

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง กิจกรรมการเสริมสร้างพลังอำนาจในตนเองต่อพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากสารเคมีของพนักงานศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการวิจัยตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเกี่ยวกับพลังอำนาจ
2. แนวคิดการเสริมสร้างพลังอำนาจ
3. แนวคิดเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในการเกษตร
4. สารชีวอินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Microbial insecticide, Biopesticides)
5. ปัญหาที่เกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### 1. แนวคิดเกี่ยวกับพลังอำนาจ

พลังอำนาจหรือ Power เป็นคำนาม หมายถึง คุณลักษณะที่แสดงถึงความสามารถความมีอิทธิพล หรือมีอำนาจในการควบคุมและตัดสินใจในเรื่องต่างๆ ส่วนคำว่า การมอบอำนาจหรือการให้พลังอำนาจ ตรงกับคำว่า Empower ซึ่งเป็นคำกริยา หมายถึง การที่บุคคลที่มีอำนาจสูงกว่าได้ถ่ายโอนอำนาจไปสู่บุคคลที่มีพลังอำนาจด้อยกว่าเพื่อให้บุคคลสามารถกระทำการต่างๆ ได้ด้วยตนเอง (Llewellyn, 1989, อ้างใน จุฑารัตน์ สุริยาทัย, 2547)

พลังอำนาจเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อชีวิตของบุคคล การมีพลังอำนาจเป็นสิ่งที่มีความหมายและมีคุณค่าต่อความเป็นบุคคลอย่างมาก เป็นพลังผลักดันที่ก่อให้เกิดการแสวงหา การปฏิบัติงานหรือการกระทำสิ่งที่ดีที่สุดตามความสามารถและศักยภาพ ส่งผลให้บุคคลเกิดการพัฒนาตนเองในทุกๆ ด้าน รู้สึกมีความหวัง มีพลังในตนเอง ไม่ท้อถอย สามารถจัดการและควบคุมตนเอง ตลอดจนสามารถมีชีวิตอยู่ได้อย่างมีศักดิ์ศรีท่ามกลางปัญหาอุปสรรคที่เกิดขึ้น นอกจากนี้การมีพลังอำนาจยังสามารถช่วยขจัดความขัดแย้งในตนเองได้ จึงกล่าวได้ว่าพลังอำนาจเป็นสิ่งจำเป็นต่อบุคคลในการปฏิบัติงานให้ประสบผลสำเร็จ (ฟาริดา ฮิบราฮิม, 2532; Gibson, 1995; Gilbert, 1995; Gray, Doan & Church, 1990, อ้างใน จุฑารัตน์ สุริยาทัย, 2547)

ปัจจุบันทุกสาขาอาชีพเริ่มให้ความสำคัญกับการมีพลังอำนาจหรือการมีศักยภาพในตนเอง มีการนำแนวคิดดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาศักยภาพของบุคลากร ตลอดจนมีการใช้อย่างหลากหลายในการพัฒนาศาสตร์สาขาต่างๆ ซึ่งรวบรวมได้ดังนี้

1. การใช้ในความหมายทั่วไปพลังอำนาจเป็นผลของกระบวนการให้อำนาจหรือเสริมสร้างพลังอำนาจในตนเองขึ้น เป็นคุณลักษณะที่แสดงถึงความสามารถ ศักยภาพและความมีอำนาจในการควบคุม จัดการ และตัดสินใจในเรื่องราวหรือสถานการณ์ต่างๆ ได้ (Llewellyn, 1989, อ้างใน จุฑารัตน์ สุริยาทัย, 2547)

2. การใช้ในทางสังคมซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับสิทธิมนุษยชน เป็นสิ่งที่สามารถให้แก่กันและกันได้ อำนาจที่ไม่เท่าเทียมกันในสังคมทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเพื่อการเสริมสร้างพลังอำนาจเรียกร้องให้ได้มาซึ่งอำนาจ (Parker & Mc Farlane, 1991 cited in Rodweh, 1990, อ้างใน จุฑารัตน์ สุริยาทัย, 2547)

3. การใช้ในทางบริหารจัดการเกี่ยวกับองค์กรหรือสถาบันต่างๆ ซึ่งเชื่อว่าบุคคลทุกคนย่อมมีศักยภาพในการพัฒนาตนเอง มีคุณค่าและมีความต้องการที่จะพัฒนาตนเอง ในการบริหารที่เน้นการมีส่วนร่วม มุ่งกระจายอำนาจจากส่วนกลาง (Decentralitat) โดยเน้นที่จะพัฒนาคนในองค์กรและส่งเสริมให้มีศักยภาพในตนเองเพื่อให้เกิดผลสำเร็จในหน่วยงานหรือองค์กรนั้นๆ (Clarke & Mass, 1998, อ้างใน จุฑารัตน์ สุริยาทัย, 2547)

4. การใช้ในด้านการศึกษา โดยมีความเชื่อพื้นฐานว่าบุคคลย่อมมีศักยภาพในตนเองที่จะพัฒนาความรู้ความสามารถและพลังอำนาจแห่งตนได้ เป็นรูปแบบการศึกษาแบบมีส่วนร่วม (Participatory Education) หรือการศึกษาที่ให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered Learning) โดยใช้วิธีการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นกันระหว่างผู้เรียน ให้ผู้เรียนร่วมกันระบุนิยามของตน วิเคราะห์สาเหตุและความเป็นมาของปัญหาโดยใช้วิจารณ์ญาณการมองภาพสังคมที่ควรจะเป็นการพัฒนาวิถีที่จะแก้ไขอุปสรรคเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ต้องการ (นิตยา เพ็ญศิริรักษา, 2538)

5. การใช้ระบบบริการด้านสุขภาพ โดยมีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือมุ่งส่งเสริมให้บุคคลได้มีอำนาจในการควบคุมตนเองเพื่อการมีภาวะสุขภาพและมีคุณภาพชีวิตที่ดีและการดำรงชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความเชื่อพื้นฐานว่าบุคคลย่อมมีศักยภาพในตนเองที่จะเจริญเติบโต มีพัฒนาการและเป็นเจ้าของชีวิตของตนเอง (Haney, 1988, อ้างใน จุฑารัตน์ สุริยาทัย, 2547)

จากความสำคัญดังกล่าวจึงส่งผลให้แนวคิดเกี่ยวกับพลังอำนาจเป็นแนวคิดที่บุคคล กลุ่มคน หน่วยงาน หรือองค์กร นำมาใช้ในการพัฒนาศักยภาพของบุคคลในระดับต่างๆ อย่างแพร่หลายมากขึ้น การเสริมสร้างพลังอำนาจจึงเป็นแนวคิดที่กำลังได้รับความสนใจในศาสตร์ทุกสาขาอยู่ในปัจจุบัน

## 2. แนวคิดการเสริมสร้างพลังอำนาจ

การเสริมสร้างพลังอำนาจเป็นแนวคิดที่ได้รับการกล่าวถึงและมีการนำมาใช้ในระบบบริการด้านสุขภาพมากขึ้น (Gilbert, 1995, อ้างใน จุฑารัตน์ สุริยาทัย, 2547) เนื่องจากเป็นกลวิธีที่สำคัญประการหนึ่งซึ่งบุคลากรในทีมสุขภาพสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการพัฒนาตนเอง หน่วยงาน และวิชาชีพได้ (กอบกุล พันธุ์เจริญวรกุล, 2539) ประกอบกับการบริการของรัฐได้เน้นการพัฒนาคุณภาพและความครอบคลุมของบริการส่งเสริมสุขภาพประชาชนให้ได้รับการพัฒนาศักยภาพให้สามารถดูแลตนเองได้อย่างถูกต้องมีค่านิยมที่จะมีสุขภาพดี ตลอดจนมีพฤติกรรมที่ส่งเสริมสุขภาพดี และป้องกันมิให้เจ็บป่วย (คณะกรรมการการวางแผนพัฒนาสาธารณสุข, 2540) โดยมีเป้าหมายที่จะสนับสนุนให้ประชาชนได้ตระหนักถึงการมีส่วนร่วมและมีความรับผิดชอบในตนเอง เพราะเชื่อว่าการดูแลสุขภาพตนเองเป็นหนทางไปสู่การมีชีวิตและมีสุขภาพที่ดี อีกทั้งสังคมปัจจุบันประชาชนมีความตระหนักถึงสิทธิและการมีส่วนร่วมมากขึ้น มีการเรียกร้องสิทธิและความเท่าเทียมกันในสังคมมากขึ้น นั่นคือผู้รับบริการต้องการมีพลังอำนาจในตนเองมากขึ้น โดยถือว่าผู้รับบริการย่อมมีสิทธิที่จะตัดสินใจเกี่ยวกับร่างกายและชีวิตของตนเองอันเป็นสิทธิมนุษยชนที่จะต้องคำนึงถึง และพยายามจะต้องพึงให้ผู้รับบริการด้วยการเคารพในสิทธิและศักดิ์ศรีของความเป็นบุคคล (พิบูล นันทชัยพันธ์, 2540)

อย่างไรก็ตาม การเสริมสร้างพลังอำนาจเป็นแนวคิดหลายมิติที่มีความสลับซับซ้อนและกว้างขวาง ยากลำบากในการให้คำจำกัดความ เนื่องจากความหมายของการเสริมสร้างพลังอำนาจจะแตกต่างกันไปเมื่อนำไปใช้ในกลุ่มคณะและบริบทที่แตกต่างกัน (Gibson, 1991) จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง พบว่าการเสริมสร้างพลังอำนาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ ได้แก่ 1) การเสริมสร้างพลังอำนาจโดยบุคคลอื่น คือ การที่บุคคลที่มีพลังอำนาจมากกว่าเสริมสร้างพลังอำนาจให้แก่บุคคลที่ด้อยกว่า โดยใช้วิธีการต่างๆ ในการกระตุ้นให้บุคคลตระหนักในความสามารถและพลังอำนาจของตนเอง และ 2) การเสริมสร้างพลังอำนาจโดยตนเองเป็นความสามารถของบุคคลในการพัฒนาตนเองด้วยวิธีการต่างๆ จนสามารถควบคุมและจัดการกับชีวิตของตนเองได้ (Gilbert, 1995; Hawks, 1992; Malin & Teasdale, 1991; Rodwell, 1996)

ตามแนวคิดของ กิบสัน (Gibson, 1993) การเสริมสร้างพลังอำนาจเป็นกระบวนการส่วนบุคคล (Intrapersonal Process) ที่ก่อให้เกิดการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพความสามารถของตนเองในการที่จะควบคุมและจัดการสถานการณ์ได้ เกิดความพึงพอใจในความสามารถของตนเอง มีการพัฒนาตนเอง มีเป้าหมายและมีความหมายในชีวิตของตนเอง สามารถใช้ความรู้ ทักษะ หรือแหล่งประโยชน์ที่มีอยู่เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการปฏิบัติงาน

กล่าวโดยสรุป การเสริมสร้างพลังอำนาจเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้บุคคล กลุ่มคนหรือชุมชนสามารถพัฒนาศักยภาพในการตัดสินใจเลือกวิถีชีวิตของตน สามารถควบคุม และจัดการกับสถานการณ์ต่างๆ ที่เข้ามามีผลกระทบต่อชีวิตของตนเพื่อให้เกิดความรู้สึกเชื่อมั่น รู้สึกมีคุณค่าในตนเอง และรู้สึกมีพลังอำนาจในตนเองที่จะกระทำสิ่งต่างๆ เพื่อเปลี่ยนแปลง ตนเองไปสู่สิ่งที่ดีขึ้น ตลอดจนสามารถปฏิบัติหน้าที่ตามบทบาทของตนให้สำเร็จลุล่วงได้อย่าง เหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงสุดบรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

## 2.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสริมสร้างพลังอำนาจ

ตามแนวคิดของ กิบสัน (Gibson, 1993) ปัจจัยที่ทำให้บุคคลเกิดกระบวนการ เสริมสร้างพลังอำนาจคือความคับข้องใจ (Frustration) ความรู้สึกขัดแย้ง การมีปัญหา อุปสรรค การมีความคาดหวัง การขาดภาวะสมดุลซึ่งจะส่งผลให้บุคคลพยายามที่จะกระทำ พฤติกรรมต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ประกอบกับการมีความมุ่งมั่นทุ่มเท ความผูกพัน และ ความรัก (Commitment, Bond, Love) โดยพบว่าความรู้สึกดังกล่าวเป็นสิ่งผลักดันให้บุคคลเกิด พลัง มีกำลังใจ สามารถกระทำทุกวิถีทางในการแก้ไขปัญห อุปสรรค เพื่อให้ได้มาซึ่งสิ่งที่ดี ที่สุด และการที่บุคคลจะสามารถเข้าสู่กระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจ ได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัยซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องหรือมีอิทธิพลต่อกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจของ บุคคลนั้น ประกอบด้วยปัจจัยภายในบุคคลและปัจจัยภายนอกบุคคล ปัจจัยภายในบุคคล ได้แก่

1. ความเชื่อ (Beliefs) ความเชื่อจะมีอิทธิพลอย่างมากในสิ่งที่จะช่วยให้บุคคลสามารถ จัดการกับปัญหา อุปสรรค และความยากลำบากในการดูแลที่เกิดขึ้น การมีความเชื่อที่ดีต่อการ ให้การดูแลผู้ป่วย หรือเชื่อว่าการดูแลที่มีประสิทธิภาพจะช่วยให้อาการเจ็บป่วยของผู้ป่วย ดีขึ้น ความเชื่อดังกล่าวก็จะส่งผลให้บุคคลเกิดความหวัง มีการมองเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแง่ดี มีความคิดที่ส่งเสริมให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลในสิ่งที่ดี รวมทั้งเกิดความมั่นใจว่าตนสามารถให้ การดูแลที่มีคุณภาพ ทั้งหมดนี้จะทำให้บุคคลมีความรู้สึกเกิดพลังในการที่จะพยายามแสวงหา วิธีการต่างๆ เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลในสิ่งที่ดีที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

2. ค่านิยม (Values) ค่านิยมของบุคคลจะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการเกิดกระบวนการ เสริมสร้างพลังอำนาจ ทั้งค่านิยมที่เกี่ยวกับผู้ป่วย และในด้านบทบาทของการให้การดูแลผู้ป่วย

3. ประสบการณ์ (Experience) ประสบการณ์ที่ผ่านมาของบุคคลเป็นสิ่งสำคัญต่อ กระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจ ซึ่งรวมถึงประสบการณ์ในการให้การดูแลผู้ป่วยใน สถานการณ์ต่างๆ ที่ผ่านมา และประสบการณ์ที่บุคคลได้รับจากการศึกษาข้อมูลความรู้จาก แหล่งต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้มีแนวทางสำหรับการจัดการควบคุมสถานการณ์ และให้การดูแลผู้ป่วย ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. เป้าหมาย (Determination) ของตนเอง การมีเป้าหมาย ในชีวิตจะช่วยผลักดันให้บุคคลมีพลังที่จะกระทำพฤติกรรมต่างๆ เพื่อไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ โดยจะพยายามทำทุกอย่าง เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับในสิ่งที่ดีที่สุดแม้ว่าจะมีอุปสรรค ส่งผลให้ผู้ป่วยได้รับการดูแลที่มีประสิทธิภาพ

สำหรับปัจจัยภายนอกบุคคล ได้แก่ การสนับสนุนทางสังคม (Social Support) จากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมาชิกในครอบครัว บุคคลสำคัญในชีวิต รวมถึงผู้ป่วยซึ่งมีส่วนให้การสนับสนุน ให้ความรู้ ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ ให้การปรับประคอง และให้ความมั่นใจในการดูแล การที่บุคคลได้รับสิ่งเหล่านี้จะทำให้สามารถยืนหยัดในการปฏิบัติงานได้ต่อไป ปัจจัยที่กล่าวมาทั้งหมดจะส่งผลต่อการเกิดกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจของบุคคลทุกขั้นตอน

## 2.2 กระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจตามแนวคิดของกิบสัน (Gibson, 1993)

กิบสัน (Gibson, 1993) ได้ทำการศึกษาการเสริมสร้างพลังอำนาจของมารดาที่ให้การดูแลบุตรที่มีอาการเจ็บป่วยเรื้อรัง จำนวน 12 ราย ใช้วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ รวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกตอย่างมีส่วนร่วมการบันทึก การสัมภาษณ์โดยใช้แนวคำถามการสัมภาษณ์กึ่ง โครงสร้าง (Semi-Structured Interview Guide) ระยะเวลาที่ทำการศึกษาทั้งหมด 12 เดือน ผลการศึกษาสรุปได้ว่า การเสริมสร้างพลังอำนาจเป็นกระบวนการส่วนบุคคลในการพัฒนาตนเอง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การค้นพบสภาพการณ์จริง (Discovering Reality) เป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจ ในขั้นนี้จะมีการตอบสนองของบุคคล 3 ด้าน คือ ด้านอารมณ์ (Emotional) ด้านสติปัญญาการรับรู้ (Cognitive) และด้านพฤติกรรม (Behavioral)

การตอบสนองด้านอารมณ์ (Emotional Responses) เมื่อบุคคลรับรู้และตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นก็จะเกิดความรู้สึกสับสน ไม่แน่ใจต่อด้านวิตกกังวลกระวนกระวาย ก้าว โกรธ ซึ่งอาการทั้งหมดเกิดจากการที่บุคคลไม่สามารถยอมรับกับปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพของความเป็นจริงได้ ความรู้สึกเจ็บปวดที่จะต้องเผชิญ ประกอบกับความไม่เข้าใจในสภาพและความยุ่งยากซับซ้อนของปัญหา ความไม่สามารถคาดเดาเหตุการณ์ล่วงหน้าได้ รวมทั้งการขาดความรู้ความเข้าใจในการดูแลที่จะเกิดขึ้นต่อไป ในระยะนี้บุคคลจะรู้สึกกับข้อใจที่จะคิดว่าผู้ป่วยไม่สามารถกลับคืนสู่ภาวะสุขภาพที่ดีได้ แต่ผู้ให้การดูแลจะรู้สึกดีขึ้นหากเปลี่ยนวิธีคิด และมีความหวังว่าผู้ป่วยมีโอกาสที่จะมีอาการดีขึ้นได้ ซึ่งการคิดในลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้ดูแลมีกำลังใจดีขึ้น พยายามค้นหาปัญหา สาเหตุที่เกิดขึ้นตามสภาพที่เป็นจริง เพื่อให้การช่วยเหลือได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม



การตอบสนองทางสติปัญญาการรับรู้ (Cognitive Responses) เมื่อบุคคลรู้สึกสูญเสียความสามารถหรือไม่มั่นใจในการดูแลผู้ป่วยก็จะมีแสวงหาความช่วยเหลือจากสิ่งรอบข้าง โดยการหาข้อมูลความรู้ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ไม่ว่าจะเป็นการผ่านจากหนังสือ การซักถามข้อมูลจากผู้ที่เกี่ยวข้อง หรือผู้ที่ประสบเหตุการณ์ที่คล้ายคลึงกัน เพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจเหตุการณ์และสถานการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น ในระยะนี้บุคคลจะให้ข้อมูลความรู้ทั้งหมดที่ได้จากการแสวงหาจากแหล่งต่างๆ มาใช้ประกอบการตัดสินใจให้ความช่วยเหลือผู้ป่วย

การตอบสนองทางพฤติกรรม (Behavioral Responses) โดยบุคคลจะรับรู้และตระหนักว่าการดูแลผู้ป่วยเป็นหน้าที่และความรับผิดชอบข้างต้น การที่บุคคลคิดว่าการกระทำของตนเองเป็นสิ่งที่ดีที่สุดในขณะนั้น พยายามมองปัญหาที่เกิดขึ้นในแง่ดี และพยายามทำความเข้าใจกับปัญหาและสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจนสามารถรู้ชัดเจนว่าปัญหาหรือสิ่งที่ผู้ป่วยต้องการอย่างแท้จริงคืออะไร เกิดความเข้าใจชัดเจนในการดูแล เกิดความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของตนเองโดยใช้ประสบการณ์การแก้ปัญหาที่ผ่านมาประยุกต์กับสถานการณ์ใหม่ ในขั้นนี้บุคคลจะได้รับข้อมูลย้อนกลับและการวิพากษ์วิจารณ์การกระทำจากบุคคลที่เกี่ยวข้อง อาจทำให้รู้สึกสับสน คับข้องใจ และไม่มั่นใจ จนในที่สุดผู้ดูแลและตระหนักได้เองถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น และจะเริ่มเปลี่ยนวิธีการคิด คือ พยายามเปลี่ยนแนวคิดในแง่บวก และคิดว่าปัญหาทุกอย่างสามารถแก้ไขได้ รวมทั้งพยายามทำทุกวิธีการเพื่อให้การดูแลผู้ป่วยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Reflection) เมื่อบุคคลสามารถค้นพบปัญหาและเกิดความคับข้องใจมากขึ้น ก็จะส่งผลให้บุคคลได้พัฒนาขึ้น ช่วยให้กลับมามองปัญหาประเมิน และคิดพินิจพิเคราะห์ถึงสถานการณ์หรือสิ่งที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแง่มุมต่างๆ ให้เกิดความเข้าใจชัดเจนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น ในขั้นนี้จะช่วยให้บุคคลเกิดการพัฒนารู้สึกมีพลังอำนาจในการควบคุมตนเอง (A Sense of Personal Control) ทำให้เปลี่ยนความคิดจากเดิมที่คิดว่าตนเองไม่สามารถช่วยเหลือผู้ป่วยได้ดี ก็เกิดความคิดว่าทุกปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ได้เกิดจากการไร้ความสามารถของตนเอง สิ่งที่ได้กระทำให้แก่ผู้ป่วยมีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้น บุคคลจะได้มาซึ่งทางเลือกต่างๆ ในการปฏิบัติ หลังจากการคิดวิเคราะห์อย่างละเอียดแล้วจะช่วยให้บุคคลมีการพัฒนาขึ้น จะตระหนักถึงความเข้มแข็งของตนเอง ความสามารถ ความถูกต้องของตน เกิดความรู้สึกมั่นใจในความรู้ความสามารถ การตัดสินใจ ทักษะของตนเองในการที่จะให้การดูแลผู้ป่วยมากขึ้น จึงกล่าวได้ว่าขั้นตอนของการสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสำคัญนำไปสู่การตัดสินใจเลือกวิธีการปฏิบัติ

ที่เหมาะสม และช่วยให้บุคคลมีการรับรู้ถึงพลังอำนาจในตนเอง เมื่อผ่านขั้นตอนนี้บุคคลจะมีความรู้สึกเข้มแข็ง มีความสามารถ และมีพลังงานมากขึ้น

3. การตัดสินใจและลงมือปฏิบัติ (Taking Charge) หลังจากผ่านสองขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น ในขั้นนี้บุคคลจะตัดสินใจเลือกวิธีการปฏิบัติที่ตนคิดว่าเหมาะสมและดีที่สุด ซึ่งการตัดสินใจจะอยู่ภายใต้เงื่อนไข คือ 1) เป็นวิธีที่แก้ปัญหาให้แก่ผู้ป่วยได้ 2) สอดคล้องกับการดูแลรักษาของทีมสุขภาพ 3) ผู้ป่วยได้รับความเอาใจใส่และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ป่วยได้ 4) ผ่านการร่วมปรึกษาและได้รับการยอมรับจากทีมสุขภาพ และ 5) เป็นวิธีที่สร้างความยอมรับและสามารถเปิดกว้างในการที่บุคคลอื่นจะนำไปใช้เพื่อนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้ ในขั้นตอนนี้บุคคลจะมีพันธะสัญญากับตนเอง ดังนี้

3.1 การปกป้อง (Adorning) โดยคิดว่าเจ้าหน้าที่ในการให้การดูแลเป็นภาระหน้าที่และความรับผิดชอบของตนเอง ดังนั้นสิ่งที่คิดว่าทำแล้วเป็นผลดีกับผู้ป่วยก็จะทำ

3.2 การเรียนรู้ในการแก้ปัญหา (Learning the Ropes) เป็นการเรียนรู้ที่จะแก้ปัญหาจากการใช้ประสบการณ์เดิม และการเรียนรู้ร่วมกับทีมสุขภาพ

3.3 การเรียนรู้ในการคงพฤติกรรม (Learning to Permits) เป็นวิธีการที่ผู้ดูแลใช้ในการให้การดูแลช่วยเหลือ ซึ่งช่วยให้ผู้ดูแลไม่เกิดความย่อท้อต่อความตั้งใจ

4. การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีคุณค่า (Holding on) เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจ เมื่อนำวิธีการที่เลือกใช้ไปปฏิบัติแล้วเกิดประสิทธิภาพหรือประสบความสำเร็จ บุคคลก็จะรู้สึกมั่นใจ รู้สึกมีพลัง มีความสามารถ และจะคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการแก้ปัญหานั้นสำหรับใช้ในครั้งต่อไป

จะเห็นได้ว่าในแต่ละขั้นตอนของการเสริมสร้างพลังอำนาจจะมีความต่อเนื่องกัน และการที่บุคคลสามารถผ่านแต่ละขั้นตอนได้จะต้องใช้ความคิดอย่างเป็นระบบ และอาศัยความสามารถในระดับสูง เมื่อบุคคลสามารถผ่านกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจทั้ง 4 ขั้นตอนได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้วก็จะเกิดผลต่อบุคคลในตัวคุณลักษณะที่จะช่วยให้สามารถปฏิบัติงานได้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายที่ต้องการอย่างไรก็ตาม การที่บุคคลจะสามารถผ่านกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจในตนเอง ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการดังกล่าว ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ใช้กระบวนการ 4 ขั้นตอน คือ 1) การค้นพบสภาพการณ์จริง 2) การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) การตัดสินใจและลงมือปฏิบัติ และ 4) การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีคุณค่า

### 2.3 การรับรู้พลังอำนาจ

ตามแนวคิดของ กิบสัน (Gibson, 1993) การรับรู้พลังอำนาจ (Sense of Power) เป็นผลลัพธ์ของการเสริมสร้างพลังอำนาจ จากการศึกษากระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจของมารดาที่ให้การดูแลบุตรที่ป่วยด้วยโรคเรื้อรัง พบว่า การเสริมสร้างพลังอำนาจเป็นกระบวนการภายในบุคคล (Intrapersonal Process) ที่นำมาซึ่งคุณลักษณะ 4 ด้าน ได้แก่

1. ความสามารถที่จะควบคุมหรือจัดการสถานการณ์ได้ หมายถึง การที่บุคคลมีการรับรู้ในศักยภาพและความสามารถของตนเองในการเผชิญสถานการณ์ปัญหา การแก้ไขปัญหา ตลอดจนสามารถดำเนินงานได้สำเร็จบรรลุตามเป้าหมายท่ามกลางอุปสรรคที่เกิดขึ้น โดยอาศัยสถานการณ์ปัญหาซึ่งจะทำให้บุคคลเกิดการเรียนรู้สิ่งใหม่ ประกอบกับการนำความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่เดิมมาผสมเพื่อนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น

2. ความพึงพอใจในความสามารถของตนเองหมายถึง การที่บุคคลมีความรู้สึกที่ดีและเป็นประโยชน์กับตนเอง ยินดีในผลงานที่เกิดขึ้น มีความมั่นใจและมีกำลังใจในการปฏิบัติงานต่อไป ส่งผลให้การปฏิบัติงานประสบความสำเร็จบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้

3. การพัฒนาตนเอง หมายถึง การที่บุคคลรับรู้ถึงการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงลักษณะส่วนบุคคลในด้านต่างๆ ไปสู่สิ่งที่ดี เหมาะสมและถูกต้องมากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้บุคคลรู้สึกมั่นใจในความสามารถเพิ่มขึ้น

4. การมีเป้าหมายและความหมายในชีวิตของตนเอง หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่เกิดขึ้นในตนเองเกี่ยวกับการยอมรับนับถือตนเอง เห็นคุณค่า ความหมายของตนเอง เชื่อมั่นในตนเอง มีเป้าหมายในชีวิต มีความภาคภูมิใจในตนเอง และมองเห็นความสำคัญของตนเองต่องานในความรับผิดชอบและต่อผู้อื่น

กิบสัน (Gibson) เชื่อว่าหากบุคคลมีความรับรู้พลังอำนาจในตนเองทั้ง 4 ด้านระดับสูงก็สามารถให้การดูแลผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพนำไปสู่ความมีคุณภาพและความสำเร็จในงานได้นั้นคือ คุณลักษณะทั้ง 4 ด้านเป็นคุณลักษณะสำคัญที่นำไปสู่การพัฒนาบุคคล

แม้ผลการศึกษาของกิบสัน (Gibson, 1993) จะพบว่า การเสริมสร้างพลังอำนาจจะนำมาซึ่งคุณลักษณะทั้ง 4 ด้านดังกล่าวข้างต้น แต่จากการศึกษาพบว่าการเสริมสร้างพลังอำนาจอาจเกิดผลต่อการรับรู้ของบุคคลในทางลบ ได้แก่

1. ถูกปฏิบัติ (Rejection) หมายถึง การที่บุคคลรับรู้ว่าคุณภาพของตนเองไม่ได้รับการตอบสนองหรือยอมรับในการแสดงความคิดเห็นหรือไม่มีโอกาสเข้าไปมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหา การรับรู้ดังกล่าวเกิดจากบุคคลที่มีพลังอำนาจในตนเองมักจะเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นและมี



ความต้องการเข้าไปมีส่วนร่วมแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและแสดงความคิดเห็นในเรื่องต่างๆ ซึ่งบางครั้งอาจได้รับการละเอียดหรือได้รับการปฏิบัติ

2. มีภาระรับผิดชอบที่มากเกินไป (Responsibility Overload) หมายถึง การที่บุคคลมีศักยภาพและความสามารถของตนจนเป็นที่ยอมรับ ก็จะทำให้ได้รับความไว้วางใจมอบหมายให้รับผิดชอบภาระต่างๆ มากขึ้นจนบุคคลนั้นรับรู้ได้ถึงภาระรับผิดชอบที่หนักเกินไป

3. ขาดการสนับสนุน (Less Support) หมายถึง การที่บุคคลรับรู้ว่ามีเมื่อความสามารถของตนได้รับการยอมรับ ทำให้เกิดความไว้วางใจจนอาจทำให้ถูกละเอียดหรือได้รับการสนับสนุนน้อยลงเมื่อคิดว่าสามารถพึ่งตนเองได้ อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของกิบสันเองพบว่าในกลุ่มตัวอย่างเพียงจำนวนน้อยเท่านั้นที่เกิดการรับรู้ในทางลบดังกล่าวจะพบว่ากลุ่มตัวอย่างเหล่านั้นยังคงมีความภาคภูมิใจ มีความเชื่อมั่น และพึงพอใจในตนเองในระดับสูงๆ

**สรุป** การเสริมสร้างพลังอำนาจตามแนวคิดของ กิบสัน (Gibson, 1993) เป็นกระบวนการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพของบุคคลในการที่จะควบคุม จัดการ และใช้ความรู้ความสามารถตลอดจนทรัพยากรที่มีอยู่เพื่อให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ กระบวนการดังกล่าวเกิดขึ้นเมื่อบุคคลเกิดความรู้สึกคับข้องใจ ขัดแย้ง เป็นปัญหาขาดความสมดุล มีความคิดหวังเกิดขึ้น ประกอบกับการมีความมุ่งมั่นทุ่มเท ความผูกพัน และความรักของบุคคลต่อเรื่องราวหรือปัญหาที่เกิดขึ้น สิ่งดังกล่าวเป็นปัจจัยนำไปให้บุคคลเกิดกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การค้นพบสภาพการณ์จริง 2) การสะท้อนคิดอย่างมีวิจารณญาณ 3) การตัดสินใจและลงมือปฏิบัติ และ 4) การคงไว้ซึ่งการปฏิบัติที่มีคุณค่า โดยการเสริมสร้างพลังอำนาจของบุคคลในแต่ละขั้นตอนจะเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความเชื่อ ค่านิยม ประสบการณ์ การสนับสนุนทางสังคม และเป้าหมายของตนเอง เมื่อบุคคลมีการเสริมสร้างพลังอำนาจแล้วจะทำให้ได้ผลลัพธ์แก่ตนเองในลักษณะของการรับรู้ว่าคุณมีความสามารถที่จะควบคุมหรือจัดการสถานการณ์ได้ รู้สึกพึงพอใจในความสามารถของตนเอง มีการพัฒนาตนเอง มีเป้าหมายและมีความหมายในชีวิตของตนเอง ซึ่งรูปแบบการศึกษาการเสริมสร้างพลังอำนาจในมารดาที่มีบุตรป่วยด้วยโรคเรื้อรังของกิบสัน (Gibson, 1993) ดังกล่าวมีรายละเอียดขั้นตอนดังแสดงในภาพ 1 ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำแนวคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ศึกษารูปแบบของกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจในตนเองของนางงานว่าจะเป็นไปได้ตามทฤษฎีของกิบสันหรือไม่

ปัจจัยที่มีอิทธิพล

(Influ Factors)

ความเชื่อ (Beliefs)

เป้าหมาย (Determination)

ค่านิยม (Values)

ประสบการณ์ (Experience)

การสนับสนุนทางสังคม

(Social Support)

4. การคงไว้ซึ่ง  
การปฏิบัติที่มี  
คุณค่า  
(Holding ion)

3. การตัดสินใจ  
และลงมือปฏิบัติ  
(Taking charge)

1. การค้นพบ  
สถานการณ์จริง  
(Discovering Reality)

2. การสะท้อนคิด  
อย่างมีวิจารณญาณ  
(Critical Reflection)

สามารถควบคุมหรือจัดการ  
สถานการณ์ได้ (Mastery)  
พึงพอใจในความสามารถ  
ของตนเอง (Self  
Development) มีเป้าหมาย  
และความหมายในชีวิต  
ของตนเอง (Purpose and  
Meaning in Life)  
-----  
ถูกปฏิเสธ มีภาระ  
รับผิดชอบมากเกินไป ขาด  
การสนับสนุน



ปัจจัยนำ  
(Precondition)

กระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจ  
(Process)

ผลลัพธ์  
(Outcome)

สิ่งที่ตามมา  
(Consequences)

ภาพ 1 แสดงรูปแบบของกระบวนการเสริมสร้างพลังอำนาจตามแนวคิดของกิบสัน (Gibson, 1993)

แหล่งที่มา จาก A Study of Empowerment in Mont hers of Chronically Ill Children (p.113) by Gibson, C.H. 1993. Michigan: Boston College.

### 3. แนวคิดเกี่ยวกับการใช้สารเคมีในการเกษตร

#### 3.1 วิวัฒนาการในระบบการปลูกพืช

นับตั้งแต่สมัยที่มนุษย์เรารู้จักการเพาะปลูก ซึ่งได้ช่วยให้มนุษย์เรามีอาหารกินโดยไม่ขาดแคลนแต่ในขณะเดียวกันนี้ การเพาะปลูกพืชก็เป็นแหล่งอาหารของศัตรูพืชเช่นกัน การเพาะปลูกพืชได้มีวิวัฒนาการมาโดยตลอด จากการที่เคยปลูกพืชกันปีละครั้งกลายมาเป็นปีละสองครั้งและยังมีความพยายามที่จะปลูกให้ได้มากกว่าครั้งขึ้นไปอีก โดยอาศัยวิชาการสมัยใหม่ การชลประทานและพันธุ์พืชที่เหมาะสม ซึ่งเราวมเรียกว่า ระบบเพิ่มการเพาะปลูกบนพื้นที่ ระบบนี้ได้เอื้ออำนวยให้ได้พืชอาหารต่อหน่วยพื้นที่มากขึ้น แต่ในขณะเดียวกันพื้นที่ดังกล่าวนี้ก็กลายเป็นแหล่งพืชอาหารของศัตรูพืชด้วยเช่นกัน การเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพาะปลูกหรือการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูก เป็นการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาและเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบภายในของขบวนการอาหารด้วย ระบบการปลูกพืชหนึ่งเดียวหรืออย่างเดียวก่อนทำให้เกิดความไม่แน่นอนทางนิเวศวิทยาของพื้นที่นั้นๆ ที่เป็นแหล่งอาศัยของศัตรูพืชบางชนิด ฉะนั้นเราจึงจำเป็นต้องใช้วิชาการมาสนับสนุนในการที่จะสร้างนิเวศทางการเกษตรให้เป็นไปตามที่เราต้องการคือ การให้ได้ผลผลิตสูงสุดด้วยการลดประชากรศัตรูพืชลง ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือการปลูกพืชผักตามแบบโบราณในบางท้องที่จะไม่ได้ผลผลิตเลย ถ้าไม่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืช การหยุดหรือเลิกใช้สารกำจัดศัตรูพืชในท้องที่เช่นนี้ จะเป็นสาเหตุที่เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรง และอาจส่งผลกระทบต่อในระดับชาติได้เช่นกัน

ในกรณีของการผลิตข้าวในสมัยก่อนที่ไม่มีการนำเอาระบบชลประทานมาใช้ การปลูกข้าวต้องอาศัยธรรมชาติและปลูกได้เพียงปีละครั้งเดียว หลังจากนั้นพื้นที่นาจะถูกทอดทิ้งปล่อยให้รกร้างว่างเปล่าเป็นระยะเวลา 6-8 เดือน จนกว่าจะถึงฤดูปลูกครั้งใหม่ แต่ในปัจจุบันตามพื้นที่ที่มีการชลประทานไปถึง ทำให้ปลูกข้าวได้สองครั้งต่อปีและยังมีความพยายามที่จะปลูกให้ได้สามครั้งต่อปีอีกด้วย นับเป็นการนำเอาระบบเพิ่มการเพาะปลูกบนพื้นที่มาใช้นั้นเองระบบนี้ได้ช่วยให้ศัตรูพืชมีอาหารและที่อยู่อาศัยตลอดปีศัตรูพืชที่ไม่เคยมีความสำคัญและไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับการปลูกพืชแบบสมัยโบราณได้นั้น อาจจะสามรถปรับตัวให้กลายเป็นศัตรูพืชที่สำคัญในทางเศรษฐกิจขึ้นมาได้ ด้วยการอาศัยระบบเพิ่มการเพาะปลูกและพันธุ์พืชต่างๆ ที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้ ปัญหาศัตรูพืชได้เพิ่มทวีคูณขึ้นมาและเราสามารถที่จะแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ด้วยการใช้สารกำจัดศัตรูพืช

## 1. ความต้องการอาหาร

ประชากรของโลกแม้แต่ของประเทศไทยเองก็ตามมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การที่จะให้มีชีวิตดำรงอยู่ได้นั้น เราไม่มีทางเลือกให้เป็นอย่างอื่นนอกจากการกินอาหารเท่านั้น ได้มีการประเมินกันไว้ว่าในอีก 30 ปีข้างหน้า อาหารที่ผลิตเพื่อให้พอเพียงกับความต้องการของประชากรโลกนั้นจะต้องมีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นสองถึงสามเท่าที่ผลิตได้ในปัจจุบัน การเพิ่มปริมาณอาหารเพื่อให้ได้ปริมาณที่ต้องการนี้กระทำได้โดยวิธี

- 1.1 เพิ่มพื้นที่เพาะปลูก
- 1.2 การใช้ปุ๋ยและแร่ธาตุอาหารพืช
- 1.3 ปรับปรุงดินที่เพาะปลูก
- 1.4 ขยายพันธุ์พืชที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้ว
- 1.5 ปรับปรุงระบบชลประทาน
- 1.6 ปรับปรุงโครงสร้างทางการเกษตร
- 1.7 อารักขาพืชด้วยวิธีการสมัยใหม่

การอารักขาพืชด้วยวิธีการสมัยใหม่ นับว่ามีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรของโลกและของประเทศ เพราะเราได้เห็นกันอย่างชัดเจนแล้วว่า ความสูญเสียพืชและผลผลิตที่เพาะปลูกทั่วโลก อันเนื่องมาจากการทำลายของศัตรูพืชทั้งที่เป็นสัตว์, โรคพืช และวัชพืชนั้นอยู่ในระหว่าง 30-35% ความสูญเสียมีมากกว่านี้อีกมาก โดยเฉพาะในประเทศที่ด้อยพัฒนาและกำลังพัฒนาทั้งหลายไม่ปรากฏเป็นจริงที่ว่าค่าพึงแต่การใส่ปุ๋ย การชลประทาน ตลอดจนการใช้วิธีการเพาะปลูกที่ก้าวหน้าทันสมัย จะเป็นสิ่งที่เอื้อประโยชน์ให้แก่ศัตรูพืชในระยะยาวมากกว่า องค์กรต่างประเทศได้แนะนำว่า ก่อนที่จะเกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อการผลิตพืชอาหารของประเทศด้อยพัฒนาและกำลังพัฒนาทั้งหลาย ประเทศต่างๆ เหล่านี้ควรที่จะเพิ่มปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชให้มากขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน

## 2. คุณภาพชีวิต

การดำรงชีวิตของคนเรา ถ้ายิ่งทันสมัยมากขึ้นเท่าไรก็ยิ่งต้องการความสะดวกสบายและการปรนนิบัติมากขึ้นเท่านั้น โดยทั่วไปแล้ว เราไม่ต้องการที่จะอยู่ร่วมกับสัตว์ที่ทำลายพืชผลของเราหรือแม้แต่กับสัตว์ที่ก่อความรำคาญ หรือรบกวนเราแม้แต่น้อยหรืออีกนัยหนึ่ง เราต้องการแต่สิ่งที่สวยงามๆ สะอาดบริสุทธิ์ในแง่ของผลผลิตทางการเกษตร เราชอบของที่ไม่ถูกทำลายมากกว่าของที่ถูกลทำลาย ในขณะที่รูปร่างภายนอกของผลผลิตทางการเกษตรที่มองเห็นได้นี้ ไม่มีผลต่อคุณภาพหรือคุณค่าทางโภชนาการเลยและกลีกรจำเป็นต้องขาย

ผลิตผลนี้ให้เป็นไปตามความต้องการ ความพอใจและความมุ่งหวังของผู้บริโภคเช่นนี้ กสิกรจะทำได้ก็ด้วยการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในบางกรณี ความจำเป็นทางเศรษฐกิจเช่นความมุ่งหวังที่จะให้ผลผลิตได้ราคาดีมาากจนเกินไปจนทำให้มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมากเกินไปจนความจำเป็นหรือมิฉะนั้นก็ใช้สารกำจัดศัตรูพืชในระยะที่ใกล้กับการเก็บเกี่ยวโดยไม่สมควร แต่สำหรับกสิกรบางคนแล้วการใช้สารกำจัดศัตรูมากๆ กลับเป็นการประกันพืชผลของเขาในอีกรูปแบบหนึ่งเช่นกัน

ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจนคือ พืชผักที่มีรอยถูกทำลายหรือกัดกินโดยหนอนผีเสื้อจะได้รับความสนใจหรือพื่อน้อยกว่าผักที่สดไม่มีรอยถูกทำลายหรือกัดกินเลยและจะได้ราคาดีกว่าอีกด้วย ความต้องการของผู้ซื้อและความมุ่งหวังของกสิกรในเรื่องเช่นนี้ทำให้มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมากยิ่งขึ้น

### 3. ขาดวิธีการกำจัดที่ดีกว่า

ถึงแม้ว่าเราจะรู้ถึงปัญหาที่เกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชแล้วก็ตาม แต่ดูเหมือนว่าเราไม่มีทางเลือกให้เป็นอย่างอื่นได้นอกจากยังคงจะต้องใช้มันต่อไปทั้งนี้เพราะว่าวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เลือกได้นั้นยังไม่ได้พัฒนาให้กสิกรนำไปใช้ได้ ในขณะที่เราดำเนินิตีเตียนสารกำจัดศัตรูพืชอยู่นี้ เรากลับไว้วางใจยกย่องและให้มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชเพื่อป้องกันพืชที่เพาะปลูกตามแนวความคิดที่เราเรียกว่า “การป้องกันกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน” (Integrated Pest Control) หรือการบริหารศัตรูพืช (Pest Management) ดังนั้นกสิกรจึงไม่ควรถูกดำเนินิตีเตียนที่ใช้สารกำจัดศัตรูพืช ถึงแม้ว่าการใช้นั้นจะก่อให้เกิดปัญหาที่ติดตามมาก็ตาม โดยแท้จริงแล้ว กสิกรไม่มีอะไรที่จะพึ่งพาอาศัยได้เลยต่างหาก และเช่นเดียวกัน วิชาการซึ่งเราปรารถนาส่งเสริมให้กสิกรนำไปใช้นั้นอาจจะไม่อยู่ในรูปแบบที่กสิกรสามารถนำไปใช้ได้จริงๆ ตามแนวคิดของกสิกรก็เป็นไปได้

### 4. มีลักษณะพิเศษที่ดึงดูดให้กสิกรขึ้นขอบ

ทำให้กสิกรนิยมนำสารกำจัดมาแก้ปัญหาศัตรูพืชในไร่นาของตน คือ

- 1) ให้ผลในการควบคุม กำจัด ทำลายศัตรูพืชได้อย่างรวดเร็ว สามารถแก้ไขสถานการณ์ มิให้พืชถูกทำลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ และทันต่อเหตุการณ์
- 2) ผลลัพธ์หรือประสิทธิภาพภายหลังการใช้เกษตรกรสามารถเห็นได้ทันที การได้เห็นหนอนตายต่อหน้าต่อตาหรือภายหลังต่อมา จะเป็นเหตุจูงใจให้เกษตรกรนำสารกำจัดแมลงมาใช้แก้ปัญหาของตนในครั้งต่อไป



3) การมีจำหน่ายทั่วไปและหาซื้อได้ง่าย ทำให้เกษตรกรพอใจที่จะตัดสินใจใช้สารกำจัดศัตรูพืชแทนการใช้วิธีการป้องกันกำจัดอย่างอื่น

4) มีความสะดวกสบายในการใช้มากกว่าการใช้วิธีการป้องกันกำจัดอย่างอื่น เช่น เมื่อมีแมลงศัตรูพืชระบาดและกำลังทำลายพืชอยู่ วิธีการที่จะกำจัดได้ง่ายที่สุดคือการใช้สารกำจัดแมลงหรือในกรณีมีวัชพืชรบกวนในไร่นา เพื่อประหยัดเวลาและตัดปัญหาเรื่องแรงงานเกษตรกรก็เลือกใช้สารกำจัดวัชพืชมามากกว่าเป็นต้น

นอกจากลักษณะพิเศษทั้งสี่นี้แล้ว การใช้สารกำจัดศัตรูพืชยังทำให้เกษตรกรมีความรู้สึกภูมิใจว่าเป็นผู้ชนะศัตรูพืช และจะเอาชนะเมื่อไรก็ได้ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้เกษตรกรจึงชื่นชอบและโปรดปรานการใช้สารกำจัดศัตรูพืชมามากกว่าศัตรูพืชในไร่นาของตนมากกว่าที่จะป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีการอย่างอื่น จากเหตุผลต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วนี้พอที่จะให้เราเห็นว่า ทำไม...เรา...หรือเกษตรกรจึงยังต้องใช้สารกำจัดศัตรูพืชอยู่อีกต่อไปและอีกต่อไป

### 3.2 สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช มนุษย์ และสัตว์ (Pesticides)

จากรายงานต่าง ๆ เท่าที่ผ่านมามีปรากฏว่าในขณะนี้มนุษย์ได้ผลิตสารเคมี หรือได้สังเคราะห์สารเคมีเพื่อใช้ในกิจการต่าง ๆ ทั้งที่จำเป็นและไม่จำเป็น รวมแล้วมากกว่า 4 ล้านชนิด และในขณะเดียวกันมีการผลิตสารเคมีชนิดใหม่ขึ้นมาเรื่อย ๆ อีกปีละไม่น้อยกว่า 1,000 ชนิดในจำนวนสารเคมีที่ผลิตขึ้นมาใช้ทั้งหมดนี้อาจกล่าวได้ว่าที่ใช้กันแพร่หลายในชีวิตประจำวันมีไม่น้อยกว่า 75,000 ชนิด ซึ่งรวมวัตถุเคมีที่ใช้ในการเกษตรและสาธารณสุขอยู่ในพวกสารเคมีที่เราใช้ในชีวิตประจำวันด้วย วัตถุเคมีที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการเกษตรส่วนใหญ่จัดเป็นวัตถุเคมีพิษที่มีสูตรต่าง ๆ กันกว่า 5,400 สูตรเป็นสารที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูของมนุษย์ สัตว์ และพืช เนื่องจากในปัจจุบันมีศัตรูพืชและสัตว์มากมายที่คอยรบกวนทำลายพืชผลรวมทั้งปศุสัตว์ของเกษตรกรให้เกิดความเสียหาย ดังนั้นจึงทำให้วัตถุเคมีพิษที่ใช้ในการเกษตรเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อเกษตรกร นอกจากนี้สารเคมีดังกล่าวยังใช้ป้องกันโรคที่เกิดจากแมลงชนิดต่าง ๆ เป็นสื่อ นำ เช่น ไข้มาลาเรีย ไข้ไทฟอยด์ โรคฟิลาเรียซิส โรคไข้เหลือง และโรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ เป็นต้น

สารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ดังกล่าว มีบทบาทสำคัญต่อชีวิตมนุษย์มาก สารเคมีที่มนุษย์ผลิตขึ้นมีสูตรต่าง ๆ มากกว่า 5,400 ชนิดที่ใช้ในการเกษตรและสาธารณสุข นับว่าเป็นวิวัฒนาการก้าวใหม่ของมนุษย์ที่น่าชื่นชม แต่ในบางครั้งสิ่งที่มีมนุษย์สร้างคิดค้นขึ้นมาอาจมีผลในทางตรงกันข้ามโดยกลับมาทำลายชีวิตมนุษย์ทางอ้อมในลักษณะที่คาดไม่ถึง ทั้งนี้เพราะสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรและสาธารณสุขเกือบทุกชนิดเป็นสารที่เป็นพิษ และบางชนิดจะคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัวเราเป็นเวลานาน

ความคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมของสารเคมีเหล่านี้บางครั้งอาจกล่าวได้ว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นในบางกรณี ตัวอย่างเช่น การแก้ไขและป้องกันไข้มาลาเรียตามชนบท ไม่สามารถจะทำได้ถ้าขาดสารป้องกันกำจัดแมลงชนิดที่มีความคงทน คงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นเวลานาน เช่น สารพวกดีดีที โดยเหตุนี้เองสารเคมีกลุ่มออร์แกโนคลอรีน เช่น ดีดีที และ ดีลคริน จึงเป็นสารป้องกันกำจัดแมลงที่ยังคงใช้กันอย่างแพร่หลายมากกว่า 50 ปี ทั้ง ๆ ที่ทราบกันดีว่าสารกลุ่มนี้จะตกค้างและคงความเป็นพิษในสภาพแวดล้อมได้เป็นเวลานานหลายปีก็ตาม

วัตถุประสงค์ที่ใช้ในการเกษตรและสาธารณสุข ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นสารเคมีหรือส่วนประกอบของสารเคมีใด ๆ ที่ใช้สำหรับป้องกันกำจัด ทำลายหรือขับไล่ศัตรูของมนุษย์ สัตว์ และพืช เช่น แมลงต่าง ๆ เชื้อรา สัตว์ทะเล หรือวัชพืช เป็นต้น เรียกกลุ่มสารเคมีที่ใช้สำหรับป้องกัน กำจัด ทำลายศัตรูของมนุษย์ สัตว์ และพืชนี้ว่า Pesticides โดยทั่วไปแล้วแบ่ง Pesticides ออกได้เป็น 4 พวกใหญ่ ๆ ดังนี้

1. สารป้องกันกำจัดแมลง หรือยาฆ่าแมลง (Insecticide) ตัวอย่างสารเคมีในพวกนี้ได้แก่ ดีดีที ดีลคริน พาราไรซอน ไดคลอวอส เมทโทมิล
2. สารป้องกันกำจัดหนูหรือสัตว์ฟันคู้ หรือยาเบื่อหนู (Rodenticide) ตัวอย่างสารเคมีในพวกนี้ได้แก่ ซิงค์ฟอสไฟด์ วัลเลียม วาร์ฟาริน
3. สารป้องกันกำจัดวัชพืช หรือยาปราบศัตรูพืช หรือยาฆ่าหญ้า (Herbicide) ตัวอย่างสารเคมีในพวกนี้ได้แก่ พาราควอท ทู-โพ-ไฟท์-ที คาลาพอน
4. สารป้องกันกำจัดเชื้อรา (Fungicide) ตัวอย่างสารเคมีในพวกนี้ได้แก่ เบนโนมิล เปนตาคลอโรไนโตรเบนซีน เฮกซาคลอโรเบนซีน ไธแรม

### 3.3 สารป้องกันและกำจัดแมลง (Insecticides)

สารป้องกันและกำจัดแมลง หรืออาจเรียกง่าย ๆ ว่า ยาฆ่าแมลง อาจแบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ ๆ ตามคุณสมบัติทางเคมี คือ จำพวกอนินทรีย์ จำพวกอินทรีย์สังเคราะห์ และจำพวกอินทรีย์ที่ได้จากธรรมชาติ

3.3.1 สารป้องกันและกำจัดแมลงจำพวกอนินทรีย์ สารพวกนี้ที่รู้จักและใช้กันมานาน ได้แก่ สารหนู สารประกอบของสารหนู และฟลูออรีน นอกจากนี้ก็มีเกลืออนินทรีย์ของปรอท กำมะถัน ซีลีเนียม และฟอสฟอรัส ยาฆ่าแมลงพวกนี้อาจอยู่ในรูปของยาฉีดพ่น เขี่ยล่อหรือเป็นผง

3.3.2 การป้องกันและกำจัดแมลงจำพวกอินทรีย์สังเคราะห์ ในปี พ.ศ.2435 ได้มีการสังเคราะห์สารพวกอินทรีย์ เช่น ไดโนโตรพีนอล คาร์บอนไดซัลไฟด์ เมททิล-โบรไมด์ ไธโอซัยยานาต และ ซัยคลอเฮกซิลลามีน สารดังกล่าวออกฤทธิ์ทำลายแมลงได้ผลดีพอสมควร

3.3.3 การป้องกันและกำจัดแมลงจำพวกอินทรีที่ได้จากธรรมชาติ สำหรับยาฆ่าแมลงที่ได้จากธรรมชาตินั้นเป็นยาฆ่าแมลงพวกอินทรีจากพืช ตัวแรกที่พบว่ามีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงคือ ไพเรทริน จากดอกของต้นไพรีทรัม ต่อมาพบว่าสารนิโคตินจากต้นยาสูบมีผลในการฆ่าแมลงเช่นเดียวกัน ต่อจากนั้นอีกราว 80 ปี สารอีกชนิดหนึ่งที่พบว่ามีคุณสมบัติในการฆ่าแมลงก็คือ โรติโนน จากรากของต้นหนอนตายยาก

ยาฆ่าแมลงพวก คลอรีนเนเตท ไฮโดรคาร์บอน ตัวแรกที่ใช้ก็คือ ดีดีที สังเคราะห์ขึ้นมาในปี 2482 เป็นที่นิยมกันแพร่หลายมากในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ในเวลาเดียวกันเบนซีนเฮกซะคลอไรด์ ก็ได้สังเคราะห์ขึ้นใช้ในประเศอังกฤษและฝรั่งเศส

ปี พ.ศ. 2488 ยาฆ่าแมลงพวกซัยคลอไดอินส์ เช่น อัลดริน และ ดีลดริน ก็ได้สังเคราะห์ตามขึ้นมา ในขณะที่เดียวกันก็ได้ค้นพบว่าสารเคมีพวกออร์แกโนฟอสฟอรัส ออกฤทธิ์ในการฆ่าแมลงเช่นกัน ตัวแรกที่ใช้คือ ที อี พี พี ตัวต่อมาที่ใช้กันแพร่หลายมากคือ พาราไธออน และ เมททิลพาราไธออน

ปี พ.ศ. 2490 สารพวกคาร์บาเมท เป็นสารอีกกลุ่มที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาและค้นพบว่ามียุทธินเป็นยาฆ่าแมลง ตัวแรกที่สังเคราะห์ขึ้นมาใช้คือ คาบาริล หรือ เซฟวิน ซึ่งนิยมใช้กันมาจนถึงปัจจุบัน

นอกจากนี้ยังอาจจัดแบ่งกลุ่มของสารป้องกันและกำจัดแมลงตามกลไกการออกฤทธิ์ในการฆ่าหรือทำลายแมลงได้ดังนี้

ก. พวกที่เป็นพิษเมื่อกิน เป็นยาฆ่าแมลงที่ออกฤทธิ์โดยที่แมลงกินเข้าไปแล้วมีการออกฤทธิ์ในกระเพาะอาหาร ตัวอย่าง ยาฆ่าแมลงพวกนี้ได้แก่ ดีดีที ลีโคซาซีเนท หรือ โซเดียมฟลูโอไรด์ เป็นต้น

ข. พวกที่เป็นพิษเมื่อถูกตัว เป็นยาฆ่าแมลงที่ออกฤทธิ์หลังจากที่ยานั้นได้สัมผัสตัวแมลงหรือถูกตัวแมลงภายนอกแล้วยากกระจายตัวไปตามผนังร่างกายของแมลง ตัวอย่างยาฆ่าแมลงพวกนี้ได้แก่ ดีดีที ทอกซาฟีน หรือ ดีลดริน เป็นต้น

ค. พวกที่เป็นพิษเมื่อรมควัน เป็นยาฆ่าแมลงโดยแมลงหายใจเอายาที่ระเหยได้เข้าไปทางรูหายใจและผิวหนังของลำตัว ตัวอย่างยาฆ่าแมลงพวกนี้ได้แก่ ไคคลอรัวอส หรือ เฮปตาคลอรั

ง. พวกที่เป็นพิษเมื่อดูดซึม

เป็นยาฆ่าแมลงที่มีลักษณะเป็นผง ออกฤทธิ์โดยดูดซึมไขมัน เป็นสาเหตุให้แมลงสูญเสียน้ำในร่างกายและแห้งตาย ตัวอย่างเช่น โอเมทโรเอท หรือ เมททามิโดฟอส เป็นต้น

**3.3.1 สารป้องกันและกำจัดแมลงชนิดอินทรีย์สังเคราะห์ ที่นิยมใช้ทั่วโลก แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ**

1. สารพวกออร์แกโนคลอรีน (Organochlorine) ได้แก่สารพวกคลอรีนเนเตท ไฮโดรคาร์บอน ที่มีสูตรโครงสร้างหลายชนิดต่างกัน
2. สารพวกออร์แกโนฟอสเฟต (Organophosphate) ได้แก่สารพวกเอสเทอร์ของกรด ฟอสฟอริก กรดฟอสฟอนิก หรือกรดไซโอฟอสฟอริก
3. สารพวกคาร์บาเมต (Carbamate) และสารที่จัดอยู่ในพวกเดียวกับออร์แกโนฟอสเฟต

**1. สารป้องกันและกำจัดแมลงพวกออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมต**

สารอินทรีย์พวกฟอสฟอรัสได้สังเคราะห์ขึ้นมาใช้ภายหลังพวกคลอรีนเนเตท ไฮโดรคาร์บอน ยาน้ำแมลงกลุ่มนี้มีมากกว่า 94 สูตร เป็นพวกอาลิฟาติก 31 สูตร พวกซัยคลิก 39 สูตร และพวกเฮเทอโรซัยคลิก 24 สูตร

ในที่นี้จะกล่าวถึงสารพวกคาร์บาเมตควบคู่ไปกับพวกออร์แกโนฟอสเฟต เนื่องจาก สาร 2 กลุ่มนี้มีสูตรโครงสร้าง คุณสมบัติ กลไกการออกฤทธิ์ และความเป็นพิษคล้ายคลึงกัน ยาน้ำแมลงพวกคาร์บาเมตมีมากมายหลายสูตรเช่นเดียวกัน ซึ่งจะยกตัวอย่างเพียงตัวที่ใช้กันแพร่หลายเท่านั้น

โครงสร้างหลักประกอบไปด้วยกลุ่มที่เรียกว่า Phosphorothioate ( $P = S$ ) หรือ Phosphate ( $P = O$ ) โดยทั่วไปแล้วถ้าประกอบด้วย  $P = S$  (หรือที่เรียกว่า Organothiophosphate) จะมีพิษต่ำกว่า  $P = O$  (Organophosphate) แต่พวก Organothiophosphate จะคงทนต่อเอ็นไซม์มากกว่า ดังนั้นจึงอาจเกิดสะสมได้ในสิ่งแวดล้อม (รูปที่ 1)

โดยปกติแล้วยาน้ำแมลงกลุ่มนี้จะเกิดการสลายตัวไปตามธรรมชาติถ้าถูกกับ แสงแดด หรือถูกทำลายโดยจุลินทรีย์ในดิน โดยเฉพาะกลุ่ม Organophosphate และ Carbamate จะสลายตัวในสิ่งแวดล้อมในช่วงระยะเวลาอันสั้น อย่างไรก็ตามถ้าเกิดการรวมตัวกับ สารอินทรีย์บางชนิดหรือแร่ธาตุบางชนิดที่มีอยู่ในดิน อาจทำให้สารกลุ่มนี้คงอยู่ในสิ่งแวดล้อม ได้นานขึ้น หรือสภาพของดินที่เป็นกรดก็อาจทำให้คงอยู่ในบริเวณนั้นได้นานขึ้น

1.1 สาเหตุของการเป็นพิษในสัตว์ สารอินทรีย์พวกฟอสฟอรัสใช้กันแพร่หลายทั้งใน พืชและสัตว์ ในสัตว์ใช้ป้องกันพยาธิภายนอกตัวสัตว์ และบางชนิดใช้ป้องกันพยาธิภายใน ตัวสัตว์ด้วย การเป็นพิษที่เกิดจากสารเหล่านี้มักเกิดจากการใช้อย่างไม่ระมัดระวัง ไม่ได้ใช้ตาม ขนาดที่กำหนดให้ใช้ หรือสัตว์อาจจะไปเลียกล่องหรือถุงที่ใส่สารแล้วไม่ได้เก็บไปทิ้ง หรือกิน น้ำที่มีสารเหล่านี้เจือปนเข้าไป

การเป็นพิษจากยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้พบได้บ่อยมาก แต่โดยทั่วไปแล้วความรุนแรงของการเป็นพิษจะน้อยกว่ายาฆ่าแมลงพวกออร์แกโนคลอรีน เนื่องจากสารกลุ่มนี้สลายตัวได้ง่ายกว่าสารพวกออร์แกโนคลอรีน และไม่มีการตกค้างหรือสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน นอกจากนี้ยังมียาทำลายพิษโดยเฉพาะสำหรับรักษาอาการพิษที่เกิดขึ้น

1.2 ความเป็นพิษ ความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้หรือของสารแต่ละตัวไม่เหมือนกันทั้งหมด สารบางตัวอาจจะเป็นพิษมากกว่าตัวอื่นในสัตว์ชนิดเดียวกัน

สารที่เป็นพิษมากที่สุดคือ พาราไธออน และสารตัวที่เป็นพิษน้อยที่สุดคือ มาลาไธออน ตัวอย่างความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงพวกออร์แกโนฟอสฟอรัสในปลูสัตว์และสัตว์ทดลอง และความเป็นพิษของพวกคาร์บาเมท ดังแสดงในตาราง 1 และ 2 ตามลำดับ

ตาราง 2 ความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงพวกออร์แกโนฟอสฟอรัสในสัตว์จำแนกตามชนิดของสาร ชนิดของสัตว์ ขนาดต่ำสุดที่ทำให้เกิดอาการพิษ และค่า LD<sub>50</sub>

ชนิดของสาร	ชนิดของสัตว์	ขนาดต่ำสุดที่ทำให้เกิดอาการพิษ	ค่า LD <sub>50</sub> (mg/kg)
คาร์โบฟีโนไธออน	แกะ,หนูไม่ชี้,กระต่าย	25	218
คูมาฟอส	โค, กระบือ, ม้า	25	1,250
	แกะ	8	
คูฟอเมท	ลูกโค, ม้า	50	490
	โค, กระบือ, แกะ	100	1,000
	แพะ	200	
	สุกร,กระต่าย,สุนัข	15	
ไดเมทโรเซท	ลูกโค	5	200
	โค, กระบือ	15	300
	แกะ, ม้า,หนูไม่ชี้,	50	400
	กระต่าย,สุนัข		
เฟนไธออน	โค, กระบือ	25	
	แกะ	50	



ตาราง 2 (ต่อ)

ชนิดของสาร	ชนิดของสัตว์	ขนาดต่ำสุดที่ทำให้	ค่า LD <sub>50</sub> (mg/kg)
		เกิดอาการพิษ	
มาลาไรออน	ลูกโค	20	720
	โค, กระบือ, แกะ, หนู ไหม้	100	
ไตรคลอฟอน	ลูกโค, โค, กระบือ	2.5	80
	แกะ, แพะ	25	130
	สัตว์ปีก	30	
	หนูไหม้, กระจ่าง	2	
พาราไรออน	ลูกโค	0.5	
	โค, กระบือ	50	
	แกะ, แพะ	20	
	สุกร	25	
โฟเรท	ลูกโค	.25	
	โค, กระบือ	1.0	

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2537)

ตาราง 3 ตัวอย่างความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงพวกคาร์บาเมทในสัตว์จำแนกตามชนิดของสาร  
ชนิดของสัตว์ ขนาดต่ำสุดที่ทำให้เกิดอาการพิษ และค่า LD<sub>50</sub>

ชนิดของสาร	ชนิดของสัตว์	ขนาดต่ำสุดที่ทำให้เกิดอาการพิษ	ค่า LD <sub>50</sub> (mg/kg)
คาร์บาริล	สุนัข	-	759
	กระต่าย		710
	หนูทดลอง		307
คาร์โบฟูราเซน	โค, กระบือ, แกะ	4.5	8
	หนูทดลอง		19
	สุนัข		
แลนเดริน	โค, กระบือ	50	210
	แกะ		
เมททิลคาเมท	สุกร	212	87
	หนูทดลอง		
พอร์โพเซอร์	แกะ	-	800
	หนูทดลอง		95

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.(2537)

ความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงพวกออร์แกโนฟอสเฟต และคาร์บาเมทแต่ละตัว นอกจากจะมีความแตกต่างในสัตว์แต่ละชนิดแล้ว ความเป็นพิษยังขึ้นอยู่กับวิธีที่สัตว์ได้รับสารอีกด้วย ถ้าสัตว์ได้รับโดยการกินเข้าไปความเป็นพิษจะสูงกว่าในสัตว์ที่ได้รับโดยทาบนผิวหนัง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของยาฆ่าแมลงด้วย เช่น คูไรออน จะเป็นพิษมากกว่าถึง 20 เท่าถ้าสัตว์ได้รับโดยการกิน หรือ ไดอาไซนอน เป็นพิษมากกว่า 6 เท่า หรือมาลาไซออนเป็นพิษมากกว่า 4 เท่า หรือไดคลอวอสเป็นพิษมากกว่าเพียงเท่าครึ่งถ้าสัตว์กินเข้าไป

#### Toxicokinetics

การดูดซึม ยาฆ่าแมลงออร์แกโนฟอสเฟตดูดซึมได้ดีเข้าสู่ร่างกาย โดยเฉพาะดูดซึมผ่านทางเดินอาหาร ผิวหนัง ปอด และ ตา

การกระจายตัว เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว กระจายไปทั่วร่างกาย แต่ขามาแมลงทั้งออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทไม่มีการสะสมอยู่ในส่วนไขมัน

การเปลี่ยนแปลง จะเกิดเมตาบอลิซึมในร่างกาย โดยผ่านกระบวนการใน Phase I หรือ Mixed Function Oxidase (MFO) ได้สารประกอบเรียกว่า Organothiophosphates ซึ่งมีพิษสูงขึ้น นอกจากนี้สารบางตัวจะเกิด Hydrolysis ซึ่งทำให้มีพิษลดน้อยลง

การขับถ่าย ทั้งออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทมีการกำจัดออกจากร่างกายได้เร็ว และค่อนข้างสมบูรณ์ จะไม่มีการสะสมของสารกลุ่มนี้ในเลือดหรือในเนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ แต่ถ้าสภาพทางเดินอาหารของสัตว์มีความเป็นกรดสูง มีผลทำให้สารกลุ่มนี้อยู่ในร่างกายสัตว์ได้นานขึ้น

1.3 กลไกการออกฤทธิ์ ขามาแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัสและคาร์บาเมท ออกฤทธิ์โดยไปขัดขวางการทำงานของเอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรส

เอ็นไซม์โคลีนเอสเทอเรสในร่างกายมี 2 ชนิด คือ ชนิดอะซีติลโคลีนเอสเทอเรส (Acetylcholinesterase, AChE) พบได้ที่ปลายเซลล์ประสาทชนิดโคลีนเนอร์จิก ในเม็ดเลือดแดง และที่รอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อและเซลล์ประสาท อีกชนิดหนึ่งคือ ชนิดซูโดโคลีนเอสเทอเรส (Pseudocholinesterase, PChE) พบได้ในเลือดส่วนพลาสมาและสมอง

ขามาแมลงออร์แกโนฟอสฟอรัส และคาร์บาเมท จะออกฤทธิ์ขัดขวางการทำงานของเอ็นไซม์ทั้ง 2 ชนิด โดยทั่วไปแล้วถ้าอะซีติลโคลีนเอสเทอเรสถูกขัดขวาง 50% และซูโดโคลีนเอสเทอเรสถูกขัดขวาง 25% ก็จะเกิดอาการพิษขึ้น

หน้าที่ของอะซีติลโคลีน อะซีติลโคลีนเป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่หลั่งออกมาจากปลายเส้นประสาท (Neurotransmitter) มีหน้าที่ควบคุมการนำส่ง Nerve Impulse ที่รอยต่อระหว่างเซลล์ประสาทที่เป็นชนิดโคลีนเนอร์จิกของระบบประสาทซึ่งควบคุมการนำส่งที่ตัวรับทั้งชนิดนิโคตินิกและตัวรับชนิดมัสคารินิกของเซลล์ประสาท และรอยต่อประสาทของระบบประสาทซิมพาทิติกและพาราซิมพาทิติก และที่ส่วน Motor Endplate ของระบบประสาทอัตโนมัติ

โดยปกติเมื่อ Nerve Impulse ถูกนำส่งไปแล้ว อะซีติลโคลีนซึ่งทำหน้าที่ตรงปลายเซลล์ประสาทหรือรอยต่อประสาท ก็จะถูกทำลายไปโดยเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเทอเรส โดยกระบวนการการไฮโดรไลซิส แยกตัวออกเป็น ส่วนโคลีนและอะซีเตทไอออน ดังแสดงในรูปที่ 2

ขามาแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส เช่น พาราออกซอน (Paraoxon) มีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกับอะซีติลโคลีน จะไปรวมตัวกับเอ็นไซม์อะซีติลโคลีนเอสเทอเรส ผลที่ตามมาคือทำให้เกิดการสะสมของอะซีติลโคลีนที่รอยต่อประสาท ทำให้สัตว์แสดงอาการพิษเนื่องจากการสะสมของอะซีติลโคลีน

สูตรโครงสร้างของยาฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมทเช่น คาร์บาริล ประกอบด้วย คาร์บามิกแอซิด (Carbamic Acid) ซึ่งสามารถจะรวมตัวกับเอนไซม์อะซีติลโคลีนเอสเทอเรสเช่นเดียวกัน ทำให้เกิดการสะสมของอะซีติลโคลีนที่รอยต่อประสาทเช่นเดียวกัน

ตาราง 4 ระยะเวลาที่ยาฆ่าแมลงรวมตัวกับเอนไซม์และแยกตัวออกจากเอนไซม์อย่างสมบูรณ์ จำแนกตามชนิดของยาฆ่าแมลง

ชนิดของยาฆ่าแมลง	ระยะเวลา (ชั่วโมง)	
	รวมตัวสูงสุด	แยกตัวอย่างสมบูรณ์
ไตรคลอฟอน	0.25	6
คูไรออน	0.5	24
ไดซีสตอน	3.0	120

โดยทั่วไปแล้วการรวมตัวของยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟอรัลกับเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส มักเป็นแบบถาวร ส่วนกลุ่มคาร์บาเมทเป็นชนิดไม่ถาวรกลับคืนสู่รูปเดิมได้ อย่างไรก็ตาม การจะกลับคืนสู่รูปเดิมได้ช้าหรือเร็วหรือจะไม่ได้หรือนั้น ยังขึ้นอยู่กับสารแต่ละตัวด้วย ตาราง 3 แสดงความแตกต่างของระยะเวลาที่ยาฆ่าแมลงแต่ละตัวจะรวมตัวกับเอนไซม์และเวลาที่แยกตัวออกจากเอนไซม์ ในหนูขาวที่ได้รับยาฆ่าแมลงในขนาด 5/8 ของขนาดที่ทำให้ตายโดยจับเวลาขณะที่เอนไซม์โคลีนเอสเทอเรสถูกขัดขวาง 50% จนกลับคืนสู่สภาพปกติ

ปฏิกิริยาที่ยาฆ่าแมลงแยกตัวออกจากเอนไซม์จะขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรดและด่าง และขึ้นอยู่กับอุณหภูมิด้วย นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ และแม้แต่วัยของแต่ละอย่างในสัตว์ชนิดเดียวกัน การแยกตัวออกมาก็จะต่างกันด้วย

การแยกตัวของเอนไซม์ออกจากยาฆ่าแมลงพวกนี้จะค่อย ๆ เกิดขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารที่ได้รับ ถ้าการแยกตัวเกิดขึ้นช้ามากหรืออาจไม่เกิดเลย ทำให้อาการพิษเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นเนื่องจากการสะสมของอะซีติลโคลีนเพิ่มขึ้น

1.4 อาการพิษที่พบ อาการพิษเกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมของอะซีติลโคลีนที่รอยต่อประสาทโคลิเนอร์จิก ทำให้เพิ่มการกระตุ้นเส้นประสาทชนิดโคลิเนอร์จิก และมีผลไปกระตุ้นระบบประสาทพาราซิมปาทิก อาการพิษที่พบแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มคือ

1) อาการที่จัดอยู่ในกลุ่มมัสคารินิก เกิดเนื่องจากการสะสมของอะซีติลโคลีน ที่ Receptor ชนิดมัสคารินิก ทำให้เกิดการทํางานผิดปกติของกล้ามเนื้อเรียบโดยเพิ่ม

การบีบตัวของระบบทางเดินอาหาร สัตว์จะแสดงอาการปวดหลัง อาเจียน ท้องเดิน น้ำตาไหล เหงื่อออก หายใจลำบาก ม่านตาหดตัว ควบคุมการถ่ายปัสสาวะและอุจจาระไม่ได้

2) อาการที่จัดอยู่ในกลุ่มของนิโคตินิก เกิดเนื่องจากการสะสมของอะซีติลโคลีนที่ Receptor ชนิดนิโคตินิก พบว่ากล้ามเนื้อถูกกระตุ้นมากกว่าปกติ มีการกระตุ้นของกล้ามเนื้อที่หน้า หนังตา ลิ้น ตามด้วยอาการกระตุ้นของกล้ามเนื้อทั่ว ๆ ไป เนื่องจากการสะสมของอะซีติลโคลีนที่บริเวณรอยต่อระหว่างกล้ามเนื้อและเส้นประสาท

3) อาการที่เกิดจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง เนื่องจากการสะสมของอะซีติลโคลีน

อาการที่พบจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของสัตว์ ในสัตว์ใหญ่มักพบว่าระบบประสาทส่วนกลางถูกกดและอาจพบอาการชักด้วย ส่วนในสัตว์เล็ก เช่น สุนัขและแมว จะพบว่าระบบประสาทส่วนกลางถูกกระตุ้น พบอาการชัก แล้วตามด้วยอาการซึม

สิ่งสำคัญที่สัตว์แพทย์ควรคำนึงถึงก็คือ อาจไม่พบอาการพิษทุกอย่างที่กล่าวมาแล้วในสัตว์ตัวเดียวกัน หากสัตว์ทั้งฝูงเกิดเป็นพิษขึ้นเราอาจพบอาการพิษดังกล่าวทั้งหมดจากสัตว์หลาย ๆ ตัว

กรณี Acute Toxicity มักเกิดจากการที่สัตว์ได้รับยาฆ่าแมลงขนาดสูง ซึ่งอยู่ระหว่าง 1-20 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม

กรณี Chronic Toxicity มักเกิดจากการที่สัตว์ได้รับยาฆ่าแมลงรุ่นใหม่ เช่น Leptophos Nifafox โดยได้รับขนาดต่ำ ๆ เป็นเวลานาน

ยาหรือสารเคมีที่ช่วยเสริมความเป็นพิษของยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ เช่น ยาก่อมลประสาท กลุ่ม Phenothiazine ยาถ่ายพยาธิ Haloxon รวมทั้งยากุ่ม Neuromuscular Blocking Agents เช่น Succinylcholine Levamisol หรือ Nicotine และ Curare เป็นต้น

1.5 พยาธิสภาพ ไม่พบอาการผิดปกติทางพยาธิสภาพอย่างเด่นชัดในกรณีที่เป็นพิษอย่างรุนแรงเนื่องจากได้รับสารพวกออร์แกโนฟอสฟอรัส ระบบประสาทพาราซิมปาทิกจะถูกกระตุ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้พบอาการน้ำลายเป็นฟองในปากและพบ Secretion ในระบบทางเดินหายใจ พบอาการบวม น้ำของปอด พบน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร อาจพบจุดเลือดออกบริเวณเยื่อหุ้มหัวใจ และเยื่อบุทางเดินอาหาร

ในรายเป็นพิษอย่างเรื้อรังจะพบอาการอัมพาตของขาภายใน 2-3 วัน จนถึงหลาย ๆ สัปดาห์หลังจากที่ได้รับสารนี้เข้าไป สัตว์พวกลิง สุนัข และหนูทดลอง มีความต้านทานต่อการเกิดอัมพาตจากสารพวกออร์แกโนฟอสฟอรัสได้มากกว่าในคน โค แกะ กระต่าย แมว และสัตว์ปีก



จากการทดลองในสัตว์ปีก พบว่าอาการผิดปกติของระบบประสาทจะไม่เกิดในสัตว์ที่อายุน้อยกว่า 55 วัน แต่พบความผิดปกติของการสร้างส่วน Myelin ของเส้นประสาทในสัตว์ปีกอายุประมาณ 9 เดือน สัตว์จะมีอาการอ่อนเพลียภายใน 8-14 วัน ภายหลังจากที่ได้รับสารนี้ 70 ไมโครกรัมต่อ 1 กิโลกรัม และเป็นอยู่นานถึง 2 เดือนโดยอาการไม่ดีขึ้น วิธีการที่พบคือ เซลประสาทของเส้นประสาทเซียดิกและไขสันหลังถูกทำลาย ตามด้วยอาการสลายตัวของส่วน myelin ของเส้นประสาท

1.6 การตรวจวินิจฉัยโรค จากประวัติว่ามีการใช้ขำมาแมลงกลุ่มนี้และสัตว์ได้รับสารเหล่านี้ภายใน 48 ชั่วโมง ร่วมกับอาการพิษที่พบซึ่งเป็นอาการผิดปกติของระบบประสาทพาราซิมพาธิค

ในการตรวจวิเคราะห์สารออร์แกโนฟอสฟอรัส หรือคาร์บาเมทจากอวัยวะส่วนต่าง ๆ หรือจากเลือดมักไม่ได้ผล เนื่องจากสารเหล่านี้เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายอย่างรวดเร็ว โดยการเกิดปฏิกิริยาทางชีวเคมีหลาย ๆ อย่างในร่างกาย ดังตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงของยาฆ่าแมลงคาร์บาริธในร่างกาย แต่ถ้าหากได้รับตัวอย่างอาหารที่คิดว่าอาจมีสารเหล่านี้เจือปนอยู่ด้วย หรือได้รับสิ่งที่อยู่ในกระเพาะอาหารที่มีขนาดมากพอ ก็ควรทดลองดูอาการพิษที่เกิดในสัตว์ทดลอง เพื่อเป็นการยืนยันอีกทางหนึ่ง

การตรวจหาระดับของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในเลือดและอวัยวะต่าง ๆ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะตรวจเพื่อยืนยันการเป็นพิษ โดยทั่วไปถ้าหาระดับของเอนไซม์ในเลือดลดต่ำกว่าค่าปกติร้อยละ 25 แสดงว่า สัตว์ได้รับสารนี้ อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงข้อที่ว่าระดับของเอนไซม์เอสเตอเรสอาจจะไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความรุนแรงมากหรือน้อยของอาการพิษที่พบก็ได้ นอกจากนี้เราสามารถตรวจระดับของเอนไซม์จากสมองของสัตว์ได้ด้วย

จากการทดลองยาฆ่าแมลง ไบคอน (พอร์โพเซอร์) ในสุนัข มาลินี และคณะ (2524) พบว่า ระดับของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสจะเปลี่ยนแปลงไปตามความรุนแรงของอาการพิษที่พบในสุนัข สัตว์จะแสดงอาการพิษอย่างรุนแรงจนถึงตายเมื่อระดับของเอนไซม์ลดลง ร้อยละ 45-50 จากค่าปกติ สัตว์จะแสดงอาการพิษให้เห็นเมื่อระดับของเอนไซม์ลดลงประมาณ ร้อยละ 30 ส่วนในรายที่ได้รับสารดังกล่าวขนาดต่ำ ๆ อย่างเรื้อรัง ระดับของเอนไซม์จะลดลงประมาณ ร้อยละ 10-20

อาการพิษที่เกิดจากยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทมีอาการคล้ายคลึงกับโรคที่เกิดจากสารพิษหลายตัว เช่น ยูเรีย ไนเตรท และไซยาไนด์

1.7 การรักษา หลักในการรักษาอาการพิษที่เกิดจากยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต และคาร์บาเมทก็คือ ชัดขวางการออกฤทธิ์ของอะซีติล โคลีนที่มีการสะสมอยู่ที่ปลายประสาท ของระบบประสาทพาราซิมปาทิก ระบบประสาทส่วนกลางที่ส่วนต่อระหว่างปลายประสาท กับเซลล์กล้ามเนื้อ และที่ปมประสาทด้วย แล้วตามด้วยการให้สารที่สามารถแยกเอาเอนไซม์ ออกมาจากยาฆ่าแมลง ดังนี้คือ

1. ให้ยาโทรปีนซัลเฟตซึ่งเป็น Antidote โดยเฉพาะตัวหนึ่งสำหรับยาฆ่าแมลงออร์แกโน ฟอสฟอรัสและคาร์บาเมท โดยจะไปขัดขวางการออกฤทธิ์ของอะซีติล โคลีน โดยเฉพาะอาการทาง Muscarinic Signs เช่น Bronchoconstriction Bronchosecretion และ Bradycardia แต่ไม่ได้แก้อาการ กล้ามเนื้ออ่อนและกระตุกของสัตว์ป่วย

ขนาดของยาโทรปีนที่แนะนำให้ใช้ คือ 0.1-0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หรือให้ประมาณ 65 มิลลิกรัมต่อสัตว์ใหญ่ 1 ตัว หรือ 2 มิลลิกรัมต่อสุนัข 1 ตัว โดยแบ่งให้ดังนี้คือ ฉีดเข้าหลอดเลือด ประมาณ 1 ใน 4 ส่วนที่เหลือฉีดเข้ากล้ามเนื้อหรือฉีดเข้าใต้ผิวหนัง สัตว์จะแสดงอาการดีขึ้นภายใน 2-3 นาที ให้ซ้ำทุก ๆ 6 ชั่วโมงเป็นเวลานาน 1-2 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการเป็นพิษของสัตว์

ยาโทรปีนซัลเฟตไม่มีฤทธิ์ในการแก้ไขความผิดปกติทางชีวเคมีที่เกิดขึ้นที่บริเวณอื่น ดังนั้นควรให้ยาโทรปีนซัลเฟต ร่วมกับสารอื่นที่จะทำให้ยาฆ่าแมลงออร์แกโนฟอสฟอรัสหรือ คาร์บาเมทแยกตัวออกจากเอนไซม์อย่างสมบูรณ์

2. ให้ 2-แพม (2-PAM หรือ พราลิดอกซีน) เป็น Specific Antidote อีกตัวหนึ่งสำหรับ ยาฆ่าแมลง ออร์แกโนฟอสฟอรัสและคาร์บาเมท 2-แพม เป็นสารพวกไฮดรอกซีลามีน จะออกฤทธิ์ที่ Nicotinic Receptor โดยจะไฮโดรไลส์แบนที่สารเหล่านี้เกาะอยู่กับเอนไซม์ ทำให้ เอนไซม์แยกตัวออกจากสารเหล่านี้โดยเร็ว ในขณะเดียวกัน 2-แพม จะรวมตัวกับสารออร์แกโน ฟอสเฟต เกิดเป็นสารใหม่ซึ่งสามารถผ่าน ขบวนการไฮโดรไลซิส แล้วขับถ่ายออกนอกร่างกาย อย่างรวดเร็ว

ขนาดทั่วไปที่ใช้คือ 20 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อวันละ 2 ครั้ง

ในกรณีเกิดเป็นพิษเนื่องจากสารพวกคาร์บาเมท การใช้ 2-แพมร่วมกับยาโทรปีน ซัลเฟตมักไม่ได้ผล เพราะ 2-แพมไม่สามารถแยกสารคาร์บาเมทออกจากเอนไซม์อย่างสมบูรณ์ เพราะฉะนั้นในกรณีที่ได้รับสารพวกคาร์บาเมทเข้าไปมาก ๆ แม้จะให้ทั้ง 2-แพมและยาโทรปีน ซัลเฟตร่วมกัน สัตว์อาจไม่แสดงอาการดีขึ้นอย่างรวดเร็วเท่าที่ควร หากพบกรณีดังกล่าวนี้ควร ให้ผงถ่านร่วมด้วยโดยให้กินในขนาด 100-250 กรัมในสัตว์เล็ก จนถึง 900 ในสัตว์ใหญ่

3. อาจให้ยา Diphenhydramine เพื่อแก้ไขอาการทาง Nicotinic Signs แต่ไม่แนะนำให้ใช้ยานี้ร่วมกับอาโทรปีน ขนาดที่แนะนำคือ 4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ให้กินวันละ 3 เวลา

นอกจากนี้อาจให้ Supportive Treatment เช่นให้ Fluid Therapy หรือให้ยาระงับประสาทจำพวก Pentobarbitone หรือ Phenobarbitone คบด้วย

## 2. สารป้องกันและกำจัดแมลงพวกออร์แกโนคลอรีน (Chlorinated hydrocarbon)

ยาฆ่าแมลงกลุ่ม Organochlorine หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Chlorinated Hydrocarbon มีสูตรโครงสร้างซึ่งแบ่งออกได้ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. Diphenyl Aliphatic Compounds ประกอบด้วย DDT, Methoxychlor, Perthane และ Dicofol
2. Aryl hydrocarbons ประกอบด้วย Lindane, Mirex, Kepone และ Paradichlorobenzene
3. Cyclodiene Insecticides ประกอบด้วย Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor และ Toxaphene

ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนคลอรีนมีคุณสมบัติละลายในไขมันได้สูงมาก ดังนั้นจะมีการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานานและมีการปนเปื้อนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร

### 2.1 สาเหตุของการเป็นพิษในสัตว์

ปศุสัตว์มักเป็นพิษจากการกินอาหารหรืออาหารเสริมที่มียาฆ่าแมลงปะปนอยู่โดยบังเอิญ หรือแตะเล็มหญ้าในแปลงที่ฉีดด้วยยาฆ่าแมลงพวกคลอรีนเนเตทไฮโดรคาร์บอน เช่น ดีดีที อัลดริน ดีลดริน เฮปตาคลอร์ หรือ เอนดริน โดยที่ยาฆ่าแมลงเหล่านี้สามารถสะสมอยู่ในดินพืช ตลอดจนอยู่ในดินเป็นเวลานานหลาย ๆ ปี โดยที่เราไม่ได้คำนึงถึง พืชอาหารสัตว์ที่ใช่เลี้ยงหากปลูกบนดินที่มียาฆ่าแมลงดังกล่าวสะสมอยู่แล้ว อาจมีการสะสมจนมีขนาดสูงในลำต้นที่จะมีผลทำให้ตรวจพบยาฆ่าแมลงในน้ำนมตลอดจนเนื้อของสัตว์ที่กินพืชเหล่านี้เข้าไปได้

สัตว์อาจเกิดเป็นพิษอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในการคำนวณขนาดของยาฆ่าแมลงที่ใช้พ่นตัวสัตว์ หรือใช้จุ่มตัวสัตว์ เพื่อกำจัดหรือป้องกันแมลงที่คอยรบกวน

สาเหตุอื่น ๆ ที่อาจพบได้ เช่น สัตว์กินยาฆ่าแมลงที่เราลืมทิ้งไว้โดยตรง หรือกินยาฆ่าแมลงที่ทำหกไว้ในบริเวณคอกสัตว์ หรือในแปลงหญ้า

2.2 ความเป็นพิษ โดยทั่วไปกลุ่ม Cyclodiene เป็นพิษมากที่สุด ค่า LD<sub>50</sub> ในสุนัขอยู่ระหว่าง 15-65 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าที่เป็นพิษในโคและสุกรอยู่ระหว่าง 20-100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

แมวเป็นสัตว์ที่มีความไวต่อยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้มากที่สุด ค่า Oral LD<sub>50</sub> สำหรับเอนครินในแมวเท่ากับ 3-6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

ในกรณี Subacute Toxicity สัตว์ได้รับขนาดเป็นพิษติดต่อกันหลายวันจนกระทั่งแสดงอาการพิษให้เห็น ส่วนในกรณี Chronic Toxicity พบว่า สัตว์จะไม่แสดงอาการพิษให้เห็นอย่างเด่นชัด ทำให้วินิจฉัยโรคได้ยาก

#### Toxicokinetics

การดูดซึม เนื่องจากเป็นสารที่ละลายได้ดีในไขมัน ทำให้ยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ดูดซึมผ่านผิวหนังและ Mucus Membrane ได้ดี

การกระจายตัว ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนคลอรีนหลังจากเข้าสู่ร่างกายสัตว์แล้ว ตรวจพบได้ในตับ ไต และสมอง ขณะเดียวกันจะมีการสะสมใน Lipid Depots อย่างรวดเร็ว

การเปลี่ยนแปลง สารกลุ่ม Diphenyl Aliphatic และ Cyclodienes เกิดเมตาบอลิซึมในร่างกายโดยผ่านกระบวนการ Mixed Function Oxidase เกิดเป็นเมตาบอไลต์ซึ่งพบว่ามีพิษสูงขึ้น

การขับถ่าย ยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้จะขับถ่ายออกจากร่างกายเข้าสู่ทางเดินอาหาร และอาจผ่าน Enterohepatic Recycling มีผลทำให้มีการวนเวียนของสารกลุ่มนี้อยู่ในร่างกายเป็นเวลานาน สัตว์ให้นมพบว่าการขับถ่ายยาฆ่าแมลงผ่านออกมากับน้ำนม

ค่ากึ่งชีวิตของสารบางตัวเช่น DDT และสารกลุ่ม Cyclodienes อาจนานหลายวันจนถึงหลาย ๆ สัปดาห์ การขับถ่ายของยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้มีลักษณะเป็น Two-compartment model

### 2.3 กลไกการออกฤทธิ์

พวก Diphenyl aliphatics จะมีผลต่อ Sodium Channel Kinetics บน Nerve Membrane ทำให้เพิ่มการไหลเข้าของ Na<sup>+</sup> ผ่าน Membrane ขณะที่ K<sup>+</sup> ไม่สามารถไหลออกจาก Membrane ภายใน Membrane มีค่าเป็นบวกเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ Membrane Potential ลดลง Threshold ลดลง เส้นประสาทจะอยู่ในสภาพของ Depolarization ทำให้สัตว์มีอาการชักแบบ Seizures

พวก Heptachlor และ lindane พบว่า จะไปรบกวนการรวมตัวของสาร GABA (γ-Aminobutyric Acid) ซึ่งเป็น Inhibitory Neurotransmitter กับ GABA Receptor (Neuroreceptors เหล่านี้จะเป็นเสมือน Ion Channels ทำหน้าที่ Binding กับ Neurotransmitter โดยเฉพาะ)

พวก Cyclodienes พบว่าจะออกฤทธิ์คล้ายคลึงกับ Lindane มีผลทำให้ Nervous System ถูกกระตุ้นมากกว่าปกติ

### 2.4 อาการพิษที่พบ

อาการพิษในราย Acute Toxicosis จะพบอาการทางประสาทเป็นส่วนใหญ่

ระยะเวลาในการแสดงอาการพิษขึ้นอยู่กับปริมาณของสารที่สัตว์ได้รับเข้าไป จะพบอาการพิษได้ภายใน 2-3 นาที จนถึง 2-3 วัน หลังจากที่ได้รับสารกลุ่มนี้เข้าไป โดยทั่วไปแล้วจะพบภายใน 24 ชั่วโมง อาการเริ่มแรกที่พบคือ สัตว์จะตื่นเต็นกระวนกระวายอยู่ไม่สุข คร่ำขย ไรต่อสิ่งแวดล้อม กล้ามเนื้อสั่น ในระยะแรก ๆ จะเกิดการกระตุกของกล้ามเนื้อบริเวณหน้าและคอ แล้วกล้ามเนื้อบริเวณอื่น ๆ จะเกิดอาการดังกล่าวตามมา ระยะต่อไปจะเกิดการชักอย่างรุนแรง ซึ่งเป็นอาการที่เกิดเนื่องจากระบบประสาทส่วนกลางถูกกระตุ้น อาการชักจะเกิดเป็นพัก ๆ เมื่อมีสิ่งมากระทบ เช่น แสง เสียง หรือมีแมลงวันมาเกาะ สัตว์จะลุกขึ้นชกทันที อุณหภูมิสูงขึ้น (106<sup>๑</sup>F-108<sup>๑</sup>F) ขั้นสุดท้ายสัตว์จะมีการซึมลงเรื่อย ๆ และตายในที่สุด

สัตว์ที่มีอาการป่วยบางตัวจะเดินหรือกระโดดโดยไม่มีจุดหมาย หรือเดินเป็นวงกลม น้ำลายไหลและเขียวฟัน สัตว์บางตัวจะเขียวฟันอยู่เป็นเวลานานหลายชั่วโมง จากนั้นจะเกิดอาการโคม่าอยู่นานก่อนที่สัตว์จะตาย สัตว์บางตัวจะยืนสั่น เกร็ง และชัก เสียชีวิตระยะไปข้างหลัง เดินถอยหลังเป็นวงกลม ต่อไปจะล้มลงตามด้วยอาการชักแล้วตายในเวลาต่อมา

สัตว์ทุกชนิดตลอดจนสัตว์ปีกจะแสดงอาการป่วยในลักษณะเดียวกันดังกล่าวข้างต้น ในสัตว์กระเพาะเดี่ยว เช่น สุนัขอาจพบว่ามีอาการอาเจียน น้ำลายฟูมปาก หากกินสารเหล่านี้เข้าไป

จากการศึกษาพบว่าความรุนแรงของอาการพิษที่เกิดจากยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้มี ความสัมพันธ์กับระดับของยาฆ่าแมลงในสมอง

นอกจากอาการพิษที่แสดงให้เห็นแล้ว จากการทดลองการเป็นพิษอย่างเรื้อรังของยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ในสัตว์ทดลอง พบว่าฤทธิ์สะสมระยะยาวที่ร้ายแรงของ ดีดีที ก็คือ ทำให้เกิด มะเร็ง มีผู้รายงานว่า ดีดีที เป็นสารก่อมะเร็งของตับ มะเร็งเม็ดเลือดขาว และทำให้เกิดโรคโลหิต ใจด้วย ถ้าหนูขาวได้รับ ดีดีที ในขนาด 46 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ทำให้เพิ่มการ เกิดมะเร็งในตับ ปอด และต่อมน้ำเหลืองจากปกติถึง 4 เท่าตัว กลไกของการทำให้เกิดมะเร็ง ของยาฆ่าแมลง ดีดีที ยังไม่ทราบแน่นอน แต่เข้าใจว่าอาจเกิดเนื่องจาก ดีดีที ไปกระตุ้นเอนไซม์ เกี่ยวข้องกับ MFO ในตับ ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวนี้มีบทบาทเกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึม ของสารก่อมะเร็งหลาย ๆ ตัว

**2.5 พยาธิสภาพ** ความผิดปกติทางพยาธิสภาพจะไม่ปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัดในสัตว์ที่ ตายอย่างกะทันหัน หากก่อนตายสัตว์มีอาการไข้สูงและมีอาการชักอยู่เป็นเวลานาน อาจพบ อาการบวมของอวัยวะภายใน และถ้าไส้มีสีซีดหรืออาจพบจุดเลือดออกภายในเป็นแห่ง ๆ โดยเฉพาะที่เยื่อหุ้มหัวใจ มีการคั่งของเลือดในปอด และมีน้ำอยู่ภายในปอดมากกว่าปกติ ส่วนสมอง และไขสันหลังจะบวมและมีเลือดคั่งเช่นเดียวกัน



ในรายที่เป็นพิษอย่างเรื้อรัง ดับจะมีลักษณะผิดปกติ โดยมีไขมันสะสมอยู่มาก เซลล์ของตับขนาดใหญ่กว่าปกติ มีการเพิ่มจำนวนของเอ็นโดพลาสมิก เรติคูลัม ในตับ อาการผิดปกติของตับดังกล่าวจะพบได้ในหนูทดลองที่ได้รับอาหารที่มียาฆ่าแมลง ดีดีที ผสมอยู่ด้วยในขนาด 5-15 พีพีเอ็ม เป็นเวลานาน 6 เดือน

#### การสะสมสารออร์แกโนคลอรีนในสัตว์

ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนคลอรีนมีคุณสมบัติละลายได้ดีในไขมัน การสะสมจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ เป็นเวลาหลายเดือน ถ้าหากร่างกายยังได้รับสารนี้อยู่ต่อไปจนถึงจุด ๆ หนึ่งการสะสมในไขมันก็จะถึงจุดอิ่มตัว เมื่อถึงจุดอิ่มตัวแล้วเราจะพบว่าระดับของยาฆ่าแมลงในเลือดมีความสัมพันธ์กับระดับของยาฆ่าแมลงในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะส่วนต่าง ๆ จากหลาย ๆ การทดลองได้สรุปคล้ายคลึงกันว่า ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้เป็นที่น่าเชื่อถือได้มากที่สุดสำหรับยาฆ่าแมลงดีดีที รองลงมาคือ ดีดีที และตามด้วยเอ็นดริน

ผลจากการทดลองต่าง ๆ พอสรุปได้ว่า อัตราส่วนระหว่างระดับของยาฆ่าแมลงดีดีทีรินในเลือดและในเนื้อเยื่อส่วนไขมันเท่ากับ 140 ในคน และเท่ากับ 180 ในสุนัข นอกจากนี้ยังพบว่าระดับของดีดีทีรินในเลือดมีความสัมพันธ์กับระดับของดีดีทีรินในตับ ปอด และกล้ามเนื้อในสุนัขทดลองและแกะทดลองที่ได้รับสารนี้เป็นเวลานานหลายเดือน

ยาฆ่าแมลงที่สะสมอยู่ในเนื้อเยื่อที่เป็นไขมันจะกลับเข้าสู่กระแสโลหิตเพื่อขับถ่ายออกโดยผ่านทางน้ำดีและอุจจาระ โดยเฉพาะในสัตว์ที่อดอาหาร นอกจากนี้ยังพบว่าระดับของดีดีที ในตับ สมอง และหัวใจในสัตว์ที่อดอาหารจะเพิ่มสูงขึ้นด้วย โดยทั่วไปแล้วยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนคลอรีน มีการขับถ่ายออกจากร่างกายทางอุจจาระมากกว่าทางปัสสาวะ ในหนูทดลองพบว่าดีดีทีรินมีการขับถ่ายออกทางอุจจาระมากกว่าทางปัสสาวะถึง 10 เท่า

ในโคนมที่ได้รับดีดีทีรินขนาด 0.1 มิลลิกรัมต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัมเป็นเวลานาน 6 สัปดาห์ ตรวจพบว่าประมาณ ร้อยละ 42.77 ของยาฆ่าแมลงดีดีทีรินที่โคนมได้รับมีการขับถ่ายออกทางอุจจาระและน้ำนม ตรวจพบในอุจจาระ ร้อยละ 31.6 สะสมในไขมัน ร้อยละ 8 ตรวจพบในน้ำนม ร้อยละ 3.1 ตรวจพบในน้ำหล่อเลี้ยงร่างกาย ร้อยละ 0.07 แต่ตรวจไม่พบปัสสาวะ ประมาณ ร้อยละ 41 ของ ดีดีที ที่สัตว์ได้รับ จะถูกขับถ่ายออกอย่างรวดเร็ว ส่วนอีก ร้อยละ 59 จะคงอยู่ในร่างกาย และค่อย ๆ ขับถ่ายออกมากับน้ำนม พบว่าค่ากึ่งชีวิตของช่วงแรกประมาณ 2-3 วัน และค่ากึ่งชีวิตของช่วงที่ 2 ประมาณ 53-57 วัน

ตาราง 5 ค่ากึ่งชีวิตของยาฆ่าแมลง ดีดีที ดีดีอี และดีลครินในสัตว์จำแนกตามชนิดของยาฆ่าแมลง ชนิดของสัตว์ ส่วนที่ตรวจ และค่ากึ่งชีวิต (วัน)

ชนิดของยาฆ่าแมลง	ชนิดของสัตว์	ส่วนที่ตรวจ	ค่ากึ่งชีวิต (วัน)
ดีดีที	โคนม	ไขมันในน้ำนม	14-20
	สัตว์ปีก	ไขมัน	49-56
ดีดีอี	โคนม	ไขมันในน้ำนม	52
ดีลคริน	โคสาว	ไขมัน	85
	สุกร	ไขมัน	28
	โคนม	ไขมันในน้ำนม	22 - 30
	สัตว์ปีก	ไขมัน	49

ประมาณร้อยละ 41 ของ ดีดีอี ที่สัตว์ได้รับ จะถูกขับถ่ายออกอย่างรวดเร็ว ส่วนอีกร้อยละ 59 จะคงอยู่ในร่างกาย และค่อย ๆ ขับถ่ายออกมากับน้ำนม พบว่าค่ากึ่งชีวิตของช่วงแรกประมาณ 2-3 วัน และค่ากึ่งชีวิตของช่วงที่ 2 ประมาณ 53-57 วัน

ยาฆ่าแมลงที่สะสมในน้ำนมมากที่สุดใ้โคนมตามลำดับคือ อัลดริน ดีลคริน เฮปตาคลอร์ เมีททอกซิคลอร์ ปริมาณของยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนคลอรีนจะสะสมในน้ำนมเป็นอัตราส่วนโดยเฉลี่ย 1:10 ที่มีสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อส่วนที่เป็นไขมัน ดังนี้คือ 9:23, 11:29, 16:11, 9:27 และ 9:85 สำหรับยาฆ่าแมลง อัลดริน ดีลคริน ดีดีที เฮปตาคลอร์ และเมีททอกซิคลอร์ ตามลำดับ โดยถือว่าน้ำนมประกอบด้วยไขมัน ร้อยละ 4

## 2.6 การตรวจวินิจฉัยโรค

1. จากประวัติของสัตว์ป่วยว่าอาจได้รับสารพอกยาฆ่าแมลงโดยทางใดทางหนึ่งร่วมกับอาการป่วยที่เห็นได้เด่นชัด คือมีอาการชักเป็นพัก ๆ ไวต่อสิ่งแวดล้อม และมีความผิดปกติของระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท

2. หากสัตว์ตายแล้วตรวจซาก จะไม่พบอาการผิดปกติอย่างเด่นชัด อาจพบว่ามีเลือดคั่งของอวัยวะภายในและอาจพบอาการบวมน้ำเล็กน้อย

3. ตรวจปริมาณของสารพิษจากตับ เลือด สมอ และไขมัน โดยใช้ Gas Chromatography ถ้าสัตว์ตายเนื่องจากได้รับสารกลุ่มนี้ ปริมาณของสารจะสูงมากในสมอ รองลงมาคือตับและไต

อาการพิษที่เกิดจากยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ มีอาการคล้ายคลึงกับโรคต่าง ๆ ดังเช่น โรคเยื่อหุ้มสมองอักเสบ โรคพิษสุนัขบ้า ฟีในสมอง คีโตซีส หรือตะกั่วเป็นพิษ

## 2.7 การรักษา

ไม่มียาทำลายพิษโดยเฉพาะสำหรับยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ มักรักษาตามอาการที่พบคือรักษาอาการทางประสาทเพื่อให้สัตว์สงบลง

1. ให้ยาระงับประสาทพวกบาร์บิทูเรท หรือให้คลอโรไลเซเตรท ในสัตว์ใหญ่ไม่ควรให้นานเกิน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นถ้าหากยังมีอาการตื่นเต้น อาจให้ยากล่อมประสาท เช่น Diazepam Pentobarbital
2. หากสัตว์กินสารพิษเข้าไป อาจให้ยาทำให้สัตว์อาเจียน หรือให้ผงถ่าน Activated Charcoal ในขนาดประมาณ 900 กรัมต่อโค 1 ตัว สัตว์เล็กลดขนาดลงตามส่วน
3. หากสัตว์ได้รับพิษโดยทางผิวหนัง ให้ล้างด้วยสบู่และน้ำออกให้หมดโดยเร็ว
4. ฉีดแคลเซียมโบโรกลูโคเนทเข้าหลอดเลือด พบว่าได้ผลดีในการระงับอาการชักในสุนัข และในสัตว์ทุกชนิด

## 2.8 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนคลอรีนมีการสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมโดยมีการสลายตัวช้ามาก การสะสมพบตั้งแต่ในดิน ตะกอนดิน จนเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) ปริมาณของยาฆ่าแมลงที่พบว่ามีการสะสมในสิ่งแวดล้อมนั้นมีปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้นเรื่อยตามลำดับ ดังนี้

- |             |  |
|-------------|--|
| ก. 1X       | ปริมาณที่สะสมในตะกอนดิน (Sediment)                         |
| ข. 500X     | ปริมาณที่สะสมใน Plankton                                   |
| ค. 50,000X  | ปริมาณที่สะสมในปลาที่มีชีวิตขนาดเล็ก                       |
| ง. 100,000X | ปริมาณที่สะสมในปลาที่มีชีวิตขนาดใหญ่และปลาที่กินเนื้อสัตว์ |

เป็นอาหาร

### 3.3.2 สารป้องกันและกำจัดแมลงที่ได้จากธรรมชาติ (Plant Origin Insecticide หรือ Botanical Pesticide)

เป็นสารสกัดจากพืชเพื่อใช้ป้องกันและกำจัดแมลง พืชที่จะนำมาสกัด ต้องเป็นพืชที่หาง่าย เก็บเกี่ยวง่าย มีมากพอสำหรับการผลิต และมีความปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม สารสกัดจากพืชเพื่อใช้เป็นยาฆ่าแมลงที่นิยมใช้จนถึงปัจจุบัน เช่น Pyrethrins, Rotenone, Nicotine และ Azadirachtin (จากสะเดา)

### ก. Pyrethrins และ Pyrethroids

**Pyrethrins** เป็นสารที่สกัดได้จากดอก Pyrethrum ที่กำลังบาน เป็นพืชที่อยู่ใน Genus *Chrysanthemum* เป็นดอกไม้ที่อยู่ในตระกูลเดียวกับเบญจมาศ เป็นไม้ล้มลุก ดอกสีเหลืองหรือสีครีม ชอบขึ้นในอากาศเย็นและที่สูง สารกลุ่ม Pyrethrins ใช้เป็นยาฆ่าแมลงโดยให้สัมผัสกับตัวแมลง ใช้ในรูปที่เป็นผงหรือในรูปฉีดพ่น โดยละลายส่วนสกัดในตัวทำละลายอินทรีย์ที่เหมาะสม เช่น อะซีโตน คลอโรฟอร์ม อัลกอฮอล์ น้ำมันก๊าด หรืออีเทอร์ แล้วใช้ฉีดหรือพ่น (Spray)

**Pyrethroids** เป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์ มีคุณสมบัติเหมือนสารกลุ่ม Pyrethrins มีฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลงเช่นเดียวกัน แต่ไม่สลายตัวได้ง่ายเหมือนกลุ่ม Pyrethrins สารกลุ่ม Pyrethroids 2 ชนิด คือ Type I และ Type II Pyrethroids

ความเข้มข้นของ Pyrethrins ใช้เป็นยาฆ่าแมลง โดยทั่วไปเท่ากับ 0.1-0.6% โดยละลายในตัวทำละลายอินทรีย์และอาจมีการผสมกับสารเสริมฤทธิ์ เช่น ปิปปิเปอโรนินบิวทอกไซด์ 0.4% หรือโรติโนน หรือน้ำมันงา

#### 1. สาเหตุของการเป็นพิษในสัตว์

สาร Pyrethrins สามารถเข้าสู่ร่างกายคนและสัตว์ได้โดยการกินเข้าไปหรือหายใจเข้าไป แต่เข้าทางผิวหนังได้น้อยมาก สารกลุ่มนี้เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกทำลายในร่างกายโดยกระบวนการออกซิเดชัน และไฮโดรไลซิสอย่างรวดเร็ว กลายเป็นสารที่ไม่มีฤทธิ์แล้วขับถ่ายออกจากร่างกาย นอกจากนี้สาร Pyrethrins เมื่อถูกกับอากาศจะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายไปเป็นสารที่ไม่มีฤทธิ์เช่นกัน จึงไม่มีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ในกรณีที่คนหรือสัตว์ได้รับเข้าไปขนาดสูงหรือสำหรับคนที่แพ้ อาจทำให้มีอาการแน่นอึดอัดและหายใจไม่ออก ถ้ากินเข้าไปจำนวนมากขนาด 1-2 กรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จะมีผลไปกระตุ้นระบบประสาท พบอาการชัก และเกิดอัมพาตของกล้ามเนื้อเกี่ยวกับการหายใจ ส่วนอาการแพ้ที่พบได้มีดังนี้

1. ถ้าถูกกับผิวหนัง ทำให้ผิวหนังมีอาการบวมแดง เป็นตุ่มใส คันและมีน้ำเหลืองมาก
2. ถ้าหายใจเข้าไป มีอาการเหมือนแพ้เกสรดอกไม้ คือ มีอาการจาม ไอ หายใจไม่ออก บางรายมีอาการเหมือนหอบหืด

**2. ความเป็นพิษ Acute Oral Toxicity** ของสารกลุ่ม Pyrethrin อยู่ระหว่าง 100-200 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ค่า LD<sub>50</sub> ในหนูทดลองโดยให้กินเท่ากับ 1500 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงว่าสารกลุ่มนี้ค่อนข้างปลอดภัยในคนและสัตว์

สารสังเคราะห์ชนิด Type II Pyrethroids เป็นพิษสูงกว่า Type I

### Toxicokinetics

สารกลุ่ม Pyrethrins ละลายได้ดีในไขมัน มีการดูดซึมได้ดี ไม่ว่าจะให้โดยการกิน ผ่านทางผิวหนัง หรือดูดซึมผ่านทางปอด เป็นสารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วหลังจากเข้าสู่ร่างกายคนและสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงโดย Hydrolysis ในร่างกาย ทำให้ความเป็นพิษที่มีต่อร่างกายลดน้อยลง นอกจากนี้ยังมีการรวมตัวกับ Glycine Glucuronic Acid และ Sulfates ทำให้มีการขับถ่ายออกมากับปัสสาวะ

**3. กลไกการออกฤทธิ์** สารกลุ่ม Pyrethrins มีผลต่อ Axonal Membrane ทำให้การไหลเข้าออกของ Ion ผิดปกติ การไหลเข้าของโปรตีนลดน้อยลงขณะเดียวกันโปแตสเซียมไม่สามารถไหลออกได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสารกลุ่มนี้ขัดขวางการทำงานที่ของ adenosine Triphosphatase (ATPase) ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการไหลเข้าออกของ ion ผ่าน Axonal Membrane ทำให้ Action Potential ของเส้นประสาทลดลง เส้นประสาทจะถูกกระตุ้นตลอดเวลา ทำให้แมลงมีอาการกระวนกระวายและตกลงบนพื้น เป็นอัมพาตและตายในเวลาต่อมา

นอกจากนี้ยังพบว่าสารสังเคราะห์กลุ่ม Type II Pyrethroids มีผลไปขัดขวางการรวมตัวของสาร GABA และ Glutamic Acid ที่ Receptor Sites

**4. อาการพิษที่พบ** อาการพิษที่พบส่วนใหญ่เป็นอาการของระบบประสาท อาการพิษจะแตกต่างกันไปในหนูทดลอง แล้วแต่กลุ่มของสารที่ได้รับ ถ้าสัตว์ได้รับ Type I Pyrethroids จะพบอาการที่เกิดจากการกระตุ้นระบบประสาทมากกว่าปกติ พบอาการกล้ามเนื้อสั่น ตื่นเต้น กระวนกระวาย จนถึงกับเป็นอัมพาต ถ้าได้รับ Type II Pyrethroids พบอาการน้ำลายไหล อ่อนเพลีย ตะเกียกตะกาย และกระวนกระวาย

ส่วนในสัตว์เลี้ยงและสัตว์ใหญ่ พบอาการพิษที่คล้ายคลึงกันคือ น้ำลายไหล อาเจียน กล้ามเนื้อสั่น ชักกระตุก หายใจลำบาก อ่อนเพลีย และตายในที่สุด พบอาการพิษภายในไม่กี่ชั่วโมงหลังจากได้รับสารขนาดสูง สัตว์อาจตายภายใน 24-72 ชั่วโมง

**5. การตรวจวินิจฉัยโรค** อาการพิษที่เกิดจากสารกลุ่มนี้ทำการตรวจวินิจฉัยได้ยาก ต้องอาศัยประวัติของสัตว์ป่วยและอาการป่วยเป็นสำคัญ การตรวจวิเคราะห์สารกลุ่มนี้ในเลือดและในเนื้อเยื่อทำได้ยากมาก อาจตรวจวิเคราะห์ในเนื้อเยื่อส่วนตับและสมองเพื่อทำการยืนยันกับอาการป่วยที่พบ นอกจากนี้วิธีการทางพยาธิสภาพก็ไม่เด่นชัด ไม่มีวิธีการผิดปกติที่จะตรวจพบได้

อาการพิษคล้ายคลึงกับโรคต่าง ๆ เช่น เชื้อหุ้มสมองอักเสบ พิษที่เกิดจากยาฆ่าแมลงออร์แกโนฟอสเฟต และออร์แกโนคลอรีน พิษที่เกิดจากยาฆ่าแมลงออร์แกโนคลอรีน และนิโคติน เป็นต้น



**6. การรักษา** ไม่มี Specific Antidote สำหรับสารกลุ่ม Pyrethrins โดยทั่วไปแล้วอาการพิษที่พบในสัตว์มักไม่รุนแรง ทำการรักษาตามอาการดังนี้

1. ให้ยากล่อมประสาทเช่น Diazepam หรือ Barbiturates เพื่อระงับอาการทางประสาท
2. อาจให้ Atropine ควบด้วยในรายที่มีน้ำลายไหลมา และเพื่อลดการบีบตัวของทางเดินอาหาร
3. อาจให้ Activated Charcoal และน้ำเกลือเพื่อลดการดูดซึมของสารที่อาจมีหลงเหลืออยู่ในทางเดินอาหาร

#### **ข. Rotenone**

โรติโนนหรือโลตั้นเป็นสารที่สกัดได้จากรากของต้นหางไหลแดงหรือหางไหลขาวซึ่งเป็นพืชตระกูลถั่ว ถ้าเอารากมาบด ขางสีขาที่ไหลออกมากจะมีโรติโนนเป็นส่วนประกอบ มีรายงานพบว่า รากของต้นหางไหลขาวจะให้สารโรติโนนมากกว่าต้นหางไหลแดง นอกจากนี้โรติโนนยังสกัดได้จากส่วนรากของต้นหนอนตาขอยาก ทางภาคใต้เรียกว่า รากลิง บางแห่งก็เรียกกะเพียดหรืออั้งชันป่า เป็นพันธุ์ไม้เถาเลื้อยไปตามพื้นดินหรืออาจพันไปตามต้นไม้ชนิดอื่น รากเป็นพวงคล้ายกระชาย รากหนอนตาขอยากมีคุณสมบัติเป็นยาฆ่าแมลงและยาถ่ายพยาธิ ใช้รักษา หิด เหา ผสมกับปูนขาวใช้ฆ่าหนอนที่เกิดในบาดแผลของสัตว์เลี้ยง หรือตำละลายน้ำเป็นยาฆ่าแมลงที่กินใบต้นพริกไทย หรือเคยทดลองกับตัวไรน้ำสามารถทำให้ไรน้ำเป็นอัมพาตและตายได้

#### **1. สาเหตุของการเป็นพิษในสัตว์**

โรติโนนเป็นพิษต่อแมลงและต่อปลาทุกชนิด โดยทำให้กล้ามเนื้อหัวใจและระบบการหมุนเวียนโลหิตของสัตว์เป็นอัมพาต ทำให้ขาดออกซิเจนและตาย กลไกการออกฤทธิ์ของสารโรติโนนพบว่ามีผลไปยับยั้งการขนส่งอิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรียโดยเฉพาะในขั้นตอนระหว่างการรวมตัวของ NADH กับ Cytochrome Oxidase Complex ทำให้การขนส่งอิเล็กตรอนถูกขัดขวาง การหายใจของเซลล์ก็ถูกยับยั้งไปด้วย นอกจากนี้โรติโนนยังมีผลต่อการนำส่งความรู้สึกของเส้นประสาทซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากการที่การหายใจของเซลล์ผิดปกติ นั่นเอง

**2. ความเป็นพิษ** Acute Oral LD<sub>50</sub> เท่ากับ 300 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในสุนัข 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในหนูตะเภา และ 1600 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในกระต่าย ปลาเป็นสัตว์ที่ไวต่อโรติโนนมากที่สุด ค่า LD<sub>50</sub> ในปลาเท่ากับ 12-75 ไมโครกรัม/ลิตร ใกล้เคียงกับสัตว์ที่ทนต่อโรติโนนมากที่สุด ขนาดที่ทำให้ไ้ตาย (lethal dose) เท่ากับ 1000-3000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

Toxicokinetics โรติโนนจะถูกทำลายโดยกรดในกระเพาะอาหารถ้าให้สัตว์กิน ทำให้ดูดซึมได้ค่อนข้างจำกัด หลังจากเข้าสู่ร่างกายโรติโนนจะเกิดเมตาบอลิซึมที่ตับ โดยเกิดปฏิกิริยา Hydroxylation ได้เมตาบอไลต์ที่มีพิษสูงขึ้น และเกิด Demythylation ได้เมตาบอไลต์ที่มีพิษน้อยลง เนื่องจากการดูดซึมไม่ค่อยดี ดังนั้นส่วนใหญ่ของโรติโนนที่สัตว์ได้รับจะถูกขับออกมา กับอุจจาระ

**3. อาการพิษที่พบและพยาธิสภาพ** อาการพิษโดยทั่วไปที่พบคือ อาเจียน เกิดการระคายเคืองในทางเดินอาหาร ซึม หายใจลำบาก อาจพบอาการสั่นและชักกระตุก

สัตว์ที่ตายตรวจพบการอักเสบในทางเดินอาหาร Pulmonary Congestion Liver Congestion และอาจพบ Necrosis ในตับในกรณีเป็นพิษอย่างเรื้อรัง

**4. การรักษา** ไม่มี Specific Antidote สำหรับโรติโนน ทำการรักษาตามอาการเช่นเดียวกัน เช่น ให้ยาระงับประสาทจำพวก Diazepam และให้ Dextrose ฉีดเข้าหลอดเลือดในกรณีที่สัตว์มีอาการอ่อนเพลีย

#### ค. สะเดา (*Azadirachta* spp.)

สารสกัดจากเมล็ดและผลสุกจากสะเดาเป็นสารสกัดจากพืชเพื่อใช้เป็น Pesticides ชนิดแรกที่เกิดในรูปการค้าได้ในประเทศไทย (โดยความร่วมมือศึกษาวิจัยของกรมวิชาการเกษตร และกองวัตถุมีพิษการเกษตร)

สะเดาเป็นที่ยอมรับของประเทศในแถบเอเชียแปซิฟิกที่เข้าร่วมประชุมที่ FAO ปี พ.ศ. 2537 ที่ผ่านมา

ประเทศไทยมีสะเดา 3 ชนิด

1. สะเดาอินเดีย
2. สะเดาไทย
3. สะเดาช้างหรือไม้เทียม

สารสำคัญที่พบในเมล็ดและผลสุก คือ Azadirachtin; Salannin; Nimbin มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลง (ในปี ค.ศ. 1968) พบสูตร โครงสร้างในปี ค.ศ.1987

- Azadirachtin A, B, C, D, E, F, G (7 Isomers) พบมากในเมล็ดของผลสะเดาสุก มีฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลงดีที่สุดใน (Neem Seed)

- Salannin, Nimbin มีฤทธิ์ขัดขวาง Hormones ในแมลง; ยับยั้งการกินอาหาร การเจริญเติบโต การลอกคราบ การวางไข่ มีผลในการฆ่าแมลงเช่นกัน

เมล็ดคับน้ำในอัตราส่วนร้อยละ 2-5 (Neem Cake)

น้ำมันสะเดา (Neem Oil)

ปี ค.ศ. 1991 องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (EPA) ขอมรับและอนุญาตให้ใช้ผลิตภัณฑ์จากสะเดา ในพืช ไม้ผล ไม้ดอก

Toxicity ของสะเดา

LD<sub>50</sub> (Oral) ในหนูทดลอง = > 5 mg/kg ขนาด 5,000 mg/kg (Skin) ไม่ทำให้เป็นพิษ ผิวหนังไม่มีผื่นแดง ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง ไม่เป็นสารทำให้กลายพันธุ์

พืชที่ควรส่งเสริมเพิ่มเติม เพื่อใช้เป็น Pesticides เช่น

- ตะไคร้หอม
- พริกไทย
- สدابเสือ
- ขมิ้นชัน ฯลฯ

### 3.3.3 สารป้องกันและกำจัดแมลงกลุ่มเบ็ดเตล็ด

#### Amitraz

เป็นยาฆ่าแมลงตัวใหม่สุดที่ยอมรับให้ใช้ได้ ในโค สุกร และสุนัข ในหลาย ๆ ประเทศ เป็นสารในกลุ่ม Formamidine ใช้ป้องกันและกำจัดแมลงที่คอยรบกวนสัตว์เลี้ยงและสุกร ในสุนัขอยู่ในรูปของปลอกคอเพื่อใช้ป้องกันและควบคุมหมัดและเห็บสุนัข ไม่ค่อยพบการเป็นพิษของ Amitraz ในสัตว์ถ้าใช้ตามคำแนะนำอย่างเคร่งครัด Acute Ora LD<sub>50</sub> ในสุนัขเท่ากับ 100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม 400-800 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในหนูตะเภา และสูงกว่า 1600 มิลลิกรัม/กิโลกรัมในหนูทดลอง ไม่แนะนำให้ใช้ในแมว

กลไกการออกฤทธิ์พบว่า Amitraz มีฤทธิ์เป็น  $\alpha$ -Adrenergic Agonist และ Monoamine Oxidase (MAO) Inhibitor มีผลต่อระบบ Cardiovascular และระบบประสาท ถ้าได้รับขนาดสูงจะเกิด Cardiovascular Collapse และ Respiratory Depression อาการพิษที่พบได้คือ หัวใจเต้นเร็ว อาเจียน ปัสสาวะผิดปกติ ท้องเดิน ชี้น เบื่ออาหาร มีอาการชักกระตุกเป็นครั้งคราว สัตว์ที่ได้รับ Amitraz ขนาดสูงตรวจพบสารนี้ได้ในตัว ไต สมออง ปอด ผิวหนัง ไขมัน และม้าม สัตว์ที่ตายพบว่า ตัวมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น และพบ Hepatic Hyperplasia ในรายเป็นพิษเรื้อรัง ไม่มี Specific Antidote สำหรับ Amitraz ให้รักษาตามอาการเช่นเดียวกับยาฆ่าแมลงกลุ่มอื่น ๆ

#### กลุ่มเบ็ดเตล็ด

สารที่อาจใช้เป็นยาฆ่าแมลงนอกเหนือจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เช่น Boric Acid Naphthalene และ Nicotine

#### 4. สารชีวอินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Microbial insecticide, Biopesticides)

สารชีวอินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Microbial Insecticides) หมายถึง สารกำจัดแมลงที่ผลิตจากสิ่งมีชีวิตประเภทจุลินทรีย์ ได้แก่ แบคทีเรีย ไวรัส รา โปรโตซัว หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่น ๆ เช่น เส้นเดือนฝอย

สารชีวอินทรีย์หรืออาจเรียกกันทั่วไปว่า “ยาเชื้อ” หรือ Microbial Insecticides มีการนำไปใช้ทดแทนการใช้สารเคมีกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากพบว่าสารเคมีก่อให้เกิดปัญหาข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์หลายประการ หากใช้สารโดยขาดความรู้และขาดความระมัดระวัง รวมทั้งปัญหาที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีการตกค้างในอาหารซึ่งเกินค่าปลอดภัยต่อผู้บริโภค ปัจจุบันจึงมีผู้สนใจศึกษาหาสิ่งทดแทนสารเคมีเพื่อนำไปใช้ในการปราบศัตรูพืชให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และเป็นทางเลือกให้เกษตรกรอีกทางหนึ่ง

จุลินทรีย์ที่มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อนำมาใช้เป็นสารฆ่าแมลงจะต้องเป็นจุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติพิเศษดังนี้คือ

1. มีความปลอดภัย ได้ผ่านการทดสอบแล้วว่ามีความปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์ และพืช จึงไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่ไม่ได้ทำการควบคุม (Non Target Organism)
2. ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถนำมาใช้และเข้ากันได้ดีกับศัตรูธรรมชาติอื่น ๆ
3. ไม่มีการตกค้างบนพืชผล
4. มีความเฉพาะเจาะจงต่อแมลงเป้าหมาย (Target Pest)
5. ช่วยอนุรักษ์แมลงศัตรูธรรมชาติ แมลงที่ช่วยผสมเกสร เช่น ผึ้ง และแมลงที่มีประโยชน์อื่น ๆ
6. จุลินทรีย์บางชนิดนำไปใช้ร่วมกับสารฆ่าแมลงหรือใช้สลับกันได้
7. สามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรม เช่น บรรจุขวดเช่นเดียวกับสารฆ่าแมลงอื่น ๆ
8. สามารถใช้กับเครื่องพ่นสารเคมีที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในการเกษตรได้

##### 4.1 ชนิดของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้เป็นสารฆ่าแมลง

###### 4.1.1 แบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (Bt)

เป็นแบคทีเรียที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ พบได้ทุกหนทุกแห่ง ทั้งในอากาศ ดิน น้ำ บนต้นไม้และใบไม้ ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ ลักษณะเฉพาะของ Bt คือ สามารถสร้างสารพิษ Delta-Endotoxin เมื่อแมลงกินเข้าไปจะทำให้แมลงตาย เป็นทอกซินที่ไม่ทนความร้อน มีลักษณะเป็นผลึกของโปรตีนซึ่งเป็นส่วนผสมของ Toxin และ Enzyme เกาะกันอยู่เป็นผลึก Bt

เป็นจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจได้หลายชนิด เช่น หนอนกระทู้หอม หนอนใยผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกินใบปาล์ม หนอนผีเสื้อ หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด เป็นต้น

**การทดสอบความเป็นพิษของ Bt** พบว่าไม่เป็นพิษต่อมนุษย์ สัตว์ พืช และแมลง ที่มีประโยชน์ในช่วงของการทดลองเป็นระยะเวลา 2 ปี ในไร่ที่ทำการทดสอบ สำหรับความเป็นพิษเฉียบพลันในหนูทดลองโดยการกิน พบว่าค่า  $LD_{50}$  เท่ากับ 3940 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

#### 4.1.2 เชื้อ Nuclear Polyhedrosis virus (NPV)

เชื้อ Virus NPV จะอาศัยอยู่ในแมลงบางชนิด สามารถทำลายแมลงศัตรูพืชใน Family อื่น ๆ ได้ เช่น เชื้อ NPV จากหนอนไหมสามารถทำลายหนอนผีเสื้อหลายชนิด หรือเชื้อ NPV จากหนอนกินรังผึ้งสามารถทำลายหนอนเจาะสมอฝ้ายและหนอนคืบกระทู้ปาล์ม

จากการทดสอบความเป็นพิษของเชื้อ Virus NPV โดยการให้กินและการสูดหายใจหรือฉีดเข้าใต้ผิวหนังในสัตว์ทดลอง เช่น หนู กระต่าย สุนัข และลิง ไม่พบอาการผิดปกติใด ๆ ในสัตว์ทดลอง

#### 4.1.3 ไข่เดือนฝอยกำจัดแมลง (Entomopathogenic Nematodes)

ไข่เดือนฝอยเป็นปรสิตถาวรของแมลงบางชนิด มีการเจริญเติบโต ขยายพันธุ์ มีการผสมพันธุ์ในตัวแมลงแล้ววางไข่และฟักเป็นตัวอ่อนพอเข้าวันที่ 3 (ขนาด 0.2-0.5 มิลลิเมตร) จะเข้าทำลายแมลงให้ตายได้ ไข่เดือนฝอยสามารถเข้าทำลายแมลงหลายชนิดซึ่งเป็นแมลงอาศัยให้ตายได้ แมลงอาศัยเหล่านี้ได้แก่ หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ผัก หนอนใยผัก หนอนเจาะยอดผัก หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนทำลายยาสูบ หนอนกอกกล้วย หนอนห่อใบข้าว หนอนเจาะผลชมพู ตัวงเจาะลำต้นกล้วย ตัวงวงมันเทศ เป็นต้น

เชื้อจุลินทรีย์เป็นทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งเมื่อผลิตขยายเป็นปริมาณมากในรูปการค้าได้แล้วโดยอาศัยเทคโนโลยีทางชีวภาพ ก็สามารถส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชได้ เช่นเดียวกับการใช้สารเคมี สามารถนำมาใช้ทดแทนสารเคมีได้ เป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้เกษตรกร โดยมีข้อได้เปรียบที่สำคัญคือ มีความปลอดภัยต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

#### 4.2 ความสำคัญของสารกำจัดศัตรูพืชและปัญหาจากการใช้

สารกำจัดศัตรูพืชหมายถึง สารเคมีที่ใช้ป้องกัน กำจัด หรือทำลายสิ่งมีชีวิตที่ทำลายหรือรบกวนพืช สัตว์ มนุษย์ ในบรรดาสารเคมีประดิษฐ์ที่คนเราก็ค้นขึ้นมาใช้ทั้งหมด สารกำจัดศัตรูพืชถือว่าเป็นสารเคมีที่ให้ประโยชน์กับเรามากที่สุดอย่างหนึ่ง แต่ในความเป็นประโยชน์ของ



สารกำจัดศัตรูพืชนี้กลับแฝงเร้นไว้ด้วยพิษภัยอันตรายและความน่าสะพรึงกลัวนานาประการที่อาจจะเกิดขึ้นได้กับมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อมอยู่ในตัว ในโลกวิทยาศาสตร์ปัจจุบันเราทุกคนต่างก็รู้ถึงพิษภัยอันตรายของสารกำจัดศัตรูพืชเป็นอย่างดี แต่เราไม่อาจจะเลิกใช้มันได้อย่างสิ้นเชิง เหตุผลที่เรายังต้องพึ่งพาอาศัยสารกำจัดศัตรูพืชและให้การยกย่องว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยการผลิตที่สำคัญและขาดไม่ได้ในการเพาะปลูกพืชไม่ว่าที่ใดทุกแห่งในโลก

## 5. ปัญหาที่เกิดจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช

จากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างกว้างขวาง และผู้ใช้มีระดับความรู้ ความสามารถ และความรับผิดชอบที่แตกต่างกันอย่างมาก การใช้สารกำจัดศัตรูพืชจึงก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ขึ้นมาหลายด้านดังนี้

### 1. เกิดเป็นพิษและมีอันตรายต่อผู้ใช้โดยตรง

สารกำจัดศัตรูพืชเป็นสารเคมีมีเจตคติผลิตขึ้นมาให้เป็นสารเคมีที่มีพิษและเป็นสิ่งมีอันตรายเพื่อใช้ฆ่าหรือทำลายศัตรูพืช แต่ความเป็นพิษและความมีอันตรายของมันไม่เฉพาะจะจงอยู่กัศัตรูพืชเป้าหมายเท่านั้น มันยังเป็นและเป็นอันตรายกับ คน สัตว์ และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ความเป็นพิษและเป็นอันตรายของสารกำจัดศัตรูพืชจะเกิดขึ้นกับผู้ที่เกี่ยวข้องในทุกขั้นตอนตั้งแต่ การผลิต การขนส่ง การเก็บจนถึงการใช้และทำลาย ดังนั้นเพื่อมิให้เป็นอันตรายกับผู้และผู้ใช้เกี่ยวข้อง จึงต้องมีการกำหนดวิธีการปฏิบัติให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องขึ้นมา

### 2. ทำลายระบบนิเวศทางการเกษตรคือ

2.1 แมลงเกิดความต้านทานจากการใช้อย่างพร่ำเพรื่อและขาดความเข้าใจ ทำให้แมลงเกิดความต้านทานขึ้นมาได้ ผลที่ตามมาคือ ทำให้ต้องใช้สารกำจัดแมลงในอัตราที่สูงขึ้นเรื่อยๆ เพื่อที่จะให้แมลงตาย ผลสุดท้ายการใช้สารกำจัดแมลงชนิดนั้น ไม่ได้ผล เป็นการสิ้นเปลืองและไร้ประโยชน์

2.2 เกิดแมลงศัตรูพืชชนิดใหม่ขึ้นมา การใช้สารกำจัดศัตรูพืชทำลายศัตรูพืชหลักให้หมดไปเป็นโอกาสทำให้ศัตรูพืชรองซึ่งไม่เคยมีความสำคัญมาก่อนเลยในอดีตกลับกลายมาเป็นศัตรูพืชหลักและมีความสำคัญขึ้นมาในปัจจุบันเพราะ

2.2.1 ศัตรูพืชรองเกิดความต้านทานต่อสารกำจัดศัตรูพืชมากกว่าศัตรูพืชหลักที่มีอยู่

2.2.2 ศัตรูตามธรรมชาติของศัตรูพืชรองถูกกำจัดหมดไปด้วยการใช้สารกำจัด

ศัตรูพืช

2.2.3 ปัจจัยอื่นๆ กลายมาเป็นปัจจัยที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนประชากรของศัตรูพืชรบกวนเหล่านั้น

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมานี้ทำให้ศัตรูพืชชนิดใหม่ขึ้นมาแทนที่ศัตรูพืชชนิดเก่าที่ทำลายไปด้วยการใช้สารกำจัดศัตรูพืช

2.3 การสังหารแมลงศัตรูตามธรรมชาติ สารกำจัดแมลงส่วนมากที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นสารเคมีที่มีฤทธิ์ฆ่าได้อย่างกว้างขวางโดยไม่คำนึงว่าจะเป็นแมลงศัตรูพืชหรือเป็นแมลงที่มีประโยชน์ต่อคน เช่น ตัวห้ำและตัวเบียน ซึ่งเป็นแมลงที่คอยทำลายหรืออาศัยแมลงศัตรูพืชเป็นอาหาร และถือว่าเป็นปัจจัยที่คอยควบคุมมิให้แมลงศัตรูพืชมีปริมาณมากขึ้น เมื่อแมลงศัตรูพืชตามธรรมชาติถูกทำลายไปจะทำให้แมลงศัตรูพืชมีปริมาณมากและก่อความเสียหายให้กับพืชผลอย่างต่อเนื่อง และจะต้องมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชตลอดไป

### 3. เกิดมลภาวะในสิ่งแวดล้อม

การทำให้สภาพแวดล้อมเกิดมลภาวะนี้มีความสัมพันธ์กับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่มีความคงตัวและคงความเป็นพิษไว้ในสภาพแวดล้อมเป็นระยะเวลานานๆ ลักษณะพิเศษเช่นนี้เป็นที่ต้องการเพื่อจุดประสงค์ในการใช้สารกำจัดแมลงบางอย่างเช่น ปลูก มด แต่มิใช่เพื่อการรักษาสภาพแวดล้อมซึ่งภายหลังการใช้ประโยชน์แล้ว ไม่ต้องการให้สารกำจัดศัตรูพืชนั้นมีความคงตัวหรือหลงเหลืออยู่ในสภาพแวดล้อมอีกต่อไปเพราะ

3.1 ความคงตัวของสารกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยชั้นดีที่จะทำให้แมลงเกิดความต้านทานต่อสารเคมี

3.2 มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่มีใช้เป้าหมาย

3.3 เกิดการถ่ายทอดและสะสมความเข้มข้นในขบวนการอาหาร

ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับสารกำจัดศัตรูพืชในสภาพแวดล้อมส่วนใหญ่เชื่อว่ามิสาเหตุมาจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม ออร์กาโนคลอรีน ซึ่งมีความคงตัวมาก แต่ในปัจจุบันสารกำจัดแมลงกลุ่มนี้ได้เลิกผลิตและเลิกใช้เป็นจำนวนมาก โดยหันมาใช้สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มอื่นๆ เช่น ออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต และไพรีทรอยด์ แทน ซึ่งทำให้ปัญหามลภาวะของสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชลดลง

### 4. เกิดพิษตกค้างในอาหาร คน และสัตว์

พิษตกค้าง หมายถึง ปริมาณสารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ที่อาจจะอยู่ในรูปเดิมหรือเปลี่ยนแปลงรูปความเป็นพิษไปแล้วแต่ยังหลงเหลืออยู่บนหรือในสิ่งหนึ่งสิ่งใด ภายหลังจากที่ผ่านพ้นปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดผลอย่างแท้จริงมาแล้ว

สารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ฉีดพ่นไปแล้วจะสลายตัวเพื่อให้เป็นสารที่ไม่มีพิษ อัตราการสลายตัวจะอยู่ในระดับใดขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของวัตถุที่ผสม ความหนาของตะกอน การดูดซับเข้าไปและไหลออกจากวัตถุ ความเข้มข้นของปัจจัยที่จะทำให้เกิดการสลายตัว เช่น แสงแดด ความร้อน การล่อน หรือลอกออกจากวัตถุด้วยแรงลมและฝน ระยะเวลาที่สารกำจัดศัตรูพืชซึ่งติดอยู่บนหรือในพืชอาหารจะสลายตัวจนถึงระดับที่เห็นว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภคนั้นเป็นระยะเวลาที่แน่นอน ระดับที่ให้ความปลอดภัยในอาหารอย่างแท้จริง ไม่เป็นที่รู้กันแต่ก็ได้มีการสมมติกันขึ้นมาระดับที่สมมติว่าปลอดภัยที่มีมูลฐานมาจากการพิจารณาถึงความ เป็นพิษของมันระดับหรือค่าความปลอดภัยนี้เรียกว่าค่ากำหนดพิษตกค้างสูงสุดหรือ Maximum Residue Limits (MRL) อาหารที่มีค่ากำหนดพิษตกค้างสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ ถือว่าไม่ปลอดภัยต่อการบริโภคทั้งของคนและสัตว์เลี้ยง เพื่อรับประกันความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและทำให้เกษตรกรมั่นใจว่าการป้องกันพืชผลจะเป็นไปตามที่ต้องการได้ จึงได้มีการจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในช่วงระหว่างการใช้ครั้งสุดท้ายก่อนการเก็บเกี่ยวขึ้นมา โดยแนะนำให้มีการใช้น้อยที่สุดหรือไม่ใช้เลย เพื่อหลีกเลี่ยงมิให้เกิดปัญหาพิษตกค้างบนพืชอาหารทั้งของคนและสัตว์

##### 5. กระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่มีโซ่เป้าหมาย

เมื่อใช้สารกำจัดศัตรูพืชไม่ว่าจะด้วยวิธีใดก็ตาม นอกเหนือจากการทำลายศัตรูพืชเป้าหมายแล้ว ยังทำลายสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่มีโซ่เป้าหมายพร้อมๆ กันไปด้วย เช่น ในกรณีของการใช้สารกำจัดแมลงซึ่งส่วนมากจะฉีดพ่นเพื่อให้ครอบคลุมต้นพืชทั้งหมดหรือแต่บางส่วน โดยไม่คำนึงว่ามีแมลงศัตรูทำลายพืชอยู่เพียงกิ่งเดียวเท่านั้น วิธีการฉีดพ่นเช่นนี้จะทำให้แมลงอื่นๆ ที่มีประโยชน์และไม่เป็นประโยชน์ถูกทำลายไปพร้อมๆ กัน สมรรถภาพในการกำจัดทำลายของสารกำจัดศัตรูพืชมิได้จำกัดอยู่แต่ศัตรูพืชเป้าหมายเท่านั้น จึงมีการคาดหมายกันว่าสารกำจัดศัตรูพืชจะเป็นผลร้ายต่อสิ่งมีชีวิตที่มีโซ่เป้าหมายด้วยผลที่เกิดขึ้น คือ ตัวห้ำ ตัวเบียน ผีเสื้อ แมลงช่วยผสมเกสร สัตว์ป่าและสัตว์ชั้นต่ำที่ช่วยให้ดินอุดมสมบูรณ์ถูกทำลายไปด้วย

##### 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขวัญใจ จินะปรีวัฒนาภรณ์ (2535) ที่ได้ศึกษาเรื่องการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้เลี้ยงกล้วยไม้ในเขตภาษีเจริญและเขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร พบว่า ระดับของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสมีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติตัวของเกษตรกรผู้เลี้ยงกล้วยไม้ในการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช ซึ่งถ้าหากเกษตรกรมีการปฏิบัติตนอย่างถูกต้องทุกครั้งขณะที่ใช้สารเคมีจะทำให้เอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสอยู่ในระดับสูงกว่าผู้ที่ปฏิบัติตนไม่ถูกต้อง

การศึกษาของ นูรินทร์ พิมลลิขิต และคณะ (2539) ศึกษาความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร ตำบลบางพลับ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรีพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่มีความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีอยู่ในระดับปานกลาง ปัญหาของเกษตรกรในการใช้สารเคมี ได้แก่ เกษตรกรขาดความรู้เรื่องการผสมสารเคมีปฏิบัติไม่ถูกต้องในการผสมสารเคมีการฉีดพ่นสารเคมี และการปฏิบัติตนไม่ถูกต้องเมื่อสัมผัสสารเคมีปฏิบัติไม่ถูกต้องในการผสมสารเคมีการฉีดพ่นสารเคมี ได้แก่ เกษตรกรขาดความรู้เรื่องการผสมสารเคมีปฏิบัติไม่ถูกต้องในการผสมสารเคมีการฉีดพ่นสารเคมี และการปฏิบัติตนไม่ถูกต้องเมื่อสัมผัสสารเคมีและการใช้เครื่องป้องกันอันตรายร้อยละ 78.8, 14.5 และ 55.0 ตามลำดับ ยกเว้นเรื่องการแต่งกายและการปฏิบัติหลังฉีดพ่นสารเคมีปฏิบัติถูกต้องร้อยละ 54.0 และ 55.0 ตามลำดับ

การศึกษาระดับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในเลือดของเกษตรกร ผู้หิน ไตรทิพย์ (2539) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับโคลินเอสเตอเรสกับการปฏิบัติในการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกร หมู่บ้านท่าแลง ตำบลลุ่มน้ำชี อำเภอบ้านเขว้า จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 52 คน พบว่า เกษตรกรนิยมใช้สารเคมี 2 ประเภทคือสารเคมีกำจัดแมลง และสารเคมีกำจัดวัชพืช สำหรับสารเคมีกำจัดแมลงที่นิยมใช้มากที่สุดคือ กลุ่มไพริทอยด์ ร้อยละ 94.2 รองลงมาคือ กลุ่มออการ์โนฟอสเฟสและคาร์บาเมต ร้อยละ 85.5 และ 69.2 ตามลำดับ ส่วนพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชไม่มีความสัมพันธ์กับระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส

แต่การศึกษาของ บุญตา กลิ่นมาลี (2540) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้และพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชกับระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรส ในเกษตรกรหมู่บ้านท่าแลง ตำบลท่าแลง อำเภอท่ายาง จังหวัดเพชรบุรี จำนวน 120 คน พบว่า พฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีความสัมพันธ์กับระดับเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 มีแนวโน้มว่าผู้ที่มีการปฏิบัติถูกต้อง จะมีความปลอดภัยมากกว่าผู้ที่ปฏิบัติไม่ถูกต้อง

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการป้องกันศัตรูพืช ชาตชาย ชุมสาย ณ อยุธยา (2541) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารฆ่าแมลงอย่างถูกต้องและปลอดภัยในพืชผักของเกษตรกรในอำเภอสาร์ภี จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าส่วนใหญ่เกษตรกรได้รับคำแนะนำในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เพื่อนบ้าน เจ้าของร้านจำหน่ายสารเคมี ตามลำดับ เกษตรกรได้รับข่าวสารจากโทรทัศน์ วิทยุ หอกระจายข่าว และเอกสารสิ่งพิมพ์ตามลำดับ เกษตรกรมีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับ 0.722 และความรู้เกี่ยวกับการจำแนกแมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติอยู่ในระดับเฉลี่ย 0.831 แสดงว่า มีความรู้มาก

นริศร์ คงสมบุญ (2541) ศึกษาการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวของเกษตรกรในจังหวัดสิงห์บุรี พบว่าเกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 82.6 เลือกใช้สารเคมีตามคำแนะนำของหน่วยงานราชการ เช่น เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรหรือเอกสารคำแนะนำ และเกษตรกรร้อยละ 49.7 ปฏิบัติตัวในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูข้าวถูกต้องร้อยละ 36.1 ปฏิบัติตัวถูกต้องปานกลาง

สมคิด คำพวง (2542) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูสตรอบอริของเกษตรกร ตำบลโป่งผา อำเภอแม่สาย จังหวัดเชียงราย เกษตรกร 144 คน เป็นชาย ร้อยละ 95.1 จบการศึกษาชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ร้อยละ 55.6 มีประสบการณ์ใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ย 9.8 ปี ส่วนใหญ่รับข้อมูลข่าวสารจากเพื่อนบ้านเกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูสตรอบอริ ร้อยละ 69.4 มีระดับความรู้สูง ร้อยละ 61.8 มีการปฏิบัติถูกต้องร้อยละ 66.0 ความคิดเห็นถูกต้องปลอดภัยเกษตรกรเห็นด้วย มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็น 2.49 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ยาปราบศัตรูสตรอบอริ คือ การศึกษา ความรู้ ความคิดเห็นและแหล่งรับข่าวสาร

ศุภาพ มณีรัตน์ (2542) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรบ้านแม่สาใหม่ ตำบลโป่งแยง อำเภอแมริม จังหวัดเชียงใหม่ พบว่าเกษตรกร 120 คน ได้รับคำแนะนำเรื่องการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากเพื่อนบ้านมากที่สุด ร้อยละ 27.5 ซื้สารเคมีจากร้านในอำเภอเป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ 46.9 สวมเสื้อแขนยาว และอยู่เหนือลมขณะฉีดพ่นสารเคมี ร้อยละ 93.3 ใช้สารเคมีตามฉลาก ร้อยละ 92.5 ไม่รับประทานอาหารหรือเครื่องดื่มขณะฉีดพ่นสารเคมี ร้อยละ 90.0 อ่านฉลากก่อนใช้สารเคมีทุกครั้ง ร้อยละ 89.2 และการได้รับข่าวสาร การได้รับคำแนะนำส่งเสริมและแหล่งจำหน่ายวัสดุอุปกรณ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช มีความสัมพันธ์กับวิธีการป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

นิกร ฅ ลำปาง (2543) ศึกษาความรู้และการปฏิบัติในการใช้สารเคมีเพื่อการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรในอำเภอห้างฉัตร จังหวัดลำปาง พบว่า เกษตรกร 168 คน ร้อยละ 66 เป็นเพศชายร้อยละ 94.0 มีสถานภาพแต่งงานและอยู่ด้วยกัน ส่วนใหญ่อายุ 31-40 ปี ร้อยละ 42.3 และมีประสบการณ์ใช้ยาปราบศัตรูพืชเป็นเวลานาน 11-20 ปี ร้อยละ 55.4 แหล่งข้อมูลที่ได้รับเกี่ยวกับการใช้ยาปราบศัตรูพืช จากร้านจำหน่ายยาปราบศัตรูพืชหรือร้านสหกรณ์การเกษตร ร้อยละ 100 เจ้าหน้าที่ของทางราชการ ร้อยละ 24.4 ส่วนการหาความสัมพันธ์ พบว่าอายุกับการปฏิบัติในการใช้สารเคมีเพื่อการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร มีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำและเป็นไปในทิศทางตรงข้าม ( $r = 0.128$ ) ประสบการณ์กับการปฏิบัติในการใช้สารเคมีเพื่อการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร มีความสัมพันธ์อยู่ในระดับต่ำและเป็นไปใน



ทิศทางตรงข้าม ( $r = 0.133$ ) แต่การปฏิบัติในการใช้สารเคมีเพื่อการผลิตฯ ไม่มีความสัมพันธ์กับ แหล่งความรู้ การหาความแตกต่าง พบว่า ความรู้ในการใช้สารเคมีเพื่อการผลิตทางการเกษตร ของเกษตรกร ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง ความรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การปฏิบัติในการใช้สารเคมีเพื่อการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรเพศชาย มีการปฏิบัติในการใช้สารเคมีฯ ดีกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

ชายันต์ คำมา (2544) ศึกษาความรู้และการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัด ศัตรูพืช ของเกษตรกรในอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างในการเก็บข้อมูล 132 คน ส่วนใหญ่ร้อยละ 37.9 มีช่วงอายุ 35-44 ปี ร้อยละ 56.8 จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เกษตรกรส่วนใหญ่ รับประทานสารเกี่ยวกับการเกษตรและการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทาง โทรทัศน์มากที่สุด ร้อยละ 78.0 รองลงไปวิทยุ ร้อยละ 64.0 มีความรู้เกี่ยวกับการใช้สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืชอยู่ในระดับปานกลางมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 73.5 มีการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้ สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและปลอดภัยทั้ง 3 ขั้นตอน อยู่ในระดับปานกลาง คือ ขึ้นก่อนการใช้ ร้อยละ 68.2 ระหว่างการใช้ ร้อยละ 67.4 และหลังการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด ศัตรูพืชร้อยละ 67.4 ส่วนการทดสอบความสัมพันธ์ พบว่า ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการ ปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและปลอดภัยของเกษตรกรอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 ได้แก่ ประสบการณ์การเกษตร พื้นที่เกษตร จำนวน พืชที่ปลูก แหล่งข้อมูลข่าวสาร ความรู้เกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ความตระหนัก ถึงพิษภัยของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสุขภาพผู้บริโภค ส่วนปัจจัยที่ไม่มีความสัมพันธ์ กับการปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและปลอดภัยของเกษตรกร ได้แก่ อายุ การศึกษา รายได้จากการเกษตร สมาชิกที่เป็นแรงงานเกษตร รายได้นอกภาค การเกษตร ความสัมพันธ์กับสังคมภายนอก สินเชื่อที่ใช้ในการเกษตร ความสัมพันธ์กับสังคม ภายนอก สินเชื่อที่ใช้ในการเกษตร การติดต่อกับเจ้าหน้าที่

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการเสริมสร้างพลังอำนาจของ กิบสัน (Gibson, 1993) ในการป้องกันอันตรายจากการใช้สารเคมีของพนักงานศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ดังนี้

