

# เกษตรกรรมยั่งยืน: ผลกระทบจากสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชต่อระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศ

## Sustainable agriculture: Impacts of chemical pesticides on agroecosystem and ecosystem

นิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย<sup>1\*</sup>

Nitipat Pattanachatchai<sup>1\*</sup>

### บทนำ

ผลกระทบจากการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อการเสื่อมคุณภาพของระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศมาเป็นระยะเวลาอันยาวนาน สะท้อนให้เห็นถึงความไม่ยั่งยืนในการทำเกษตรที่มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เพื่อปกป้องพืชผลของตนเองมิให้เกิดความเสียหายจากการเข้าทำลายของศัตรูพืช ทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม ซึ่งวิธีการป้องกันที่มีประสิทธิภาพในยุคหลังการปฏิวัติเขียว คือ การใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในลักษณะต่างๆ โดยเป้าหมายของการใช้สารดังกล่าวคือการฆ่าหรือทำลายสิ่งมีชีวิตที่ถูกพิจารณาว่าเป็นศัตรูพืชอย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้จากรายงานของ Bush (1997) ซึ่งรายงานไว้ว่าก่อนที่สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจะถูกนำมาใช้มีการประมาณการว่าประมาณ 30 ถึง 35% ของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้ในแต่ละปีเกิดการสูญเสียเนื่องจากศัตรูพืชชนิดต่างๆ จากรายงานดังกล่าวประกอบกับ ผลพวงจากความก้าวหน้าในการพัฒนาสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพดังกล่าวมีส่วนช่วยในการส่งเสริมให้นักปรับปรุงพันธุ์พืชสามารถพัฒนาพันธุ์พืชที่เรียก

ได้ว่า พืชทนศัตรูในยุคนั้นๆ ของการปฏิวัติเขียว ซึ่งเป็นพันธุ์พืชที่ตอบสนองต่อการใช้ปัจจัยนำเข้าจากนอกระบบนิเวศเกษตรได้เป็นอย่างดี แต่สิ่งที่ขาดหายไปจากพันธุ์พืชเหล่านี้คือ กลไกในการป้องกันตัวเองจากศัตรูพืช ดังนั้นความเสี่ยงต่อการถูกเข้าทำลายโดยศัตรูพืชชนิดต่างๆ จึงเป็นสิ่งที่มิอาจหลีกเลี่ยงได้เสมอ

จากข้อเท็จจริงบางประการดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจึงเป็นทางเลือกที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพโดยมิได้คำนึงถึงสมดุลตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตที่เป็นศัตรูพืชและสิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ต่อพืช เมื่อสัดส่วนของสมดุลดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป สิ่งมีชีวิตที่เป็นศัตรูพืชที่ได้รับสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างไม่เหมาะสมจึงมีการพัฒนาตัวเองให้มีความต้านทานมากขึ้นและถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมนี้ไปยังรุ่นลูกหลานต่อไป Heong et al. (1995) รายงานไว้ว่าส่วนใหญ่การฉีดพ่นสารฆ่าแมลงโดยชาวนาในเอเชียได้รับอิทธิพลเนื่องมาจากการรับรู้ที่ไม่ถูกต้องและการประมาณการความสูญเสียที่จะเกิดมากเกินความเป็นจริงการใช้สารฆ่าแมลงของชาวนาไทยที่ส่วนใหญ่มิได้คำนึงถึงระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นก่อนที่จะใช้

<sup>1</sup> ภาควิชาเกษตรและสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์ อ.เมือง จ.สุรินทร์ 32000  
Department of Agriculture and Environment, Faculty of Science and Technology, Suringdra Rajabhat University

\* Corresponding author: pattanachatchai@gmail.com

สารฆ่าแมลง และเมื่อตัดสินใจว่าจะใช้สารฆ่าแมลงแล้วยังพบว่าอัตราที่ใช้ไม่เหมาะสมโดยอาจจะใช้ในอัตราที่สูงเกินไป ซึ่งส่งผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจหรืออาจจะใช้ในอัตราที่ต่ำกว่าคำแนะนำจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อการศึกษาของกรมวิชาการเกษตรพบว่าในสารฆ่าแมลง 100 กิโลกรัมที่ฉีดพ่นออกไปจะมีเพียง 1 กิโลกรัมเท่านั้นที่ฉีดโดนแมลงและทำให้แมลงตาย ส่วนที่เหลืออีก 99 กิโลกรัมจะตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมทั้งหมด โดยปลิวไปในอากาศมากถึง 30 กิโลกรัม ระบายไป 10 กิโลกรัม พลาดพืชเป้าหมายไปอีก 15 กิโลกรัม ไม่โดนแมลง และตกค้างบนพืชอีก 41 กิโลกรัม นอกนั้นจะโดนแมลงในจุดที่ไม่สำคัญอีก 3 กิโลกรัม ซึ่งสารเคมีเกษตรเหล่านี้จะตกค้างสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมและห่วงโซ่อาหารได้เป็นเวลานานหลายปี ส่งผลกระทบต่อสืบเนื่องไปถึงสุขภาพของเกษตรกร ผู้บริโภคและปัญหาสารเคมีเกษตรตกค้าง (ศิริพร, 2553) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของบทความนี้จึงต้องการที่จะนำเสนอให้เห็นถึงผลกระทบของการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อสมดุลของระบบ สุขภาพของมนุษย์ และกลุ่มนอกเป้าหมายในระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศข้างเคียง ตลอดจนเสนอแนะแนวทางในการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัยและยั่งยืนในการทำเกษตรกรรม

### ผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศเกษตร

การปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศเกษตรก่อให้เกิดผลกระทบต่อสมดุลของระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศข้างเคียงหลายประการดังต่อไปนี้

1. การกลับมาระบาดของแมลงศัตรูพืชชนิดเดิม การใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยมีความมุ่งหมายในการกำจัดศัตรูพืชชนิดใดชนิดหนึ่งให้หมดสิ้นไปเท่ากับเป็นการลดความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศนั้นๆ จากการศึกษาของสุวัฒน์ (2547) พบว่าการใช้สารฆ่าแมลง carbosulfan ในนาข้าวมีผลต่อปริมาณศัตรูธรรมชาติ น้อยกว่าแปลงที่ไม่ใช้

สารรวมทั้งดัชนีความหลากหลายลดลงจากแปลงที่ไม่ใช้สาร จากผลการศึกษาดังกล่าวนอกจากจะมีผลกระทบต่อลดลงของความหลากหลายชนิดแล้วยังเป็นการลดการแข่งขันระหว่างสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นที่อยู่ในระบบนิเวศเดียวกันจึงเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตที่ไม่ได้รับอันตรายจากสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีการเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณเข้าแทนที่อย่างรวดเร็ว จนกระทั่งสามารถทำความเสียหายกับพืชได้ในระดับความรุนแรงเท่ากับหรือมากกว่าเดิมได้ซึ่งลักษณะดังกล่าวจัดได้ว่าเกิดปัญหาการกลับมาระบาดของแมลงศัตรูพืชชนิดเดิม อันเนื่องมาจากการขาดสิ่งมีชีวิตที่คอยควบคุมซึ่งกันและกันตามธรรมชาติ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าการลดลงของความหลากหลายชนิดของทั้งศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ ทำให้ความมั่นคงของระบบนิเวศเกษตรลดลงเนื่องจากการทำหน้าที่ที่ไม่สมบูรณ์ในขณะเดียวกันยังมีผลต่อความไม่ยั่งยืนทางเศรษฐกิจและสังคมของเกษตรกรเนื่องจากความเสียหายของพืชที่ปลูกด้วยเช่นกัน

2. การเพิ่มความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช การใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดการพัฒนาความต้านทานต่อฤทธิ์ของสารดังกล่าวได้ โดยศัตรูพืชชนิดใดที่ไม่มี ความต้านทานหรือมีความต้านทานน้อยจะตายลงเป็นบางส่วน ในขณะที่ชนิดที่เหลือรอดชีวิตจะมีการปรับตัวให้อยู่รอดและมีการถ่ายทอดลักษณะความต้านทานดังกล่าวไปสู่รุ่นลูก จึงเป็นเหตุให้การใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจำเป็นต้องเพิ่มปริมาณการใช้มากขึ้นกว่าปกติ จนกระทั่งถึงระดับการดื้อยาในที่สุดซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Panda and Khush (1995) ที่กล่าวถึงความล้มเหลวในการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในการลดปริมาณประชากรของแมลงเนื่องจากวิธีการใช้ไม่ถูกต้องและการใช้ปริมาณมากเกินไปดังกรณีตัวอย่างที่พบในประเทศไทย เช่น การดื้อยาต่อสารฆ่าแมลงของหนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนใยผัก หนอนหลอดหอมหรือหนอนหน้างเหนียว และเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เป็นต้น สำหรับในกรณีสาร

ป้องกันกำจัดโรคพืชและสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชแล้วแต่มีผลทำให้ศัตรูพืชทั้งสองกลุ่มดังกล่าวสร้างความต้านทานได้เช่นเดียวกันกับสารฆ่าแมลง ซึ่งรายงานเกี่ยวกับความต้านทานต่อสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจะพบได้มากที่สุดในกลุ่มสารฆ่าแมลง ในสารฆ่าวัชพืชและเชื้อราไม่มีรายงานไม่มากนัก

3. ผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติ การใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีผลต่อศัตรูธรรมชาติของศัตรูพืชได้ในหลายกรณีซึ่งสามารถจำแนกอย่างชัดเจนได้เป็นสองทาง คือ ผลทางตรงและผลทางอ้อม โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 ผลกระทบทางตรง เป็นผลที่เกิดขึ้นในสองลักษณะได้แก่ผลในระยะสั้นอันเป็นผลเกิดที่ขึ้นอย่างรวดเร็วโดยส่งผลให้ศัตรูธรรมชาติตายลงในระยะเวลาสั้นภายใน 24 ชั่วโมง ภายหลังจากได้สัมผัสกับสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยตรงหรือสัมผัสกับพืชตกค้างของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และผลในระยะยาวอันเป็นผลที่เกิดขึ้นหลังจาก 24 ชั่วโมงที่ศัตรูธรรมชาติตายหลังจากได้รับพิษของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากปริมาณที่ได้รับไม่มากพอที่จะทำให้ตายอย่างรวดเร็วภายใน 24 ชั่วโมง ความเป็นพิษของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีผลต่อศัตรูธรรมชาติเช่นเดียวกันกับศัตรูพืชจากรายงานของ Theiling and Croft (1998) ที่รายงานไว้ว่าแมลงห้ำจะมีความทนทานต่อสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมากกว่าแมลงเบียน นอกจากนี้แล้วยังพบว่าสารฆ่าแมลงเป็นกลุ่มสารที่มีความเป็นพิษรุนแรงมากที่สุดในกลุ่มของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อแมลงห้ำและแมลงเบียน รองลงมาคือสารฆ่าวัชพืช สารฆ่าเห็บไรและสารฆ่าราตามลำดับ ในขณะที่จุลินทรีย์ชนิดต่างๆ และสารควบคุมการเจริญเติบโตของแมลงที่ผลิตขึ้นในระยะหลังแสดงความเป็นพิษน้อยกว่าและมีประสิทธิภาพในการเลือกทำลายมากกว่า อย่างไรก็ตามศัตรูตามธรรมชาติในกลุ่มแมงมุม (*Lycosa pseudoannulata*) และด้วงตัวห้ำ (*Cryptolaemus montrouzieri*) จัดได้ว่ามีความทนทานต่อ

สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mansfield et al. (2006) ในออสเตรเลียที่พบว่าแปลงผลิตฝ้ายที่ได้รับสารฆ่าแมลงประเภทไม่เลือกทำลายมีปริมาณของแมลงที่เป็นประโยชน์น้อยกว่าในแปลงที่ได้รับสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชประเภทเลือกทำลาย ในขณะที่ปริมาณของแมงมุมในแปลงผลิตฝ้ายทั้งสองกลุ่มดังกล่าวไม่แตกต่างกันสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Matlock and Cruz (2002) ในคอซตาริกาที่พบว่าปริมาณและความหลากหลายชนิดของแมลงเบียนในแปลงปลูกกล้วยมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอัตราการใช้สารฆ่าหนอนตัวกลมและสารฆ่าแมลงโดยพบว่าในแปลงปลูกกล้วยที่มีการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอกระบบน้อยมีปริมาณและความหลากหลายชนิดของแมลงเบียนมากที่สุด ในขณะที่แปลงปลูกกล้วยที่มีระบบการปลูกตามแบบแผนทั่วไปมีปริมาณและความหลากหลายชนิดน้อยที่สุด

ผลในระยะยาวที่เกิดจากการที่ศัตรูธรรมชาติได้รับสารพิษโดยทางตรงหรือการสัมผัสกับสารพิษที่ตกค้างของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชนั้นมีรายงานการศึกษาไว้น้อยมาก ทั้งนี้ Wright and Verkerk (1995) ให้เหตุผลว่าเนื่องจากการทดสอบมาตรฐานในห้องปฏิบัติการมีการทดลองน้อยมากจนไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะสนับสนุนและอ้างอิงผลการทดลองได้อย่างแน่นอนจึงทำให้การคาดคะเนผลกระทบที่มีต่อประชากรของศัตรูตามธรรมชาติต่ำกว่าความเป็นจริงและไม่มีความสำคัญ ซึ่งศัตรูธรรมชาติที่ไม่ตายอย่างรวดเร็วดังกล่าวก่อให้เกิดผลเสียมากกว่าผลดีโดยทรงวุฒิ (2546) รายงานไว้ว่าผลที่เกิดกับศัตรูธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่ ลดปริมาณการผลิตลูกหลานเนื่องจากตัวเต็มวัยมีอายุสั้นลง อัตราการขยายพันธุ์ลดลงทำให้เกิดพฤติกรรมผิดไปจากปกติ เช่น ความสามารถในการจดจำเหยื่อลดลงหรือหมดไปทำให้ประสิทธิภาพในการหาเหยื่อหรือตัวอาศัยลดลง การขาดการทรงตัวลดประสิทธิภาพในการเป็นแมลงห้ำ การเป็นอัมพาตชั่วคราวและหยุดการกินอาหาร เป็นต้น

3.2 ผลกระทบทางอ้อม การใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชส่งผลกระทบต่อการลดปริมาณลง

ของตัวอาศัยหรือเหยื่อทำให้แหล่งอาหารของศัตรูธรรมชาติลดลงตามไปด้วย เมื่อระดับของศัตรูพืชถูกควบคุมจนกระทั่งอยู่ในระดับต่ำมากจนไม่เพียงพอต่อความต้องการของศัตรูธรรมชาติย่อมทำให้ศัตรูตามธรรมชาติขาดแคลนอาหารและจำเป็นต้องอพยพออกไปจากพื้นที่เพาะปลูกในที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ศัตรูธรรมชาติเข้าทำลายตัวอาศัยหรือเหยื่อที่มีสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่เป็นผลให้ศัตรูตามธรรมชาติมีพฤติกรรมผิดปกติไปจากเดิม เช่น ตายหรือการเป็นอัมพาต เป็นต้น จากผลการศึกษาของ Cohen et al. (1988) ที่พบว่าตัวเต็มวัยของแตนเบียนที่อาศัยอยู่ในเหยื่อหรือตัวอาศัยที่ฟักออกมาจะตายเมื่อเจาะทะลุผิวหนังของเหยื่อหรือตัวอาศัยที่ปนเปื้อนด้วยสารพิษตกค้าง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ทรงวุฒิ (2546) ในกรณีของเพลี้ยหอยซึ่งจะตายเนื่องจากพิษตกค้างของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ติดอยู่กับเปลือกไข่หรือผนังลำตัว เป็นต้น จากผลการศึกษาและรายงานดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงผลเสียของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในทางอ้อมที่เกิดขึ้นได้เสมอในระบบนิเวศเกษตร ในช่วงเวลาหนึ่งในอดีตการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชประเภทดูดซึมจัดได้ว่าเป็นสารที่มีความปลอดภัยและถูกแนะนำให้เป็นวิธีการที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดในการลดปัญหาการตายอย่างเฉียบพลันของศัตรูธรรมชาติจากการพ่นสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยทั่วไป อย่างไรก็ตามแนวคิดและวิธีปฏิบัติดังกล่าวในปัจจุบันมีหลักฐานการศึกษาเป็นจำนวนมากที่สนับสนุนถึงผลเสียหายในทางอ้อมต่อศัตรูธรรมชาติเป็นอย่างมาก ซึ่งความเสียหายดังกล่าวเกิดขึ้นในลักษณะของลูกไข่ที่สามารถเปลี่ยนแปลงสมดุลของศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติได้อย่างต่อเนื่องหลังจากที่มีการใช้สารดังกล่าวแล้ว ดังนั้นการลดผลกระทบต่อศัตรูธรรมชาติทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมนอกจากจะช่วยให้เกษตรกรลดค่าใช้จ่ายและความเสี่ยงจากการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชแล้วยังช่วยรักษาระดับสมดุลระหว่างศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติให้เกิดขึ้นซึ่งส่งผลต่อความยั่งยืนในการทำเกษตรกรรมในแต่ละท้องถิ่น

## ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชซึ่งปนเปื้อนอยู่ในระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศสิ่งแวดล้อมแล้วแต่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อมดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ผลกระทบทางตรงที่มีต่อสุขภาพเกิดจากการที่มนุษย์ได้รับหรือสัมผัสกับสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยตรงซึ่งกลุ่มของบุคคลที่มีโอกาสได้รับสารดังกล่าว ได้แก่ เกษตรกร เนื่องจากมีพฤติกรรมในการป้องกันตนเองน้อยมากต่อการสัมผัสสารทั้งในขณะผสมและการใช้เป็นเหตุให้เกิดการเจ็บป่วยได้ถึงแม้ว่าจะไม่ปรากฏอาการช่วยชัดเจนในระยะสั้น (รักชาติ, 2553) เนื่องจากร้อยละ 90 ของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางผิวหนัง (ศักดิ์ดา, 2553) หรือ ผู้ที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับการจำหน่ายสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ความรุนแรงของพิษที่เพิ่มขึ้นพบได้ในกลุ่มสารออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มคาร์บาเมท ตามลำดับ ในปัจจุบันจึงมีการนำสารในกลุ่ม ไพรีทอยด์สังเคราะห์ ซึ่งมีอันตรายน้อยกว่ามาใช้แทน ตลอดจนการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ เช่น สารสกัดจากสะเดาและพืชสมุนไพรอีกหลายชนิด เป็นต้น สำหรับอาการเฉียบพลันที่เกิดจากพิษของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ที่ปรากฏให้เห็นอยู่เสมอได้แก่ อาการผิดปกติทางผิวหนัง ระบบทางเดินอาหาร ระบบทางเดินหายใจ ระบบกล้ามเนื้อและระบบประสาท (นิรินาม, 2553) ระบบต่อมมีท่อและระบบประสาทส่วนกลาง (Schenker et al., 1998) เป็นต้น ในขณะที่อาการพิษสะสมมิได้แสดงผลในทันทีแต่เป็นที่เกิดขึ้นจากการได้สัมผัสพิษอย่างต่อเนื่องก่อให้เกิดการสะสมของสารเคมีในร่างกายจนถึงระดับที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายได้ในหลายลักษณะ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของเซลล์ การเกิดเนื้องอกและมะเร็งและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ตัวอ่อนที่อยู่ในครรภ์แม่ (Tuomaa, 2006) ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ระบบตับ ระบบหัวใจและหลอดเลือดและระบบความสมดุลของฮอร์โมนในร่างกาย (ศักดิ์ดา, 2553) เป็นต้น จากรายงาน

ของวิจิตร (2550) ที่รายงานไว้ว่าพิษภัยมักจะเกิดเป็นประจำในประเทศที่กำลังพัฒนา รวมทั้งประเทศที่พัฒนาแล้วแต่มีปัญหาน้อยกว่า สำหรับกรณีศึกษาในประเทศกำลังพัฒนาปรากฏในผลการศึกษาของ Saiyed et al. (2003) ในอินเดียที่พบว่าเด็กชายอายุระหว่าง 10 ถึง 19 ปีซึ่งได้รับสารเอนโดซันแฟนจากการฉีดพ่นในแปลงปลูกมะม่วงหิมพานต์อย่างต่อเนื่องนานกว่า 20 ปี อาจมีผลในการลดการเข้าสู่วัยผู้ใหญ่และรบกวนการสังเคราะห์ฮอร์โมนเพศซึ่งผลกระทบดังกล่าวทำให้การเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ช้าลงและมีภาวะการเจริญพันธุ์ที่ไม่สมบูรณ์ ในขณะที่ประเทศที่พัฒนาแล้วมีกรณีศึกษาซึ่งปรากฏในผลการศึกษาของ Swan et al. (2003) ในสหรัฐอเมริกาที่พบว่าสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอาจมีส่วนในการส่งเสริมการลดลงของคุณภาพของน้ำอสุจิในผู้ชายวัยเจริญพันธุ์ในพื้นที่ทำการเกษตรของรัฐมิสซูรีตอนกลางซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการมีบุตรยากหรือการเป็นหมันได้ ส่วนกรณีศึกษาในประเทศไทยนั้น ผลการศึกษาของ อรชร (2546) ที่พบว่าเกษตรกร ผู้ปลูกผักในจังหวัดสุรินทร์มีสารเคมีในร่างกายอยู่ในระดับเสี่ยง ถึง 37.4 % เนื่องจากการใช้สารเคมีติดต่อกันเป็นระยะเวลาอันยาวนาน โดยสารเคมีที่ใช้ป้องกันและกำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งระดับเสี่ยงดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีความเสี่ยงสูงต่อการแสดงอาการแพ้ให้เห็นคือ น้ำลายฟูมปาก เหงื่อออกมา ชักกระตุกและม่านตาขยาย เนื่องจากการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสที่ลดลงเป็นผลให้เกิดการส่งกระแสประสาทมากเกินไป เป็นต้นซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ธีรพัฒน์ และ วินัย (2550) ที่พบว่าเกษตรกรในตำบลลำพาน อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่มีการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเพื่อการผลิตชะอมเชิงพาณิชย์อย่างแพร่หลายในทุกหลังคาเรือน (คิดเป็น 100 %) มีพิษตกค้างในเลือดของเกษตรกรในระดับต่างๆ คือไม่ปลอดภัย 42.5 % มีความเสี่ยง 43.8 % และปลอดภัยเพียง 13.8 % โดยสารเคมีตกค้างที่พบในชะอม คือ เมทาโมโดฟอส โมโนโครโตฟอสและไดโครโตฟอส ซึ่งเป็นสารเคมีในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

2. ผลกระทบทางอ้อม การปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจากระบบนิเวศเกษตรสู่ระบบนิเวศที่อยู่ข้างเคียงได้ก่อให้เกิดการสะสมความเข้มข้นของสารเคมีตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห่วงโซ่อาหารที่มีมนุษย์เป็นผู้บริโภคชั้นสูงสุดจึงเป็นผลให้ระดับความเข้มข้นของสารเคมีดังกล่าวในร่างกายมนุษย์ที่มีการบริโภคสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารอยู่ในระดับที่สูงมากเมื่อความเข้มข้นถึงระดับหนึ่งจึงก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ในที่สุด สำหรับกรณีการปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตรหรือน้ำดื่ม นั้น การแสดงความเป็นพิษอาจต้องใช้เวลานานเนื่องจากปริมาณที่ตกค้างอยู่ในระดับต่ำอย่างไรก็ตามการสะสมของสารเคมีดังกล่าวมากขึ้นในอวัยวะต่างของมนุษย์ยังคงเกิดขึ้นได้อย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อเยื่อไขมัน ตับ ไตและสมอง เป็นต้น สอดคล้องกับรายงานของ Longnecker et al. (1997) ที่รายงานไว้ว่าสารในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนจัดเป็นสารที่รบกวนการทำงานของต่อมไร้ท่อและจัดเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์โดยพบสารจำพวก dichlorodiphenyl-dichloroethene และ polychlorinated biphenyls ตกค้างในเนื้อเยื่อของมนุษย์สอดคล้องกับผลการศึกษาของ จรินทร์พิทย์ (2541) ที่พบว่าประชาชนในบริเวณชุมชนบางกระเบื้อง จังหวัดชัยนาท ที่บริโภคปลาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มไซโคลไดอินซึ่งเป็นสารในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งมากกว่าสารในกลุ่มอื่นนอกจากนี้แล้วยังพบว่าสารในกลุ่มนี้เป็นสาเหตุของความผิดปกติในการทำงานของตับ ผิวหนังและระบบประสาท สำหรับสารในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนนั้นจัดเป็นกลุ่มของสารประกอบสังเคราะห์ที่มีความคงทนอยู่ในสภาพแวดล้อมเนื่องจากค่อนข้างจะสลายตัวช้าทำให้พบตกค้างในห่วงโซ่อาหารและสิ่งแวดล้อมได้นาน (นิรนาม, 2553) จากรายงานของ Cuadra et al. (2006) ซึ่งพบว่าเด็กที่ทำงานในพื้นที่ทิ้งของเสียของเทศบาลในเมืองมานาเกาประเทศนิการากัว มีระดับของมวลสารออร์กาโนคลอรีนที่มีความคงทนในซีรัมสูงกว่าเด็กที่ไม่ได้ทำงานใน

พื้นที่ดังกล่าวอย่างชัดเจน โดยสารเคมีดังกล่าวเข้าสู่ร่างกายของเด็กทางผิวหนังจากกิจกรรมที่ต้องสัมผัสกับสารเคมีและการหายใจเอาฝุ่นควันที่เกิดจากการเผาของเสีย ในขณะที่เด็กวัยรุ่นผู้หญิงได้รับสารผ่านทางสารประกอบคลอรีนในทะเลสาบมานานากว่าซึ่งบริเวณชายฝั่งเป็นสถานที่สำหรับทิ้งของเสียของเทศบาลซึ่งระดับของสารเคมีที่ตรวจวัดได้ดังกล่าวอาจมีผลต่อความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ของมนุษย์ได้ สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Soto et al. (1994) เกี่ยวกับผลที่คล้ายฮอร์โมนเพศหญิงในมนุษย์จากการได้รับสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน และจากผลการศึกษาของ Jager (2006) ในเม็กซิโกที่พบว่าเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนไหวของสเปิร์มในมนุษย์ลดลงและเปอร์เซ็นต์ความผิดปกติทางสัณฐานวิทยาของหางสเปิร์มเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของไดคลอโรไดเฟนิลไดคลอโรเอเทอรีลีนเพิ่มขึ้นและที่สำคัญอย่างยิ่งยังพบว่าการรวมตัวของดีเอ็นเอที่ไม่สมบูรณ์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความเข้มข้นของสารเคมีดังกล่าว ในขณะที่ความเข้มข้นของดีดีทีที่มีความสัมพันธ์กับการทำหน้าที่ที่ผิดปกติของอวัยวะและหรือการควบคุมการทำงานของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ในมนุษย์ และจากผลการศึกษาของ Tuc et al. (2007) พบว่าการใช้เคมีสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและความผิดปกติในลักษณะต่างๆ ของน้ำเชื้อมีความสัมพันธ์กันเป็นอย่างมากในชาวานาของเวียดนามโดยลักษณะต่างๆ ดังกล่าว ได้แก่ ปริมาตร ความเข้มข้นของสเปิร์ม จำนวนสเปิร์มรวม การเคลื่อนที่ ความมีชีวิตและสัณฐานวิทยาของสเปิร์ม ซึ่งการลดลงของจำนวนสเปิร์ม การเคลื่อนที่และสัณฐานวิทยาของสเปิร์มที่ผิดปกตินั้นมีความสัมพันธ์กับความไม่สมบูรณ์พันธุ์ของเพศชายเป็นอย่างมาก (Anne, 2000; ADAM, 2003) นอกจากนี้แล้ว Horrigan et al. (2002) ยังให้ข้อมูลสนับสนุนเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชปริมาณมากในการทำเกษตรอุตสาหกรรมว่ามีความเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งที่เพิ่มขึ้นตลอดจนความผิดปกติของระบบต่อมไร้ท่อและระบบสืบพันธุ์ ทั้งในกลุ่มผู้ใช้แรงงานและผู้บริโภค

จากผลการศึกษาจำนวนมากดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่าสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ของเพศชาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งความผิดปกติของน้ำเชื้อในลักษณะต่างๆ ซึ่งถือได้ว่าเป็นปัญหาสุขภาพหลักทั่วโลกอันจะส่งผลต่อความสามารถในการสืบพันธุ์ของมนุษย์ที่ลดลงในอนาคตเป็นผลให้ทั้งคุณภาพและปริมาณของประชากรเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางที่แตกต่างกันจากปัจจุบัน

### ผลกระทบต่อกลุ่มนอกเป้าหมาย

สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชส่งผลเสียหายต่อระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศในหลายทาง ดังได้กล่าวแล้วในข้างต้น อย่างไรก็ตามผลเสียหายที่เกิดขึ้นกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่มีได้เป็นเป้าหมายของการใช้สารยังเป็นประเด็นที่มีความสำคัญและถูกพิจารณาถึงผลเสียหายดังกล่าวโดยเฉพาะอย่างยิ่งแมลงที่เป็นประโยชน์ซึ่งทำหน้าที่เป็นแมลงผสมเกสรให้กับพืชที่ปลูกหลายชนิด เช่น ผึ้ง แมลงภู่ ผีเสื้อ ผีเสื้อกลางคืน และแมงที่เป็นประโยชน์อื่นๆ เป็นต้น จากรายงานของ Fishel (2007) ที่กล่าวถึงผลเสียหายของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดที่มีต่อแมลงผสมเกสรหลายชนิดในมลรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา อันเป็นสาเหตุโดยตรงที่ก่อให้เกิดความสูญเสียของประชากรแมลงดังกล่าวและเป็นสาเหตุโดยทางอ้อมของการสูญเสียผลผลิตของพืชเนื่องจากปริมาณของแมลงผสมเกสรดังกล่าวไม่เพียงพอต่อการถ่ายเรณูในพืชที่ปลูกซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Ingham et al. (2007) ซึ่งรายงานถึงการสูญเสียถึงประมาณ 20 % ของอาณานิคมผึ้งที่มีความเกี่ยวข้องกับระดับของการได้รับสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสหรัฐอเมริกา จากผลการศึกษาของ Wiktelius et al. (1999) ในหลายประเทศของทวีปแอฟริกา พบว่าการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนชนิดลิเนนมีผลต่อการลดจำนวนลงอย่างมีนัยสำคัญของแมลงหลายชนิดนอกกลุ่มเป้าหมายที่ต้องการกำจัด โดยพบว่าแมลงหางดีดลดลงมากกว่า 80 % ในช่วงเวลา

เฉลี่ย 6 สัปดาห์ แมงมุมลดลง 53 % ในช่วงเวลาเฉลี่ย 2.8 สัปดาห์ ในขณะที่มดลดลงถึง 64 % ในช่วงเวลาเฉลี่ยเพียง 2.5 สัปดาห์ นอกจากนี้แล้วยังมีรายงานถึงผลการศึกษาของ Ingham and Coleman (1984) ที่พบว่าการใช้สารฆ่าแมลงไดอะซินอน มีผลต่อการลดลงของจำนวนประชากร แบคทีเรีย รา และโพรโทซัวในดิน ซึ่งไม่ได้เป็นเป้าหมายของการใช้สารเคมีดังกล่าว และยังสอดคล้องกับรายงานของ Nabhan (1998) ที่กล่าวถึงการลดลงของแมลงผสมเกสรอื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบเช่นเดียวกัน ได้แก่ สัตว์ฟันแทะ (rodent) นก และค้างคาว โดยส่วนใหญ่ของสัตว์เหล่านี้อยู่ในสภาพที่ใกล้จะสูญพันธุ์ในอนาคต สำหรับสัตว์ขนาดใหญ่อื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบจากสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ ปลา นก และสัตว์ป่าต่างๆ ซึ่งผลที่ชัดเจนเป็นผลโดยตรงของความเป็นพิษอย่างเฉียบพลันของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในกรณีของปลาตลอดจนสัตว์น้ำอื่น ดังปรากฏในรายงานของ Ouellet et al.(1997) ในแคนาดาที่พบว่ามีความเชื่อมโยงระหว่างสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและพัฒนาการที่ผิดปกติในสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกบ ซึ่งมีขาพิเศษเจริญออกมาจากส่วนท้องและหลัง ในขณะที่ขาหลังกุดสั้นหรือมีขาหลังเชื่อมติดกันในกรณีของปลาตามรายงานของ Fishel (2007) พบว่า ระดับความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ต่ำกว่า 0.1 ถึง 1.0 มก./กก. สามารถทำให้ปลาตายได้ โดยการจำแนกระดับความเป็นพิษของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อปลาแสดงไว้ใน Table 1 ส่วนในกรณีของนกและสัตว์ป่าอื่นๆ นั้นมีรายงานถึงความเป็นพิษของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชทั้งโดยทางตรงและโดยทางอ้อม กล่าวคือ การกินเหยื่อล่อหรือเมล็ดพืชที่คลุกสารฆ่าแมลงหรือจุลินทรีย์โดยตรงเป็นสาเหตุที่ทำให้นกตายได้ สำหรับผลโดยทางอ้อมนั้นพบว่าในบางกรณีนกอาจบริโภคน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีดังกล่าว หรือการบริโภคเหยื่อที่ได้รับสารเคมีหรือมีการสะสมของสารเคมีในร่างกาย นอกจากนี้แล้วนกที่อาศัยอยู่ในบริเวณเดียวกันยังอาจบริโภคเหยื่อล่อของสัตว์ฟันแทะต่างๆซึ่งไม่มีการปกปิด

อย่างเหมาะสมในขณะที่ใช้หรือหลังจากใช้แล้วโดยระดับความเป็นพิษอย่างเฉียบพลันต่อนกซึ่งได้รับสารเคมีโดยการบริโภคแล้วทำให้นกตาย 50 % ตามรายงานของ Fishel (2007) อยู่ในช่วงที่ต่ำกว่า 10 ถึง 50 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ของน้ำหนักตัว โดยการจำแนกระดับความเป็นพิษของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อนก แสดงไว้ใน Table 2 สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชบางชนิดอาจแสดงผลอย่างไม่เฉียบพลันแต่อาจส่งผลเสียต่อศักยภาพในการสืบพันธุ์ของนกและสัตว์ป่าชนิดที่มีความเฉพาะเจาะจงได้เช่นกัน โดยรายชื่อของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ปรากฏใน Table 1 and Table 2 นั้นยังคงพบว่าส่วนใหญ่มีการใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการเกษตรในประเทศไทยอย่างต่อเนื่อง

จาก Table 1 and Table 2 จะเห็นได้ว่า ระดับความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจำแนกตามระดับความรุนแรงของความเป็นพิษไว้แสดงค่าอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำถึงต่ำมาก แต่แสดงความเป็นพิษในระดับสูงถึงสูงมากสำหรับสารในบางกลุ่ม ซึ่งนัยสำคัญของความเป็นพิษที่ส่งผลกระทบต่อปลาและนกตามลำดับดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงโอกาสที่มีความเป็นไปได้สูงต่อการปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศที่มีพื้นที่ติดต่อกันและส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตกลุ่มนอกเป้าหมายได้ง่ายด้วยปริมาณการปนเปื้อนเพียงเล็กน้อย ดังนั้นการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศเกษตรอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานย่อมก่อให้เกิดการสะสมของสารเคมีดังกล่าวในระบบนิเวศเกษตรและปนเปื้อนเข้าสู่ระบบนิเวศที่อยู่ติดกันทั้งในส่วนขององค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ ดิน และน้ำ และองค์ประกอบที่มีชีวิต ได้แก่ พืชและสัตว์ในลักษณะที่เรียกว่า bioaccumulation อยู่เป็นปริมาณเล็กน้อยแตกต่างกันไปตามความเข้มข้นความถี่และระยะเวลาของการใช้ ตลอดจนความสามารถในการดูดซับของดินและน้ำในระบบนิเวศเกษตรของแต่ละท้องถิ่นนอกจากผลกระทบที่มีต่อแมลงผสมเกสร ปลา นกและสัตว์ป่าดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังพบว่า

สัตว์เลี้ยงหลายชนิดล้วนแล้วแต่มีโอกาสที่จะได้รับความเป็นพิษตกค้างจากสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชเช่นเดียวกันเนื่องจากสัตว์เลี้ยงอาจจะได้รับสารดังกล่าวทั้งโดยทางตรง คือ การบริโภคพืชที่มีสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตกค้างอยู่เดิม หรือโดยทางอ้อม คือ การบริโภคอาหารสัตว์ที่เข้าวัตถุดิบจากพืชที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์ ทำให้ผลผลิตลดลงและยังอาจถ่ายทอดความเป็นพิษนั้นสู่มนุษย์ได้อีกทางหนึ่ง ดังปรากฏในรายงานของ สุรนันท์ (2548) ที่รายงานไว้ว่ามีการตกค้างของสารฆ่าแมลงชนิดเอนดิรินในไขมันของโคและกระบือที่เก็บตัวอย่างจากโรงฆ่าสัตว์ในเขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร พบว่ามีปริมาณสูงถึง 0.1833 และ 0.2019 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับซึ่งปริมาณดังกล่าวสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้โดยองค์การสหประชาชาติที่กำหนดไว้ที่ 0.10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในบางกรณีสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอาจก่อให้เกิดความเสียหายกับพืชได้เช่นเดียวกัน เช่น การใช้สารฆ่าวัชพืชชนิดไม่เลือกทำลายซึ่งส่งผลเสียต่อพืชปลูกหรือพืชที่ไม่ต้องการกำจัดได้จากสาเหตุหลายประการ ได้แก่ การใช้ในอัตราที่สูงเกินไป การผสมสารที่ไม่ดีพอ สภาพแวดล้อมที่พืชนั้นเจริญเติบโตอยู่มีความไม่เหมาะสมในขณะที่ทำให้สารหรือการที่พืชอยู่ในสภาพเครียดเนื่องจากการขาดน้ำหรือธาตุอาหารพืชอย่างเพียงพอ สำหรับประเด็นของการสูญเสียทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทยยังคงพบว่ามีรายงานค่อนข้างน้อยอย่างไรก็ตามจากรายงานของ ศจินทร์ (2551) ซึ่งมีการประมาณการต้นทุนสุขภาพของเกษตรกรและต้นทุนอื่นๆ ที่รัฐต้องเสียไปเพื่อควบคุมและติดตามผลจากการใช้สารเคมีอาจสูงถึง 5.4 พันล้านบาทต่อปีเทียบกับมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในแต่ละปี จากผลการศึกษาของ สุจิตา (2540) พบว่าการทำวนเกษตรไม่มีต้นทุนสุขภาพเกิดขึ้นเนื่องจากความหลากหลายของระบบการผลิตแบบวนเกษตรในขณะที่การทำเกษตรกรรมแบบกระแส

หลักมีต้นทุนสุขภาพเกิดขึ้น โดยการทำสวนมะม่วงและการทำนามีต้นทุนสุขภาพจากอาการพิษเฉียบพลันและอาการพิษเรื้อรัง รวมปีละ 28.9 และ 97.2 บาทต่อไร่ตามลำดับเนื่องจากเกษตรกรให้ความสำคัญกับเหตุผลเชิงเศรษฐกิจมากกว่าเหตุผลเชิงสุขภาพในกรณีของสหรัฐอเมริกาพบว่ามีรายงานความสูญเสียดังกล่าวไว้โดย Pimentel (2005) ดังแสดงไว้ใน Table 3

จากผลกระทบที่เกิดขึ้นกับระบบนิเวศเกษตรและระบบนิเวศข้างเคียงดังที่ได้เสนอมาทิ้งหมัดข้างต้น การลดปริมาณการใช้หรือการปฏิเสธการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจึงน่าจะเป็นทางออกที่เหมาะสม เพื่อที่จะลดผลกระทบในทางลบที่จะเกิดขึ้นอย่างไรก็ตามแนวทางที่เหมาะสมในระยะแรกควรให้ความสำคัญกับการลดปริมาณการใช้ก่อน ทั้งนี้เพื่อมิให้กระทบต่อปริมาณผลผลิตของพืชที่จะได้รับจากนั้นจึงค่อยๆ ลดปริมาณการใช้ลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่ใช้อีกต่อไป ซึ่งแนวทางที่เหมาะสมสำหรับปัจจุบันและอนาคตดังกล่าว ได้แก่

1. การนำผลการวิจัยและพัฒนาที่มุ่งเน้นการลดปริมาณการใช้สารเคมีจากหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงมาใช้ประโยชน์สำหรับงานในระดับไร่กันอย่างแท้จริง เช่น การใช้จุลินทรีย์และศัตรูธรรมชาติรวมทั้งสารสกัดจากพืชธรรมชาติมาใช้ในการบริหารศัตรูพืชอย่างเหมาะสม
2. การนำผลการวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพเพื่อลดต้นทุนการผลิตและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้ประโยชน์ในระดับไร่กันอย่างแท้จริง โดยคำนึงถึงระดับความเสียหายทางเศรษฐกิจของพืชปลูกเพื่อประกอบการตัดสินใจในการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
3. การใช้วิธีการทางเกษตรกรรมที่ช่วยลดการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชร่วมกันหลายวิธี เช่น การปลูกพืชหมุนเวียน การใช้พันธุ์พืชหลายพันธุ์ปลูกแบบผสมผสาน การปลูกพืชภายใต้โรงเรือนตาข่าย การกำหนดวันปลูกที่เหมาะสม หรือการเลือกใช้พันธุ์พืชที่มีความต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช เป็นต้น

**Table 1** Pesticides that are classified as very highly- to highly-toxic to fish.

| Pesticide           | Type <sup>1/</sup> | Toxicity <sup>2/</sup> | Pesticide             | Type | Toxicity |
|---------------------|--------------------|------------------------|-----------------------|------|----------|
| Alachlor            | H                  | HT                     | Maneb                 | F    | HT       |
| Aldicarb            | I                  | HT                     | Maneb + streptomycin  | F    | HT       |
| Amitraz             | I                  | HT                     | Metam-sodium          | F    | HT       |
| Azinphos-ethyl      | I                  | VHT                    | Methyl parathion      | I    | HT       |
| Beta-cypermethrin   | I                  | HT                     | Methyl-isothiocyanate | FM   | HT       |
| Beta-cypermethrin   | I                  | HT                     | Naled                 | I    | HT       |
| Bifenazate          | A                  | HT                     | Niclosamide           | I    | HT       |
| Bifenthrin          | I                  | HT                     | Oxadiazon             | H    | HT       |
| Bromadiolone        | R                  | HT                     | Oxyfluorfen           | H    | HT       |
| Bromoxynil          | H                  | HT                     | Pendimethalin         | H    | HT       |
| Butylate            | H                  | HT                     | Permethrin            | I    | HT       |
| Captan              | F                  | HT                     | Petroleum distillate  | I    | HT       |
| Carbaryl            | I                  | HT                     | Pirimiphos-methyl     | I    | HT       |
| Chloropicrin        | FM                 | HT                     | Prometryn             | H    | HT       |
| Chlorothalonil      | F                  | HT                     | Propargite            | I    | HT       |
| Chlorpyrifos        | I                  | HT                     | Pyraclostrobin        | F    | HT       |
| Dazomet             | F                  | HT                     | Pyraclostrobin        | F    | HT       |
| Deltamethrin        | I                  | HT                     | Pyrazophos            | F    | HT       |
| Diazinon            | I                  | HT                     | Quizalofop-ethyl      | H    | HT       |
| Dichlorvos          | I                  | HT                     | Resmethrin            | I    | HT       |
| Diclofop-methyl     | H                  | HT                     | Rotenone              | I    | HT       |
| Dicofol             | I                  | HT                     | Tau-fluvalinate       | I    | HT       |
| d-trans-allevethrin | I                  | HT                     | Tefluthrin            | I    | HT       |
| Endothall           | H                  | HT                     | Tetramethrin          | I    | HT       |
| Esfenvalerate       | I                  | HT                     | Thiodicarb            | I    | HT       |
| Ethion              | I                  | HT                     | Thiophanate-methyl    | F    | HT       |
| Ethoprop            | I                  | HT                     | Thiram                | F    | HT       |
| Fenbutatin-oxide    | I                  | VHT                    | Tralomethrin          | I    | HT       |
| Fenvalerate         | I                  | HT                     | Tribufos              | D    | HT       |
| Fludioxonil         | F                  | HT                     | Triflumizole          | F    | HT       |
| Folpet              | F                  | HT                     | Zeta-cypermethrin     | I    | HT       |
| Malathion           | I                  | HT                     |                       |      |          |

<sup>1/</sup> Type: A = acaricide; D = defoliant; F = fungicide; FM = fumigant; H = herbicide; I = insecticide; R = rodenticide.

<sup>2/</sup> Toxicity: VHT = <0.1 mg/kg; HT = 0.1 - 1.0 mg/kg.

Source: Fishel (2007)

**Table 2** Pesticides that are classified as very highly- to highly-toxic to birds.

| Pesticide         | Type <sup>1/</sup> | Toxicity <sup>2/</sup> |
|-------------------|--------------------|------------------------|
| Pirimiphos-methyl | I                  | HT                     |
| Aldicarb          | I                  | HT                     |
| Dicamba           | H                  | HT                     |
| Carbofuran        | I                  | HT                     |
| Chlorpyrifos      | I                  | HT                     |
| Diazinon          | I                  | HT                     |
| Dimethoate        | I                  | HT                     |
| Ethoprop          | I                  | HT                     |
| Dichlorvos        | I                  | HT                     |
| Thiodicarb        | I                  | HT                     |
| Metaldehyde       | M                  | HT                     |
| Methamidophos     | A/I                | HT                     |
| Methyl parathion  | I                  | HT                     |
| Phorate           | I                  | VHT                    |

<sup>1/</sup> Type: A = acaricide; H = herbicide; I = insecticide; M = molluscicide.

<sup>2/</sup> Toxicity (Bird LD<sub>50</sub>): VHT = <10 mg/kg; HT = 10 - 50 mg/kg.

Source: Fishel (2007)

**Table 3** Total estimated environmental and social costs from pesticide in the United States.

| Costs                                      | Millions of \$ per year |
|--|-------------------------|
| Public health impacts                      | 1,140                   |
| Domestic animals deaths and contaminations | 30                      |
| Loss of natural enemies                    | 520                     |
| Cost of pesticide resistance               | 1,500                   |
| Honeybee and pollination losses            | 334                     |
| Crop losses                                | 1,391                   |
| Fishery losses                             | 100                     |
| Bird losses                                | 2,160                   |
| Groundwater contamination                  | 2,000                   |
| Government regulations to prevent damage   | 470                     |
| Total                                      | 9,645                   |

Source: Pimentel (2005)

4. การอนุรักษ์ศัตรูธรรมชาติให้สามารถมีชีวิตอยู่รอด ขยายพันธุ์และดำรงชีวิตอยู่ได้ในระบบนิเวศเกษตรของท้องถิ่นได้อย่างสมดุลกับศัตรูพืชที่ปรากฏในท้องถิ่นนั้นๆ ซึ่งสามารถกระทำได้โดยการลดผลกระทบของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชต่อศัตรูธรรมชาติหลายวิธีรวมกันได้แก่ การติดตามความเสียหายของพืชปลูกเพื่อประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับความจำเป็นในการใช้สาร การคำนึงถึงผลกระทบของการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีต่อศัตรูธรรมชาติของศัตรูพืชที่รอลงมา และการกำหนดเป้าหมายทางชีววิทยาที่ก่อนที่จะใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชโดยคำนึงถึงชนิดของศัตรูพืชทุกชนิดและศัตรูธรรมชาติที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมและแหล่งอาศัยของศัตรูพืชเป้าหมายและศัตรูธรรมชาติที่เกี่ยวข้อง และความรู้เกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่มีอยู่ตลอดจนความรู้เกี่ยวกับวิธีการพ่นสารที่ถูกต้อง เป็นต้น

5. การให้ความรู้ทางวิชาการอย่างถูกต้องเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชแก่เกษตรกรในประเด็นที่เกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาด ได้แก่ ประเด็นด้านวิชาการเกี่ยวกับกลไก เกี่ยวกับความเป็นพิษต่อศัตรูพืช ลักษณะความต้านทานของพืชต่อสารเคมีที่ใช้ การเกิดศัตรูพืชชนิดใหม่ระบอบาจากผลกระทบของ

การใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและอันตรายและวิธีการแก้พิษเบื้องต้น เป็นต้น

6. การเปลี่ยนแปลงเจตคติและความเชื่อของเกษตรกรเกี่ยวกับการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในประเด็นที่ว่าพืชที่ฉีดพ่นสารนั้นตัวเกษตรกรเองไม่ได้บริโภคแต่ผู้บริโภคต่างหากที่จะซื้อไปบริโภคและประเด็นสำคัญเกี่ยวกับการได้รับรางวัลจูงใจจากบริษัทสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่กระตุ้นให้มีการใช้สารเคมีดังกล่าวอยู่อย่างต่อเนื่อง เป็นต้น

### เอกสารอ้างอิง

- จรินทร์พย์ ทรงประกอบ. 2541. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในการบริโภคปลาจากแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งมีสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนตกค้างบริเวณชุมชนบางกระเบื้อง ตำบลบางหลวง อำเภอสรรพยา จังหวัดชัยนาท. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ
- ทรงวุฒิ พจนานวงศ์. 2546. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและการอนุรักษ์แมลงศัตรูธรรมชาติ (ตอนที่ 1). วารสารกสิกรรมและสัตววิทยา. 25: 105-115.
- ธีรพัฒน์ สุทธิประภา และวินัย วีระวัฒนานนท์. 2550. การสำรวจสภาพการปลูกผักชะอมและผลกระทบจากสารเคมีต่อเกษตรกรผู้ปลูกชะอมจังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารแก่นเกษตร. 35: 375-380.

- นิรนาม. 2553. พิษภัยสารเคมีเกษตร. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://www.greennet.or.th/comsumers/t2100.htm#02>. ค้นเมื่อ 21 กุมภาพันธ์ 2553.
- รักษาติ หนึ่งรัตน์. 2553. สารพิษเกษตรกร. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล : <http://www.province.moph.go.th/khamtaleso.doc> ค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2553.
- วิจิตร วังไฉ. 2550. สารเคมีเกษตรกับภาวะมลพิษของดินและแหล่งน้ำ. วารสาร น.ส.พ. กลีกร. 80: 86-94.
- ศจินทร์ ประชาสันต์. 2551. ข้อเสนอสมัชชาสุขภาพแห่งชาติ 2551 ประเด็นเกษตรและอาหารในยุควิกฤต. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล : <http://www.sathai.org/hotissue/041-A-%20Health%Assembly.htm>. ค้นเมื่อ 22 กุมภาพันธ์ 2553.
- ศักดิ์ ศรีเนศวร์. 2553. พิษภัยของสารเคมีการเกษตร. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: <http://www.doae.go.th/report/kemi/index2.htm>. ค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2553.
- ศิริพร วันพูน. 2553. เกษตรกรรมปลอดพิษชีวิตปลอดภัย. [ออนไลน์]. แหล่งข้อมูล: [http://www.tei.or.th/PliBai/th\\_plibai59\\_sarakadi.html](http://www.tei.or.th/PliBai/th_plibai59_sarakadi.html). ค้นเมื่อ 26 กุมภาพันธ์ 2553.
- สุจิตร์ สันธนาภรณ์. 2540. การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโดยรวมต้นทุนสุขภาพจากการใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชของการทำวนเกษตรและเกษตรกระแสหลัก: กรณีศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุนันท์ สุภัทรพันธุ์. 2548. พิษตกค้างของสารเคมีเกษตรในการผลิตอาหาร. วารสารโครงการหลวง 9: 14-17.
- สุวัฒน์ รวยอารีย์. 2547. ผลกระทบของสารฆ่าแมลงต่อศัตรูธรรมชาติโครงสร้างและความหลากหลายชนิดของอาร์โทรพอดในระบบนิเวศนาข้าว. สารพิษสวน 9: 4.
- อรรถ ลวดเงิน. 2546. การศึกษาผลกระทบที่เกิดจากพฤติกรรมการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรผู้ปลูกเผือกในพื้นที่ตำบลเทนมีย์อำเภอเมืองสุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันราชภัฏสุรินทร์, สุรินทร์.
- ADAM. 2003. The American Accreditation Health Care Commission. Infertility in men. [Online]. Available: <http://www.adam.about.com/reports/000067.htm>. Accessed Feb. 20, 2010.
- Anne, J. M. 2000. Male infertility: A guide for the clinician. Blackwell Science, NY.
- Bush, M. B. 1997. Ecology of a Changing Planet. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Caudra, S. N., L. Linderholm, M. Athanasiadou, and K. Jakobsson. 2006. Persistent Organochlorine Pollutants in Children Working at a Waste-disposal Site and in Young Females with High Fish Consumption in Managua, Nicaragua. A Journal of the Human Environment. 35: 109-116.
- Cohen, E., H. Podoler, and M. El-Hamlauwi. 1988. Effect of malathion-bait mixture on two parasitoids of the Florida red scale, *Chrysomphalus aonidum* (L.). Crop Protection. 7: 91-95.
- Fishel, F.M. 2007. Pesticide Effects on Nontarget Organisms. Available: <http://edis.lfias.ufl.edu/pdf/PI/PI12200.pdf>. Accessed Oct. 3, 2010.
- Heong, K. L., P.S. Teng, and K. Moody. 1995. Managing rice pests with less chemicals. GeoJournal. 35: 337-349.
- Horrigan, L., R. S. Lawrence, and P. Walker. 2002. How Sustainable Agriculture Can Address the Environmental and Human Health Harms of Industrial Agriculture. Environmental Health Perspectives. 110: 445-456.
- Ingham, E.R., and D.C. Coleman. 1984. Effects of streptomycin, cycloheximide, funyzone, captan, carbofuran, cygon, and PCNB on soil microorganisms. Microbial Ecology. 10: 345-358.
- Ingram, M., G.P. Nabhan, and L. Buchmann. 2007. Our Forgotten Pollinators: Protecting the Birds and Bees. Available: <http://www.pmac.Net/birdbee.htm>. Accessed Oct. 2, 2010.
- Jager, C. D., P. Farias, A. Barraza-Villarreal, M. H. Avila, P. Ayotte, E. Dewailly, C. Dombrowski, F. Rousseau, V. D. Sanchez, and J. L. Bailey. 2006. Reduced Seminal Parameters Associated with Environmental DDT Exposure and *p,p'*-DDE Concentrations in Men in Chiapas, Mexico : A Cross-Sectional Study. Journal of Andrology. 27: 16-26.
- Longecker, M. P., W.J. Rogan, and G. Lucier. 1997. The Human Health Effects of DDT (Dichlorodiphenyltrichloroethane) and PCBS (Polychlorinated Biphenyls) and an Overview of Organochlorines in Public Health. Annual Review of Public Health. 18: 211-244.
- Mansfield, S., M.L. Dillon, and M.E.A. Whitehouse. 2006. Are arthropod communities in cotton really disrupted? An assessment of insecticide regimes and evaluation of the beneficial disruption index. Agriculture, Ecosystems & Environment. 113: 326-335.

- Matlock, Jr. R. B., and R. D. L. Cruz. 2002. An inventory of parasitic Hymenoptera in banana plantations under two pesticide regimes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 93: 147-164.
- Nabhan, G. P. 1998. Pollinators in Peril. *Science*. 279: 1459.
- Ouellet, M., J. Bonin, J. Rodrigue, J.L. DesGranges, and S. Lair. 1997. Hindlimb deformities (ectromelia, ectrodactyly) in free-living anurans from agricultural habitats. *Journal of Wildlife Disease*. 33: 95-104.
- Panda, N., and G. S. Khush. 1995. Host Plant Resistance to Insects. CAB INTERNATIONAL, Oxon, England.
- Pimentel, D. 2005. Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the united states. *Environment, Development and Sustainability*. 7: 229-252.
- Saiyed, H., A. Dewan, V. Bhatnagar, U. Shenoy, R. Shenoy, H. Rajmohan, K. Patel, R. Kashyap, P. Kulkarni, B. Rajan, and B. Lakkad. 2003. Effect of Endosulfan on Male Reproductive Development. *Environmental Health Perspectives*. 111: 1958-1962.
- Schenker, M. B., S. Louie, L.N. Mehler, and T.E. Albertson. 1998. Pesticides. P. 1157-1173 In: W. N. Rom (ed.). *Environmental Occupational Medicine* (3<sup>rd</sup> ed). Lippincott-Raven, Philadelphia, New York.
- Soto, A.M., K. L. Chung, and C. Sonnenschein. 1994. The Pesticides Endosulfan, Toxaphene, and Dieldrin Have Estrogenic Effects on Human Estrogen-Sensitive Cells. *Environmental Health Perspectives*. 102: 380-383.
- Swan, S. H., R.L. Kruse, F. Liu, D.B. Barr, E. Z. Drobnis, J.B. Redmon, C. Wang, C. Brazil, J.W. Overstreet, and the Study for Future Families Research Group. 2003. Semen Quality in Relation to Biomarkers of Pesticide Exposure. *Environmental Health Perspectives*. 111: 1478-1484.
- Theiling, K.M., and B.A. Croft. 1988. Pesticide side-effects on arthropod natural enemies: A database summary. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 21: 191-218.
- Tuc, V. H., V. Wangsuphachart, P. Tasanapradit, W. Fungladda, P. V. Trong, and N. T. Nhung. 2007. Impacts of pesticide use on semen characteristics among rice farmers in Kienxuong district, Thaibinh province, Vietnam. *Southeast Asian Journal of Tropical Medical Public Health*. 38: 569-575.
- Tuormaa, T.E. 2006. The adverse effects of agrochemicals on reproductive health. [Online]. Available: <http://www.naturalsolutionsradio.com/blog/natural-solutions-radio/adverse-effects-agrochemicals-reproductive-health>. Accessed Feb. 25, 2010.
- Wikteliuss, S., P.A. Chiverton, H. Meguenni, M. Bennaceur, F. Ghezal, E-D.N. Umeh, R.I. Egwuatu, E. Minja, R. Makusi, E. Tukahirwa, W. Tinzaara, and Y. Deedat. 1999. Effets of insecticides on non-target organisms in African agroecosystems: a care for stabling regional testing programmes. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 75: 121-131.
- Wright, D.J., and R.H.J. Verkerk. 1995. Integration of chemical and biological control systems for arthropods : Evaluation in a multitrophic context. *Pesticide Science*. 44: 207-218.