโครงสร้างของเซลล์พืช (cytology and ultrastructure) การแบ่งเซลล์และการยึดหดตัวของเซลล์ สารที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามากมีกลไกการทำลายของสารออกฤทธิ์โดยไปยับยั้งการแบ่งเซลล์และยึดหดตัวของเซลล์
- 7) ผลต่อการดูดซับธาตุอาหาร (mineral uptake)
- 8) ผลต่อการสังเคราะห์โปรตีน (protein synthesis)

9) ผลต่อฮอร์โมนพืชและสมดุลของฮอร์โมน (phytohormones and their balance) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามความเป็นพิษและระยะเวลาการสะสมของสารก็เป็นปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการตอบสนองต่อสารอัลลีโลพาที่แตกต่างกันไปในธรรมชาติ และยังขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะปลดปล่อยและผลิตสารแตกต่างกัน บางชนิดอาจไม่มีผลต่อพืชหากอยู่เพียงชนิดเดียว แต่การมีสารอื่นมารวมด้วยจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาของพืช ซึ่งปรากฏการณ์อัลลีโลพาที่ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติไม่ว่าจะเป็นระบบนิเวศเกษตร พืชหญ้า ในน้ำทะเล หรือในระบบนิเวศน้ำจืด โดยเฉพาะในระบบนิเวศเกษตรมีการศึกษาถึงผลทางอัลลีโลพาที่ของพืชและวัชพืช เพื่อนำมาพัฒนาและปรับปรุงระบบการเกษตรและมีการสนับสนุนให้พัฒนาสารอัลลีโลพาที่มาใช้ในการเกษตรเพื่อการจัดการวัชพืชอย่างยั่งยืน (Duke *et al.* 1993)

### 2.1.2 การเคลื่อนย้ายของสารอัลลีโลพาที่

อัลลีโลพาที่ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติลักษณะหนึ่งในด้านความสัมพันธ์ระหว่างพืชแล้วไปมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืชรวมทั้งจุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณนั้น ซึ่ง Tefera (2002) ได้รายงานว่สารอัลลีโลพาที่จากส่วนของ ดอก ลำต้น ราก และใบของ *Parthenium hysterophorus* สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของ *Eragrostis tef* ในสภาพห้องปฏิบัติการได้ ต่อมา Chon *et al.* (2003) รายงานว่า สารอัลลีโลพาที่จากใบของผักกาดหอมสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของรากอัลฟาฟ่าและหญ้าข้าวนกได้อย่างสมบูรณ์ และในปีต่อมาก็มีรายงานอีกว่าสารสกัดจากใบอัลฟาฟ่าสามารถชะลอการงอกของเมล็ดและลดการยืดยาวของลำต้นอัลฟาฟ่าได้ (Chon. 2004) ปกติสารอัลลีโลพาที่นั้นอาจจะเข้าสู่ต้นพืชทางใบหรือทางดิน ดังนั้นสารจึงเข้าสู่ต้นพืชโดยผ่านส่วนที่อยู่เหนือดินหรือส่วนที่อยู่ใต้ดิน การใช้สารไปที่ใบพืชหรือที่ดินนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารและวัชพืชหรือพืชปลูก สารบางชนิดจะควบคุมวัชพืชได้เมื่อใช้ทางดินเท่านั้น แต่บางชนิดจะกำจัดวัชพืชได้เมื่อใช้ทางใบเท่านั้น ดังนั้นประสิทธิภาพของสารอัลลีโลพาที่จึงขึ้นอยู่กับตำแหน่งของการเข้าสู่ต้นพืชด้วย ส่วนของต้นพืชซึ่งสารอัลลีโลพาที่ที่เข้าทางดินใช้เป็นทางผ่านเข้าสู่ภายในต้นพืชคือ ราก และยอดใต้ดินที่กำลังเจริญเติบโต นอกจากนี้สารยังถูกดูดซึมทางดินโดยเมล็ด เหง้าหรือหัวชนิดต่าง ๆ เช่น bulbs corms หรือ tubers สำหรับสารอัลลีโลพาที่ที่เข้าสู่ต้นพืชทางใบจะอาศัยใบพืชเป็นทางผ่านในการเข้าสู่ต้นพืช หลังจากที่สารผ่านเข้าสู่ต้นพืชแล้ว สารจะต้องเคลื่อนย้ายไปสู่ตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาเพื่อก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืชหรือส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพืช สารอัลลีโลพาที่บางชนิดเคลื่อนย้ายภายในต้นพืชได้แต่บางชนิดเคลื่อนย้ายไม่ได้

### 2.1.3 สารป้องกันกำจัดวัชพืช

สารป้องกันกำจัดวัชพืช หรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า herbicide นั้น โดยทั่วไปจะเรียกต่างกัน เช่น ยาฆ่าหญ้า ยาปราบหญ้า ยากำจัดวัชพืช สารเคมีกำจัดวัชพืช หรือสารกำจัดวัชพืช ทั้งหมดนี้การใช้คำว่า สารป้องกันกำจัดวัชพืช เป็นชื่อเรียกที่เหมาะสมที่สุด เพราะเป็นได้ทั้งคุมไม่ให้วัชพืชงอก และฆ่าวัชพืชที่งอกขึ้นมาแล้ว

สารป้องกันกำจัดวัชพืช หมายถึง สารเคมีชนิดใดๆ ก็ตามที่นำมาใช้เพื่อฆ่าทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ไม่ว่าจะเป็นในขณะที่ยังงอกขึ้นมาแล้วหรือยังเป็นเมล็ดดออยู่ตลอดจนขึ้นส่วนต่างๆ ของวัชพืชที่ขยายพันธุ์ได้อยู่บนดินหรืออยู่ใต้ดิน (ทศพล พรพรหม. 2554)

การจำแนกประเภทของสารป้องกันกำจัดวัชพืช แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ ดังต่อไปนี้

2.1.3.1 การแบ่งตามการเลือกทำลายของสาร (herbicide selectivity) แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ

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) สารประเภทไม่เลือกทำลาย (non-selective herbicides) หมายถึง สารที่มีผลในการทำลายพืชทุกชนิด เช่น paraquat, glyphosate และ glufosinate สารพวกนี้จะทำลายพืชทุกชนิดที่สัมผัส การใช้จึงต้องระมัดระวังไม่ให้สารสัมผัสพืชปลูก มักนิยมใช้ในพืชปลูกไม่ยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน สวนผลไม้ และแหล่งที่ที่ไม่ได้ทำการเกษตร เป็นต้น

2.1.3.2 การแบ่งตามลักษณะวิธีการใช้ (method of application) แบ่งได้ 2 กลุ่มคือ

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 จึงจะมีประสิทธิภาพใน

การทำลายวัชพืชได้ดี สามารถแบ่งออกตามลักษณะอาการที่พืชได้รับพิษโดยทั่วไป (general symptoms) ได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1.1) สารประเภทสัมผัสผิวดิน (contact herbicide) หมายถึง สารที่มีผลเฉพาะตรงบริเวณของส่วนที่พืชได้รับหรือสัมผัสเท่านั้น ทำให้บริเวณนั้นแสดงอาการเหลืองซีดและแห้งตายหรือถูกทำลายไป แต่ส่วนอื่นยังคงเจริญเติบโตต่อไป เช่น glyphosate, paraquat และ MSMA เป็นต้น

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

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

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

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

2) สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์ (organic herbicides) เป็นสารที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 1 อะตอม โดยทั่วไปโมเลกุลของสารอินทรีย์ประกอบด้วยธาตุต่างๆ ในจำนวน 12 ชนิด ซึ่งธาตุที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ส่วนธาตุชนิดอื่นๆ ที่อาจจะพบบ้าง ได้แก่ ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส และธาตุในกลุ่มฮาโลเจน เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็นกลุ่มต่างๆ ตามโครงสร้างพื้นฐานทางเคมีของสารและ

ตามกลไกในการทำปฏิกิริยาทางชีวเคมี (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 และสารชนิดอื่น ๆ ที่การจัดกลุ่มยังไม่ชัดเจน

### 2.1.3 รูปผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช

รูปผลิตภัณฑ์ของสารกำจัดวัชพืช หมายถึง สารกำจัดวัชพืชที่ได้รับการปรุงแต่งให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการใช้งาน การเคลื่อนย้าย และการเก็บรักษา เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช และยังลดอันตรายของสารกำจัดวัชพืชอีกด้วย สารกำจัดวัชพืชจะทำลายวัชพืชได้หรือไม่นั้น จะต้องเข้าสู่ภายในต้นพืช โดยผ่านชั้นของผิวใบภายนอกจนถึงไซโทพลาซึมของเซลล์ ในทางปฏิบัตินั้น ไม่ได้ใช้สารกำจัดวัชพืชในรูปสารบริสุทธิ์ ดังนั้น สารกำจัดวัชพืชจึงอยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อเป้าหมายดังนี้ ใช้ง่าย สะดวก สามารถกระจายตัวในน้ำ (หรือสารที่เป็นตัวพาอื่น เช่น น้ำมัน) ได้ดี ยึดติดกับใบพืชได้ดี และมีกัมมันตชีวภาพ (biological activity)

เป้าหมายอื่นของการทำรูปผลิตภัณฑ์ของสารกำจัดวัชพืช คือ ทำให้ความเป็นพิษที่มีต่อวัชพืชเพิ่มขึ้น ทำให้สารใช้ได้อย่างสะดวกและประหยัด ทำให้สารมีอายุในการเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้น ป้องกันไม่ให้สารก่อผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม เมื่อเกิดอุบัติเหตุขณะขนส่งหรือ เก็บรักษา (ทศพล พรพรม. 2545)

รูปผลิตภัณฑ์ของสารกำจัดวัชพืชประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่

1) สารออกฤทธิ์ (active ingredient) เป็นส่วนเนื้อของสารเคมี มาจากสารกำจัดวัชพืชที่เรียกว่าเป็น technical grade โดยทั่วไปมีสารออกฤทธิ์ตั้งแต่ร้อยละ 90 ขึ้นไป

2) สารเจือย เป็นส่วนผสมอื่นที่มีหน้าที่แตกต่างกัน เช่น ทำหน้าที่เป็นตัวทำละลาย ตัวทำให้เจือจางและเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพ เป็นต้น สารกำจัดวัชพืชในปัจจุบันอาจพบทั้งชนิดที่ใช้พ่นได้ (sprayable formulations) เช่น ชนิดน้ำ ชนิดผงละลายน้ำ ชนิดผงไม่ละลายน้ำ ชนิดสารละลายเข้มข้น เป็นต้น และชนิดแห้งเพื่อการใช้โดยตรง (dry formulations for direct application) เช่น ชนิดเม็ด ชนิดผง (วัชชัย รัตน์ชเลศ. 2540)

#### 2.1.4 ประยงค์ (Chinese Rice Flower)

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Aglaiia odorata* Lour.

วงศ์ : Meliaceae

ชื่ออื่น : ขะยง ขะยม พะยงค์ ยม (ภาคเหนือ) ประยงค์ใบใหญ่ (ภาคกลาง) หอมไกล (ภาคใต้)

**ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** : ประยงค์เป็นไม้พุ่ม แตกกิ่งก้านสาขามาก กิ่งผอมและเหนียว ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกเรียงสลับ มีใบย่อย 5 ใบ รูปไข่หรือรูปไข่กลับสีเขียวเป็นมัน ยาว 2-2.5 เซนติเมตร กว้างประมาณ 1.5 เซนติเมตร ทรงต้นและใบคล้ายต้นแก้วมาก แต่ใบประยงค์มักจะมันกว่าและขอบเรียบ ส่วนใบแก้วขอบอาจจะหยักโค้งเล็กน้อย ช่อดอกโปร่ง ออกตามซอกใบและต้น ช่อยาว 6-8 ซม. ช่อแยกสาขาดอกกลมเล็ก ขนาด 1.5-2 มิลลิเมตร สีเหลือง คล้ายไข่ปลา กลีบดอกมี 5 กลีบ โค้งจรดกันเป็นทรงกลม กลิ่นหอมเย็นและโชยไปไกล (เต็ม สมิตินันท์. 2533)

**ประโยชน์** : ดอก มีรสเผื่อนขมนเล็กน้อย ช่วยเร่งการคลอด แก้ไอ วิงเวียนศีรษะทำให้หูตาสว่าง ลดอาการอึดอัด แน่นหน้าอก แก้อาการเมาค้าง ฟอกปอด ดับร้อน แก้กระหายทำให้จิตใจปลอดโปร่ง

**ใบและก้าน** มีรสเผื่อน ช่วยเจริญอาหาร แก้แผลฟกช้ำ แผลฝีหนองรักษากามโรค ทำให้อาเจียน ถอนพิษเบื่อเมา ใช้ในสตรีที่มีประจำเดือนมากผิดปกติ (สมสุข มัจฉาชีพ. 2542)

**ราก** มีรสเย็นเผื่อน รับประทานเป็นยาทำให้อาเจียน ถอนพิษยาเบื่อ ยาเมา แก้เลือด แก้กำเดา ช่วยให้เจริญอาหาร แก้ผอมแห้ง แก้อาเจียนเป็นโลหิต แก้ไข (นิจศิริ เรื่องรังษี และธวัชชัย มังคละคุปต์. 2547)

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### สารอัลลีโลเคมีคัลที่มีผลในด้านการควบคุมวัชพืช

พืชสามารถผลิตสารอัลลีโลเคมีคัลที่มีผลกระทบต่อพืชอีกชนิดหนึ่งได้มากมายหลายชนิดโดยสารอัลลีโลเคมีคัลบางชนิดที่พืชผลิตขึ้นนั้นอาจส่งผลในด้านการยับยั้งหรือชะลอการเจริญเติบโตของพืชอีกชนิดหนึ่ง ดังจะเห็นได้จากรายงานการวิจัยต่อไปนี้ Cheema and Khaliq. (2000) ; Pramanik *et al.* (2001) รายงานว่าสารสกัดที่ได้จากข้าวฟ่างสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตวัชพืชของข้าวสาลีได้ และพบว่าสารสกัดน้ำจากฟางของข้าวฟ่าง (rice straw) สามารถยับยั้งเปอร์เซ็นต์การงอกและการเจริญเติบโตของ chinese milk vetch (*Astragalus sinicus*) ได้ ต่อมา Shiraiishi *et al.* (2002) พบว่าใบแห้งของ *Oxalis triangularis*, *Oxalis articulata* และ *Oxalis corniculata* (พืชในวงศ์ผักแว่น) ที่อัตรา 50 มิลลิกรัมต่อจานทดลองมีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากของผักกาดหอม 96 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งความยาวต้นของผักกาดหอมได้อย่างสมบูรณ์ และยังพบว่าการย้ายปลูกลง

กล้าผักกาดหอมที่มีความยาวรากประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ลงบนปูนที่ผสมใบแห้งของ trefoil และ red spiderlily มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากของผักกาดหอม 69-92 เปอร์เซ็นต์ และ 76-86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่การทดสอบด้วยวิธี plant box method พบว่ารากของต้น moss pink, trefoil และ creeping thyme มีการปลดปล่อยสารออกมายับยั้งความยาวรากของผักกาดหอม 57-89 เปอร์เซ็นต์ 26-69 เปอร์เซ็นต์ และ 33-78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ Chon *et al.* (2002) พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจากใบของถั่วอัลฟัลฟา (*Medicago sativa* L.) จะสามารถลดความยาวรากของถั่วอัลฟัลฟาและหญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* Beauv. var. *oryzicola* Ohwi.) ได้ ต่อมา Xuan *et al.* (2003) ได้รายงานว่สารสกัดจากรากของ kava (*Piper methysticum* L.) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ผักเบ็ด และหญ้าปม (*Paspalum distichum* L.) ได้ ส่วน Jefferson and Pennacchio (2003) รายงานว่า การนำไปพืชในวงศ์ Chenopodiaceae 4 ชนิด มาสกัดด้วยเมทานอลที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโต ความยาวลำต้น และความยาวราก ของผักกาดหอมได้ ต่อมา Hiradate *et al.* (2004) พบว่าสารสกัดด้วยน้ำของผักสลัดแก้วสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดถั่วอัลฟัลฟา และสารสกัดด้วยเมทานอลจาก hexane fraction ของผักสลัดแก้วสามารถยับยั้งการเจริญของรากถั่วอัลฟัลฟาได้สูงสุด และการใช้เศษซากของใบผักสลัดแก้ว ในดินที่อัตรา 100 กรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งน้ำหนักของต้นและรากสดของหญ้าข้าวนกได้ 79 และ 88 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Xuan *et al.* (2004) พบว่าสาบแรังสาบกา (*Ageratum conyzoides* L.) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของผักกาดหัวได้อย่างมาก และยังพบว่าใบของสาบแรังสาบกาในอัตรา 2 ต้นต่อเฮคตาร์ สามารถลดการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกได้หัวน (*E. crus-galli* var. *formosensis* Ohwi.) ได้ 70 เปอร์เซ็นต์ และ Kim *et al.* (2004) พบว่าสารสกัดน้ำจากต้นข้าว 3 สายพันธุ์ คือ tn1, iac 165 และ aus 196 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากของหญ้าข้าวนก มากกว่าสารสกัดจากรากข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ โดยพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดน้ำจากรากของข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์สามารถยับยั้งความยาวรากของหญ้าข้าวนกได้ 6-47 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากต้น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งความยาวรากของหญ้าข้าวนกได้ 98-100 เปอร์เซ็นต์ ต่อมา Singh *et al.* (2005) พบว่าการนำกากของ *Parthenium hysterophorus* ไปคลุกดินที่อัตรา 10, 20 และ 40 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม (1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์) และผสมน้ำ 500 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 16 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาตัวอย่างละ 250 มิลลิกรัม มาทำการเพาะเมล็ดผักกาดขาวปลี (*Brassica rapa*) ผักกาดฝรั่ง (*Brassica campestris*) และ กะหล่ำดอก (*Brassica oleracea*) พบว่า เมื่อนำดินที่มีความเข้มข้นของ *Parthenium hysterophorus* 4 เปอร์เซ็นต์ มาสกัดด้วยน้ำ 100 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ 16 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำมากรองและเจือจาง 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วนำมาเพาะเมล็ดตระกูลกะหล่ำ พบว่าเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้นเพิ่มสามารถยับยั้งความงอกได้มากขึ้น และ Xuan *et al.* (2005) พบว่าการใช้ใบแห้งของอัลฟัลฟาและ kava ที่บดเป็นผง ที่อัตรา

0.64 กรัม (1 ต้นต่อเฮคตาร์) คลุกผสมลงไปบนดิน โดยดูช่วงระยะเวลา 1, 3, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40 และ 50 วัน พบว่า kava มีประสิทธิภาพในการยับยั้งหญ้าข้าวนกได้อย่างสมบูรณ์ในช่วง 1 วันแรก หลังจากนั้น 10 วัน หญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอก 20 เปอร์เซ็นต์ 15-20 วัน หญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอก 70 เปอร์เซ็นต์ หลังจาก 40 วัน พบว่าหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอก 100 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของอัลฟาฟ่าพบว่า หลังจากที่ถูกดินด้วยใบแห้ง 3-15 วัน หญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอก 10 เปอร์เซ็นต์ หลังจาก 15-30 วัน หญ้าข้าวนกมี เปอร์เซ็นต์การงอก 80 เปอร์เซ็นต์ หลังจาก 50 วัน หญ้าข้าวนกมี เปอร์เซ็นต์ การงอก 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Shiraiishi *et al.* (2005) พบว่าการปลดปล่อยสารอัลลีโลเคมีคัลจากใบแห้งของ *Oxalis articulata*, *Oxalis bowiei*, *Oxalis deppei* และ *Oxalis hirta* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากของกะหล่ำปลีมากกว่าความยาวต้น โดยพบว่ามีประสิทธิภาพในการยับยั้ง 84 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น *Oxalis brasiliensis* ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 42 เปอร์เซ็นต์ และยังพบว่าการปลดปล่อยสารออกจากรากของ *Oxalis deppei* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากของกะหล่ำ 84 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น *Oxalis bowiei* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ โดยพบว่าการปลดปล่อยสารออกจากรากและการปลดปล่อยสารจากใบแห้งของ *Oxalis spp.* ไม่มีผลต่อการยับยั้งการงอกของเมล็ดพืชทดสอบ และมีรายงานว่าสารสกัดจากใบทานตะวัน (*Helianthus annuus* L. cv. Suncross-42) สามารถต้านทานวัชพืชได้ถึง 5 ชนิด ได้แก่ *Chenopodium album* L., *Coronopis didymus* (L.) Sm., *Medicago polymorpha* L., *Rumex dentatus* L., *Phalaris minor* Retz. (Anjun and Bajwa. 2005) และต่อมา Tet-vun and Ismail (2006) พบว่า ดินที่ถูกผสมด้วย *Dicranopteris linearis* มีประสิทธิภาพในการยับยั้งของการงอกวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยวดีกว่าวัชพืชใบเลี้ยงคู่ โดยพบว่า *Dicranopteris linearis* ยับยั้งการงอกของผักเป็ดแมว (*Crassocephalum crepidoides*) ได้มากที่สุด 91.28 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งความงอกของหญ้าปากควาย (*Dactyloctenium aegyptium*) ได้น้อยที่สุดคือ 23.62 เปอร์เซ็นต์ ส่วน Iqbal *et al.* (2006) พบว่า การใช้ใบแห้งของ *Lycorsis radiate* ที่อัตรา 4 กรัมต่อดิน 700 กรัม มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความงอกของผักกาดหอมและอัลฟาฟ่าได้ 50 เปอร์เซ็นต์ และยับยั้งเปอร์เซ็นต์ความงอกของ timothy และผักกาดขาว (*Brassica pekinensis* Lour.) ได้ 52 เปอร์เซ็นต์ และ 62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังพบว่า มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวต้นและความยาวรากของอัลฟาฟ่าได้ 25 เปอร์เซ็นต์ ยับยั้งรากและต้นของ timothy ได้ 37 เปอร์เซ็นต์ และ 52 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยับยั้งความยาวรากของผักกาดและผักกาดขาวปลี ได้ 48 เปอร์เซ็นต์ และ 44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ Ma *et al.* (2006) พบว่า ข้าวสาลีพันธุ์ K21 และ kouketsumochi มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกเมื่อปลูกพร้อมกัน โดยพบว่ายับยั้งน้ำหนักแห้งของหญ้าข้าวนก 30.2 และ 13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วน Mao *et al.* (2006) พบว่าสารสกัดหยาบจากรากของ *Astragalus mongolicus* เมื่อนำไปผสมในดินพบว่ามีผลยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าวสาลี (*Triticum aestivum* L.) ซึ่งต่อมา Lee *et al.* (2008)

พบว่า การปลดปล่อยสารออกจากรากต้นข้าว 3 สายพันธุ์ คือ พันธุ์ kouketsumochi, K21, dongjinbyeo มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกโดยพบว่า หลังจากตัดเล็กรากของต้นข้าวทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ทำการปลูกไว้แล้ว 19 วัน และนำมาสกัดสารที่ความเข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่า พันธุ์ K21 และ พันธุ์ kouketsumochi มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวต้นของหญ้าข้าวนกได้ 7.2 และ 15.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และที่ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ K21 และ พันธุ์ kouketsumochi มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวต้นของหญ้าข้าวนกได้ 35.2 และ 23.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยพบว่า พันธุ์ dongjinbyeo มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเพียง 7 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ พันธุ์ kouketsumochi มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวต้น 42.6 เปอร์เซ็นต์ รองลงคือ พันธุ์ K21 38.5 เปอร์เซ็นต์ และ พันธุ์ dongjinbyeo 19.5 เปอร์เซ็นต์ ต่อมา Kobayashi *et al.* (2008) พบว่า ประสิทธิภาพของรากหญ้าไชย่งที่บดเป็นผงเมื่อนำไปคลุกดินพบว่า ในช่วงแรกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากของผักกาดหอมมากกว่าความยาวต้น โดยความยาวรากของผักกาดหอมจะลดลงตามอัตราของหญ้าไชย่งที่คลุกผสมลงดิน ซึ่งจากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า มีความเป็นไปได้ที่สารของรากหญ้าไชย่งที่ถูกบดเป็นผงแล้ว ได้มีการปลดปล่อยสารทั้งทางตรงและทางอ้อม หลังจากนำไปคลุกผสมดินแล้ว ซึ่งมีการแสดงผลเช่นเดียวกับทานตะวันแม็กซิกัน (*Tithonia rotundifolia* Gray.) และยังพบว่า การนำดินที่คลุกผสมด้วยหญ้าไชย่งแล้วนำไปสกัดด้วยน้ำ แล้วกรองเอาแต่น้ำออกมา และนำไปใช้เพาะเมล็ดผักกาดหอม โดยเพาะในทรายพบว่า มีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับการนำไปคลุกดิน โดยยับยั้งความยาวรากดีกว่าความยาวต้น และยังพบว่า การนำเมล็ดผักกาดหอมลงปลูกหลังจากนำผงของรากหญ้าไชย่งผสมคลุกลงไป ในดินทันที ความเป็นพิษของสารที่ออกมาจะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากสูงที่สุด และประสิทธิภาพของสารก็จะลดลงไปตามระยะเวลา และลดต่ำลงเพราะถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ในดิน