บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การทดลองที่ 1 ศึกษากรรมวิธีการสกัดสารออกฤทธิ์จากประยงค์ที่เหมาะสมต่อการผลิตในเชิงพานิชย์

5.1.1 การทดลองที่ 1.1 ศึกษาชนิดและสัดส่วนที่เหมาะสมของสารอินทรีย์ในการสกัดสารออกฤทธิ์ ที่รวดเร็ว ประหยัด สะดวก และง่ายต่อการระเหยออก

จากการศึกษาการสกัดสารออกฤทธิ์จากประยงค์โดยใช้น้ำและเอทานอล 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้ได้ทั้งปริมาณและคุณภาพของสารสกัดสารออกฤทธิ์เหมาะสมที่สุด โดยทดสอบกับเมล็ดวัชพืชทดสอบ 2 ชนิดคือ หญ้าข้าวนก และถั่วผี พบว่า การใช้น้ำในการสกัดจะได้ปริมาณสารออกฤทธิ์สูงที่สุด ในขณะที่การใช้เอทานอล 100 เปอร์เซ็นต์ ในการสกัดได้สารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกสูงที่สุด

ผลการทดสอบเปรียบเทียบครั้งนี้พบว่า การสกัดสารออกฤทธิ์จากประยงค์โดยใช้เอทานอลสัดส่วนที่แตกต่างกันจะได้ปริมาณสารสกัดที่แตกต่างกันทั้งปริมาณและคุณภาพเนื่องจาก สารที่ออกฤทธิ์จะละลายในเอทานอลมากกว่าน้ำ เมื่อสกัดประยงค์โดยตัวทำละลายที่มีสัดส่วนของเอทานอลที่สูงจึงได้สารสกัดที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชที่สูงเช่นเดียวกัน ซึ่งให้ผลแตกต่างกับการทดลองของ Wichittrakarn *et.al.* (2001) ที่ศึกษาการสกัดสารจากใบดาวเรืองด้วยตัวทำละลายคือ น้ำและเอทานอล 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้เอทานอล 25 เปอร์เซ็นต์ ในการสกัดจะได้ปริมาณสารสกัดหยาบจากใบดาวเรืองมากที่สุด แต่การใช้เอทานอล 75 เปอร์เซ็นต์ ในการสกัดจะได้สารสกัดหยาบจากใบดาวเรืองที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกได้ดีที่สุด และการทดลองของ maneechan *et al.* ได้ทำการสกัดสารจากใบพุดจักร (*Tabernaemontana pandacaqui* Lam.) ด้วยเอทานอล 100% พบว่าสารสกัดที่ได้สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของถั่วผีได้มากกว่าการสกัดด้วยเอาทานอลในสัดส่วนอื่น ๆ

5.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาและพัฒนาการเพิ่มประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์จากประยงค์

5.2.1 การทดลองที่ 2.1 ศึกษารูปแบบของสารผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม

จากการศึกษา พบว่าผลิตภัณฑ์จากประยงค์ในรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SC) สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตทางด้านความยาวต้นและความยาวรากของพืชทดสอบทั้งหญ้าข้าวนกและถั่วผี ได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์จากประยงค์ในรูปแบบผงเปียกน้ำ (WP)เนื่องจากผลิตภัณฑ์จากประยงค์ในรูปแบบสารละลายเข้มข้นมีส่วนประกอบของ NP-40 ซึ่งเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพชนิดหนึ่ง

ที่ช่วยให้การละลายของสารดีขึ้นและไม่ตกตะกอนได้ง่าย ซึ่งแตกต่างกับผลิตภัณฑ์จากประยงค์ในรูปแบบผงเปียกน้ำที่เกิดการตกตะกอนได้ง่าย ดังนั้นเมื่อสารที่สามารถละลายน้ำได้มากและเกิดการตกตะกอนช้าก็มีโอกาศที่จะเข้าทำลายพืชได้มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทณี สนธิ (2554) ได้ศึกษารูปแบบของผลิตภัณฑ์ควบคุมวัชพืชจากพุทธชาติก้านแดง ระหว่างรูปแบบผงเปียกน้ำ (WP) และรูปแบบสารละลายเข้มข้น (SC) ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ควบคุมวัชพืชจากพุทธชาติก้านแดงรูปแบบสารละลายสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตทางด้านความยาวต้นและความยาวรากของพืชทดสอบทั้งหญ้าข้าวนกและถั่วผี ได้ดีกว่าผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ควบคุมวัชพืชจากพุทธชาติก้านแดงรูปแบบผงเปียกน้ำ

5.2.2 การทดลองที่ 2.2 ศึกษาชนิดและสัดส่วนที่เหมาะสมของสารเสริมประสิทธิภาพ (additive agent) ในการเพิ่มประสิทธิภาพของสาร

จากการทดสอบการเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จากใบประยงค์แห้งโดยการเพิ่มกรดซิตริกและกรดอะซิตริกในอัตรา 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ของผลิตภัณฑ์ตามลำดับ ทดสอบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้เพิ่มกรด ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนกและถั่วผี โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ ปรากฏว่า การเพิ่มประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จากใบประยงค์แห้งโดยการเพิ่มกรดซิตริกและอะซิตริกมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบสูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้เพิ่มกรด โดยพบว่าผลิตภัณฑ์จากใบประยงค์แห้ง + กรดอะซิตริก 20% (Pa_4) ที่ปริมาณสาร 31.25 มิลลิกรัมต่อจานเพาะ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดหญ้าข้าวนกและถั่วผีได้มากที่สุด โดยยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกและถั่วผี 60 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการมีประสิทธิภาพของใบประยงค์ในการยับยั้งเพิ่มมากขึ้นจากการเพิ่มกรดซิตริกและกรดอะซิตริกนั้น อาจเป็นเพราะกรดทั้งสองชนิดช่วยให้ความสามารถในการละลายน้ำของสารออกฤทธิ์จากใบประยงค์ละลายน้ำได้เพิ่มมากขึ้น หรือกรดทั้งสองชนิดมีส่วนในการทำลายเซลล์ของใบประยงค์ทำให้สารออกฤทธิ์ที่อยู่ในใบประยงค์เคลื่อนที่ออกมาได้เพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับใบประยงค์ที่ไม่มีการเพิ่มกรดซิตริกและกรดอะซิตริก

5.2.3 ศึกษาชนิดและสัดส่วนที่เหมาะสมของการใช้สารสกัดสารออกฤทธิ์จากพืชชนิดอื่นเป็นส่วนผสม

จากการศึกษาการผสมสารสกัดสารออกฤทธิ์จากประยงค์กับพืชชนิดอื่นๆ คือ พุทธชาติ และดาวเรือง พบว่าการผสมสารสกัดสารออกฤทธิ์จากประยงค์กับพุทธชาติ และการผสมสารสกัดสารออกฤทธิ์จากประยงค์กับดาวเรือง มีประสิทธิภาพไม่แตกต่างกับการใช้สารสกัดจากประยงค์เพียงชนิดเดียว จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้สารสกัดสารออกฤทธิ์จากพืช 2 ชนิดผสมกันแล้วเกิดการเสริมประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชซึ่งกันและกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pieterse and Roorda

(1982) ที่ใช้ Gibberellic acid (GA3) และ chlorflurenol (methyl-2-chloro-9-hydroxyfluorene-(9)-carboxylate) ผสมกับ 2,4-D พบว่า การใช้ GA3 อัตรา 6 กรัมต่อเฮกตาร์ ผสมกับ 2,4-D อัตรา 100 กรัมต่อเฮกตาร์ และการใช้ chlorflurenol อัตรา 45 กรัมต่อเฮกตาร์ ผสมกับ 2,4-D อัตรา 100 กรัมต่อเฮกตาร์ สามารถควบคุมผักตบชวาได้ ในขณะที่การใช้ 2,4-D อัตรา 100 กรัมต่อเฮกตาร์ เพียงชนิดเดียวไม่สามารถควบคุมผักตบชวาได้ โดยจะต้องใช้ 2,4-D อัตรา 1,000 กรัมต่อเฮกตาร์ จึงจะสามารถควบคุมผักตบชวาได้

5.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาพฤติกรรมและวิธีการใช้สารผลิตภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในสภาพแวดล้อมระดับแปลงทดลอง

5.3.1 การทดลองที่ 3.1 ศึกษาพฤติกรรมและประสิทธิภาพของสารผลิตภัณฑ์ในดินชนิดต่าง ๆ

จากการศึกษาพฤติกรรมและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ โดยวัสดุเพาะเมล็ดชนิดต่างๆ ได้แก่ กระดาษเพาะเมล็ด ดินที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ดินที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ทรายที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และทรายที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนกและถั่วผี โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ พบว่า วัสดุเพาะเมล็ดประเภททรายที่ผ่านการฆ่าเชื้อ และไม่ฆ่าเชื้อ ที่ปริมาณสาร 125 มิลลิกรัมต่อจานเพาะ ยับยั้งการงอกของหญ้าข้าวนกและถั่วผี สูงสุดคือ 85 และ 80 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองมาคือ กระดาษเพาะเมล็ด และดิน ตามลำดับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การทดสอบผลิตภัณฑ์ในทรายยับยั้งพืชทดสอบสูงกว่า เนื่องจากทรายมีอนุภาคที่จะดูดซับสารน้อย จึงไม่สามารถขัดขวางการออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ ต่อพืชทดสอบทำให้การงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบลดลง ในขณะที่การทดสอบในกระดาษเพาะเมล็ด ให้ผลยับยั้งพืชทดสอบน้อยกว่า เนื่องจากในกระดาษเพาะเมล็ด มีเซลลูโลสดูดซับสารเอาไว้ ในขณะที่ดินแสดงผลยับยั้งน้อยสุด

5.3.2 การทดลองที่ 3.2 ศึกษาระยะเวลาตกค้าง (soil residue) ของสารผลิตภัณฑ์ในดิน

จากการศึกษาระยะเวลาตกค้าง (soil residue) ของผลิตภัณฑ์จากประยงค์ใน ดินเหนียว ดินร่วน และทราย ที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ 2 ชนิด คือ หญ้าข้าวนกและถั่วผี โดยใช้น้ำกลั่นเป็นวิธีการเปรียบเทียบ พบว่า เมื่อทดสอบสารในดินเหนียวและดินร่วน สารจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดได้เพียง 1 สัปดาห์ แต่เมื่อทดสอบสารในทรายพบว่าสารจะมีฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดได้ถึง 4 สัปดาห์ จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าระยะเวลาตกค้างของสารในดินเหนียวและดินร่วนจะน้อยกว่าระยะเวลาการตกค้างของสารในดินทราย เนื่องมาจาก

ปัจจัยต่างๆ คือ อัตราการใช้ ทั้งนี้เพราะปริมาณที่ใส่ลงไปมีมากกว่าที่จะถูกกระบวนการต่างๆ ในดิน ทำให้ปริมาณสารลดลง จะต้องใช้เวลานานมากขึ้น ลักษณะโครงสร้างของดินและเนื้อดิน ซึ่งทำให้กระบวนการต่างๆ ทาง metabolism ได้แตกต่างกัน นอกจากนี้คุณสมบัติความเป็นกรด-ด่างของสารจะมีผลให้เกิดกระบวนการย่อยสลายของสารที่แตกต่างกัน และสารอาจถูกดูดยึดโดยคอลลอยด์ดิน อนุภาคของดินที่แตกต่างกัน สิ่งมีชีวิตในดิน รวมทั้งจุลินทรีย์ในดิน ที่มีความสามารถในการย่อยสลายสารในดินได้ (พรชัย เหลืองอาภาพงษ์. 2540) เมื่อสารตกค้างอยู่ในดินเป็นเวลานานขึ้นสารจะถูดดูดยึดและถูกย่อยสลายจนไม่สามารถเคลื่อนที่เข้าทำลายวัชพืชได้อย่างเต็มประสิทธิภาพสอดคล้องกับผลการทดลองที่ 3.1 และ 3.3

5.3.3 การทดลองที่ 3.3 การถูกดูดยึดของสารผลิตภัณฑ์ในดินชนิดต่าง ๆ

จากการศึกษาการดูดซับของผลิตภัณฑ์ โดยวิธีดินผสมวุ้น ทดสอบการเคลื่อนย้ายสารผลิตภัณฑ์ผ่านชั้นของวุ้น วุ้นผสมดินผ่านการฆ่าเชื้อ และวุ้นผสมดินไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ 2 ชนิด คือ ถั่วผีและหญ้าข้าวนก ทดสอบสารผลิตภัณฑ์ในอัตรา 0, 125, 250 และ 500 มิลลิกรัมต่อขวดทดลอง ผลปรากฏว่า สารผลิตภัณฑ์ที่เคลื่อนย้ายผ่านชั้นวุ้นอย่างเดียว แสดงผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชทดสอบทั้ง 2 ชนิด สูงกว่าการเคลื่อนย้ายผ่านชั้นวุ้นผสมดินฆ่าเชื้อ และวุ้นผสมดินไม่ฆ่าเชื้อ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Shiraishi *et al*. (2002) พบว่าการย้ายปลูกต้นกล้าผักกาดหอมที่มีความยาวรากประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ลงบนวุ้นที่ผสมใบแห้ง trefoil และ red spiderlily มีประสิทธิภาพในการยับยั้งความยาวรากของผักกาดหอม 69-92 เปอร์เซ็นต์ และ 76-86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชผ่านชั้นของดินผสมวุ้น ทำให้ฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ลดลงสอดคล้องกับการทดลองที่ 3.1 เนื่องจาก สารที่เคลื่อนย้ายผ่านชั้นดินอาจถูกดูดยึดโดยคอลลอยด์ดิน อนุภาคของดิน สารเคมีในดิน เป็นต้น และจากผลการทดลองที่ 3.1 และ 3.3 แสดงให้เห็นว่าถ้าใช้ผลิตภัณฑ์ในทางดิน ดินและจุลินทรีย์ในดินอาจดูดซับและย่อยสลายสารผลิตภัณฑ์จนไม่สามารถเคลื่อนที่เข้าทำลายวัชพืชได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ และสำหรับการใช้สารกำจัดวัชพืชทางดินนั้น ผู้ใช้จำเป็นที่จะต้องพัฒนาสารให้มีความคงทนในดินให้นานมากยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในช่วงที่สำคัญที่เราต้องการใช้สำหรับควบคุมวัชพืชซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของพืชปลูกและวัชพืชที่ต้องการควบคุมด้วย (ทศพล พรพรหม. 2545) ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Yakle and Cruse (1984) ที่พบว่าการใช้สารสกัดที่กรองผ่านดินที่ฆ่าแล้วและสารสกัดจากซากข้าวโพดที่ผสมดินพบว่าศักยภาพของสารลดลง แสดงให้เห็นว่า สารจากซากข้าวโพดที่หมักด้วยดินถูกทำลายศักยภาพโดยจุลินทรีย์ในดินหรือเกิดจากอนุภาคของดินดูดซับสารไว้ ในขณะที่ทำการการหมักและการกรองสารสกัดผ่านดิน ในขณะที่ Heisey (1990) พบว่าจุลินทรีย์ในดินมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งของเปลือก

รากของ tree of heaven ลดลง ซึ่งให้ผลในทำนองเดียวกับ Laosinwattana *et al.* (1997) ที่พบว่าจุลินทรีย์ในดินลดประสิทธิภาพและย่อยสลายสารสารอัลลีโลพาทีในซากใบหญ้านวลน้อย หรือจากรายงานของ Ohno and Doolan (2001) ที่แสดงผลการหมักซาก red clover ไว้ในทรายเป็นระยะเวลาถึง 5 สัปดาห์ พบว่าไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพของสาร แสดงให้เห็นว่าการขาดตัวดูดซับคืออนุภาคดินมีผลให้ศักยภาพของสารคงเดิม จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนย้ายสารผ่านชั้นของดิน ทำให้ฤทธิ์ของสารจากประยงค์ลดลง เนื่องจากระหว่างการเคลื่อนย้ายสารในดินอนุภาคของดินสามารถดูดยึดสารอัลลีโลพาที (soil absorption) และถูกเมทาบอลิซึมโดยปัจจัยทางเคมี และสิ่งมีชีวิตได้ (metabolized by chemical and biological reaction) อีกทั้งการออกฤทธิ์ของสารอัลลีโลพาทีในดินอาจเกิดปัจจัยอื่นๆ เช่น เนื้อดิน (soil texture) ความชื้น (moisture) ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) อินทรีย์วัตถุ (organic matter) อนินทรียวัตถุ (inorganic matter) และจุลินทรีย์ดิน (soil microorganism) (Kobayashi. 2004) ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์จากประยงค์เป็นสารควบคุมวัชพืชทางดินจึงต้องมีการศึกษาและพัฒนาเพิ่มเติม ด้วยการพัฒนาให้สารออกฤทธิ์สามารถเคลื่อนที่ในดินได้ดีขึ้น ถูกดูดซับในดินได้น้อยลงและไม่ถูกทำลายด้วยจุลินทรีย์เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในการควบคุมวัชพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3.4 การทดลองที่ 3.4 ศึกษาปริมาณน้ำฝนและระยะเวลาปลอดฝน ต่อการออกฤทธิ์ของสารในสภาพแปลง

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนและระยะเวลาปลอดฝนต่อการออกฤทธิ์ของสารในสภาพแปลงทดลอง พบว่าปริมาณน้ำฝนและช่วงระยะเวลาปลอดฝนมีผลทำให้ประสิทธิภาพของสารลดลง เมื่อฉีดพ่นสารทางดินแล้วมีฝนตกปริมาณน้ำฝนที่มากจะทำให้ประสิทธิภาพของสารลดลง และเมื่อฉีดพ่นสารทางดินแล้วมีช่วงระยะเวลาปลอดฝนน้อยก็จะมีผลให้ประสิทธิภาพของสารลดลงด้วยเช่นกัน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเมื่อฝนตก ทำให้สารถูกชะล้างจากผิวดินลงสู่ดินชั้นล่าง หรือสารที่หลงเหลืออยู่มีความเข้มข้นไม่เพียงพอที่จะกำจัดวัชพืชได้ หรือสารนั้นเคลื่อนย้ายไปก่อนที่เมล็ดวัชพืชจะงอก รังสิต สุวรรเขตนิคม (2547) และจากรายงานวิจัยของ Smith *et al.* (1999) พบว่าประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชของไกลโฟเสทจะลดลงเมื่อมีช่วงระยะเวลาปลอดฝนที่สั้นลง

5.4 การทดลองที่ 4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติควบคุมวัชพืชจากประยงค์ที่พัฒนาได้กับสารเคมีป้องกันควบคุมวัชพืชที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบัน

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติควบคุมวัชพืชจากประยงค์ที่พัฒนาได้กับสารเคมีป้องกันควบคุมวัชพืช (อาทราซีน) พบว่าการใช้สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติควบคุมวัชพืชจากประยงค์ ที่ อัตรา 1 ตันต่อเฮกตาร์ มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการใช้สารเคมีป้องกันควบคุมวัชพืช (อาทราซีน) ที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งการใช้สารผลิตภัณฑ์ธรรมชาติควบคุมวัชพืชจากประยงค์ที่อัตราดังกล่าวไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวโพดลดลงซึ่งสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Dhima *et al*. (2010) ที่พบว่าการใช้พรรณไม้หอมเป็นปุ๋ยพืชสดไม่ทำให้การพัฒนาของข้าวโพดลดลง นอกจาก นี้ Kuo & Jellum (2002) และ Dhima *et al.* (2006) รายงานว่า การใช้ธัญพืชต่างๆ เป็นพืชคลุมดินไม่ส่งผลต่อผลผลิตของข้าวโพด