

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาระดับสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักที่วางจำหน่ายในเขตเทศบาลนคร
เชียงใหม่ ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็นหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1. ความหมายของผักปลอดสารกำจัดแมลงและผักทั่วไป
2. วิธีการผลิตผักปลอดสารกำจัดแมลง
3. พืชวิทยาสารเคมีกำจัดแมลง
4. วิธีการตรวจสอบสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผัก
5. เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความหมายของผักปลอดสารกำจัดแมลงและผักทั่วไป

ผักปลอดสารกำจัดแมลง หมายถึงผักที่ผลิตแบบไม่ใช้สารกำจัดแมลงในระบบการผลิต
หรือใช้สารเคมีเฉพาะปุ๋ยเคมีแต่ไม่ใช้สารกำจัดแมลง หรือมีการใช้สารกำจัดแมลงแต่ลดการใช้สาร
กำจัดแมลงให้น้อยที่สุด มีการควบคุมการใช้สารกำจัดแมลงและมีระบบการตรวจสอบสารกำจัด
แมลงตกค้างก่อนเก็บเกี่ยว พร้อมมีฉลาก ป้ายหรือสิ่งอื่นใดสื่อให้ผู้บริโภคทราบว่า เป็นผัก
ปลอดสารกำจัดแมลง

ผักทั่วไป หมายถึงผักที่มีวิธีการผลิตแบบทั่วไปมีการใช้หรือไม่ใช้สารกำจัดแมลงใน
กระบวนการผลิต ไม่มีระบบการตรวจสอบสารกำจัดแมลงตกค้างก่อนเก็บเกี่ยวและวางจำหน่าย
ทั่วไปโดยไม่ระบุว่าเป็นผักปลอดสารกำจัดแมลง

2. วิธีการผลิตผักปลอดสารกำจัดแมลง

การผลิตผัก ตามโครงการส่งเสริมการผลิตผักปลอดภัยจากสารกำจัดแมลง ของกรมส่งเสริมการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้มีขั้นตอนการผลิตดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกเกษตรกร เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ ต้องมีอาชีพหลักในการปลูกผัก มีประสบการณ์ในการปลูกผักและยินดีเข้าร่วมโครงการ

2. คัดเลือกพื้นที่ต้องมีความเหมาะสมในการปลูกผัก มีแหล่งน้ำอุดมสมบูรณ์

3. เลือกวิธีการผลิต

3.1 แบบมุ่งค้าขายในท้องถิ่น ควรเป็นพื้นที่ ที่มีการระบาดของแมลงศัตรูพืชรุนแรงอยู่เสมอ และสามารถปลูกผักได้ตลอดปี

3.2 แบบนอกโรงเรียน เป็นพื้นที่ ที่ปลูกผักได้ไม่ตลอดทั้งปี มีแมลงศัตรูพืชขนาดเล็ก

4. เลือกชนิดพืชควรเป็นพืชที่มีแมลงศัตรูพืชมก และเป็นผักที่นิยมบริโภค เช่นผักคะน้า กวางตุ้ง กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาด ฯ

5. สำรวจ ขึ้นทะเบียนและรวมกลุ่มเกษตรกร

6. ชี้แจงและให้คำแนะนำในการผลิต การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ถูกต้อง เพื่อให้ได้ผักปลอดสารกำจัดแมลง

7. ตรวจสอบวิเคราะห์สารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักก่อนการจำหน่ายในตลาด โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้สารเคมีของเกษตรกร สุ่มเก็บผักมาตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดแมลงตกค้าง จากผักในแปลงปลูกในวันก่อนการเก็บจำหน่ายประมาณ 2-3 วัน ผักจากจุดที่มีการรวบรวมผลผลิตของกลุ่ม และผักจากแหล่งจำหน่ายผลผลิต

8. แจ้งผลการตรวจวิเคราะห์หาสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผัก ให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทราบเพื่อดำเนินการต่อไป

9. ให้ใบรับรองและเพิกถอนใบรับรองแก่สมาชิก

10. ติดตามให้คำแนะนำแก่เกษตรกรอย่างต่อเนื่อง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2541) รูปแบบการผลิตผักปลอดสารกำจัดแมลง มีรูปแบบใหญ่ ๆ พอจำแนกได้ดังนี้คือ

แบบเกษตรอินทรีย์ (organic farming) เป็นระบบการผลิตทางการเกษตรที่ไม่ใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมี สารสังเคราะห์กำจัดศัตรูพืชและฮอร์โมนที่ได้จากการสังเคราะห์กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ การเกษตรอินทรีย์ มีการปลูกพืชหมุนเวียน ใช้เศษซากพืช มูลสัตว์ พืชตระกูลถั่ว ปุ๋ยพืชสด เศษซากอินทรีย์วัตถุที่ได้ตามธรรมชาติเหลือทิ้งต่างๆ การใช้ธาตุอาหารจากการคั่วของหินแร่ รวมทั้งใช้หลักการควบคุมศัตรูพืชโดยวิธีชีวภาพ เพื่อรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินซึ่งเป็นแหล่งอาหารของพืช (Barry Wookey, 1987 อ้างใน วิฑูรย์ เลี่ยนจำรูญและคณะ, 2537)

แบบการควบคุมศัตรูพืชแบบผสมผสาน (IPM – Integrated Pest Management) เป็นการบริหาร การจัดการศัตรูพืชโดยการลดปัญหาศัตรูพืช โดยเลือกวิธีการต่างๆ หลังจากได้ทำการ

ศึกษาและเข้าใจในระบบวงจรชีวิตของศัตรูพืช ตลอดจนนิเวศวิทยาที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการตระหนักถึงความสำคัญทางเศรษฐกิจ อันจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อมวลมนุษยชาติ โดยเน้นการผสมผสานการปฏิบัติดูแลพืชเข้ากับวิธีการควบคุมศัตรูพืชวิธีต่างๆ อย่างเหมาะสม เช่นการควบคุมศัตรูพืชโดยชีววิธี หรือวิธีชีวภาพ (biological control or biocontrol) เป็นการนำสิ่งมีชีวิตมาควบคุมศัตรูพืชซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง การใช้พันธุ์พืชต้านทาน (plant resistance) เป็นการนำพืชที่ปรับปรุงพันธุ์ให้ต้านทานต่อศัตรูพืชแล้ว มาใช้ในแหล่งปลูกที่ประสบปัญหาศัตรูพืชนั้น ๆ การใช้วิธีเขตกรรม (cultural methods) เป็นการเลือกวิธีการที่ปฏิบัติต่อพืชปลูกตามปกติมาใช้เพื่อส่งเสริมการอารักขาพืช หรือเพื่อการควบคุมศัตรูกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งให้เด่นชัดยิ่งขึ้น เช่น การเลือกพืชปลูกที่มีศัตรูพืชน้อยที่สุดในกลุ่ม การเลือกใช้วัสดุคลุมดิน (mulching materials) หรือการปลูกพืชคลุมดิน (covercrops) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืช การตัดแต่งกิ่งไม้ผลเพื่อลดปัญหาโรค-แมลงศัตรูพืช การขังน้ำในนาข้าวให้สูงสม่ำเสมอมากที่สุดเพื่อลดปัญหาวัชพืช การปลูกพืชแซม (intercropping) ตลอดจนการปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotation) เพื่อลดปัญหาโรค-แมลงศัตรูพืชและวัชพืช เป็นต้น การใช้วิธีกลและวิธีกายภาพ (mechanical and physical methods) เป็นการเข้าควบคุมศัตรูพืชที่สำคัญในทุกกลุ่ม เช่น การเก็บวัชพืชน้ำไปทำลายโดยใช้เรือ การใช้เครื่องมือกลและเทคนิคที่เกี่ยวกับแสง รังสี เสียง ความร้อน ในการป้องกันหรือควบคุมแมลงศัตรูพืชและโรคพืช การใช้สารเคมี (chemical control) เป็นการนำสารกำจัดศัตรูพืช (pesticides หรือ agropesticides) ในการควบคุมศัตรูพืชกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง หรือรวมๆ กันสารกำจัดศัตรูพืชสามารถใช้ควบคุมศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเลือกกำจัดศัตรูพืชวิธีใดเกษตรกรต้องตัดสินใจ โดยใช้ประสบการณ์ที่ได้จากการสังเกตและทดลองปฏิบัติ ให้มีความสำคัญกับการอนุรักษ์ศัตรูพืชธรรมชาติ มีการติดตามสถานการณ์ศัตรูพืช/ศัตรูธรรมชาติอย่างเป็นระบบและใช้สารกำจัดศัตรูพืชเมื่อจำเป็น (กองป้องกันและกำจัดศัตรูพืช กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540. ธวัชชัย รัตน์ชเลศ, 2540)

ผักกางมุ้ง หมายถึง การปลูกผักในมุ้งตาข่ายในล่อน หรือผักกางมุ้ง เตรียมแปลงปลูกโดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปูนขาวตามอัตราที่กำหนด คลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เพาะพันธุ์และปลูกตามความเหมาะสมของแต่ละชนิดผัก ด้านการดูแลรักษา ผักกางมุ้งจะมีวิธีการดูแลรักษา โดยการพรวนดินและคลุกดินโดยใช้เชื้อราไตรโคเตอร์มา (Tricoterma) กำจัดวัชพืชในแปลง ใช้สารสกัดจากพืชเมื่อพบแมลงศัตรูพืช ใช้สารเคมีเฉพาะโรค เก็บส่วนเป็นโรคออกจากแปลง หากพบแมลงศัตรูพืชถึงระดับเศรษฐกิจ ป้องกันกำจัดด้วยสารเคมีเฉพาะศัตรูพืช และสลับชนิดของสารเคมีในการพ่นแต่ละครั้ง (วิมล เพชรนาจักร, 2541)

3. พิษวิทยาสารเคมีกำจัดแมลง

สารเคมีกำจัดแมลง หมายถึง สารเคมีหรือส่วนผสมของสารเคมีใด ๆ ที่ใช้สำหรับป้องกัน กำจัด หรือขับไล่ศัตรูพืชและสัตว์ สารกำจัดแมลงแบ่งตามสูตร โครงสร้างและกลไกการออกฤทธิ์ ได้ดังนี้

3.1 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate insecticides)

3.2 สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate insecticides)

3.3 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine insecticides)

3.4 สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรัมและกลุ่มสารสังเคราะห์ไพรีทรอยด์ (pyrethrum and pyrethroids)

กลุ่มสารเคมีที่เกษตรกรนิยมใช้กำจัดแมลง ร้อยละ 80 เป็นสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มคาร์บาเมต (สมิง เก้าเจริญและยุพา ทีลาพฤทธิ, 2537) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate insecticides) เป็นสารอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ

ความเป็นพิษ

ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงในกลุ่มนี้จะแตกต่างกัน แม้ว่าจะมีกลไกการออกฤทธิ์เหมือนกันโดยทั่วไป แล้วความเป็นพิษมากหรือน้อยของสารกำจัดแมลงหรือสารพิษใดๆ สังเกตได้จากค่า LD_{50} (LD_{50} หมายถึงปริมาณของสารพิษหรือวัตถุเคมีเป็นมิลลิกรัมเทียบกับน้ำหนักสัตว์ทดลองเป็นกิโลกรัม และทำให้สัตว์ทดลองที่ได้รับสารนั้นตายไปจำนวนร้อยละ 50)

ประเภทของสารกำจัดแมลงออร์กาโนฟอสเฟต แบ่งตามระดับอันตรายหรือความเป็นพิษ

ประเภทสาร	สารกำจัดแมลงออร์กาโนฟอสเฟต
Ia (LD ₅₀ < 5 มก. / กก.) พิษร้ายแรงยิ่ง	Chlorfenvinphos, EPN, Disulfoton, Fonofos, Mephosfolan, Mevinphos, Paration, Paration-methyl, Phoxim, Sulfotep
Ib (LD ₅₀ 5-50 มก. / กก.) พิษร้ายแรง	Azinphos-ethyl, Azinphos-methyl, Bromophos-ethyl, Carbophenothion, Dichlorvos, Dicrotophos, Fenthion, Isazofos, Isofenphos, Methamidophos, Monocrotophos, Omethoate, Oxydemeton-methyl, Thiometon, Triazophos, Vamidothion
II (LD ₅₀ 50-500 มก. / กก.) พิษปานกลาง	Chlorpyrifos, Diazinon, Dimethoate, Ethion, Etrimfos, Fenitrothion, Formothion, Methacrifos, Naled, Phenthoate, Phosalone, Phosmet, Profenopos, Prothiofos, Quinalphos, Sulprofos
III (LD ₅₀ < 500 มก. / กก.) พิษน้อย	Acephate, Azamethiphos, Bromophos, Malathion, Pirimiphos- methyl, Tetradifon, Trichlorfon

จาก ARSAP/CIRAD Regional agro-pesticide index volume 1 : Asia, 1991 อ้างใน สมิง เก้าเจริญ และยุพา ลีลาพฤกษ์, 2537)

การดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย

เข้าได้ 3 ทางคือ ทางปาก โดยการนำมาดื่มกินเพื่อฆ่าตัวตาย การรับประทานอาหารที่มีสารกำจัดแมลงตกค้าง ทางการหายใจจากการสูดดมละอองสารพิษที่ใช้ฉีดพ่นเพื่อฆ่าแมลงในการประกอบอาชีพทางเกษตรกรรม หรือใช้ในครัวเรือน และจากไอรระเหย วิธีสุดท้ายโดยทางผิวหนัง

จากการได้รับละอองสารพิษนี้ในการประกอบอาชีพ หรือนำมาใช้ทำรักษาโรคผิวหนังด้วยความรู้
เท่าไม่ถึงการ

ระยะเวลาที่เกิดอาการ

ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารพิษและสภาพของร่างกาย หากได้รับยากล่อมประสาท
ยานอนหลับหรือมีการดื่มสุราร่วมด้วย จะเป็นปัจจัยเร่งให้อาการเกิดเร็วขึ้น ระยะเวลาอาจตั้งแต่
ทันทีทันใดจนถึง 12 ชั่วโมง ถ้าพิจารณาวิธีการที่ได้รับสารพิษ ระยะเวลาจะเป็นดังนี้

โดยการหายใจ จะมีความผิดปกติเกิดที่ระบบหายใจและที่ตา ก่อน ภายใน 2-3 นาที
เช่นอาการแน่นหน้าอก หายใจมีเสียงหวีด มีเสมหะออกมาก กล้องเสียงเกร็งตัว น้ำลายออกมาก
หายใจไม่สะดวก น้ำตา น้ำมูกไหล ตาพร่าและปวดตรงบริเวณหว่างคิ้ว

โดยการกิน เกิดอาการผิดปกติขึ้นภายใน 15 นาทีถึง 2 ชั่วโมง เป็นอาการของ
ระบบทางเดินอาหาร ได้แก่คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน เป็นต้น

โดยทางผิวหนัง เกิดอาการได้ภายใน 15 นาที ถึง 4 ชั่วโมง มีเหงื่อออกมากบริเวณ
ที่ได้รับสารพิษ ร่วมกับการกระตุกของกล้ามเนื้อหดรตัวเป็นหย่อม ๆ (fasciculation) (วิฑูร อัดนโถ,
2529)

กลไกการออกฤทธิ์

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีน
เอสเทอเรส อย่างถาวร (irreversible) ทำให้เกิดการสะสมของอะเซทิลโคลีนที่บริเวณตำแหน่งต่าง ๆ
ของระบบประสาทอัตโนมัติและในสมอง บริเวณที่ติดต่อระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อ
(neuromuscular junction) ตามปกติเมื่ออะเซทิลโคลีนซึ่งเป็นสารสื่อประสาทชนิดหนึ่งที่ออกฤทธิ์
ตรงบริเวณซินแนปส์หรือที่ปลายเซลล์ประสาทแล้วจะถูกทำลายด้วยเอนไซม์โคลีนเอสเทอเรส แต่
การรวมตัวระหว่างฟอสเฟตอินทรีย์ในสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตกับเอนไซม์โคลีน
เอสเทอเรสอย่างถาวรจะทำลายฤทธิ์เอนไซม์นี้ ทำให้เกิดการค้างของปริมาณของอะเซทิลโคลีน การ
ค้างปริมาณน้อยๆ จะมีฤทธิ์กระตุ้นที่บริเวณที่มีการซินแนปส์หรือปลายเซลล์ประสาทอย่างมากมาย
และติดต่อกันเรื่อยไป โดยเฉพาะในระบบพาราซิมพาเดติกและระบบที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของ
ร่างกาย กล้ามเนื้อจะกระตุกสั่นจนเกิดอาการเกร็ง แต่หากความเข้มข้นของอะเซทิลโคลีนเพิ่มมาก
เกินไปจะทำให้เกิดฤทธิ์ตรงข้ามคือเกิดอาการอ่อนเพลียมากจนอัมพาตทั้งประสาทและกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อลายจะได้รับผลกระทบจากพิษมากกว่ากล้ามเนื้อเรียบ กลไกการออกฤทธิ์ของสารประกอบกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตสามารถจำแนกการออกฤทธิ์ตามเภสัชวิทยาได้เป็น ฤทธิ์มัสคารินิก (muscarinic) ฤทธิ์นิโคตินิก(nicotinic) และฤทธิ์ต่อระบบประสาทส่วนกลาง สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะละลายในไขมันได้ดีจึงถูกดูดซึมได้ดีทางผิวหนังและถูกสะสมในไขมันของร่างกายเป็นระยะเวลานาน ทำให้พิษที่เกิดจากสารกลุ่มนี้เมื่อเกิดขึ้นแล้วจะคงอยู่เป็นระยะเวลานาน

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสอย่างถาวร เกิดเป็นสารประกอบและถ้าปล่อยทิ้งไว้นาน ๆ สารประกอบนี้จะค่อย ๆ ละลายน้ำและจะทำให้เกิดการสูญเสีย alkylgroup ไป 1 กลุ่มที่เรียกว่า “aging” ซึ่งมีความคงทนมาก ทำให้เอนไซม์ ไม่สามารถกลับคืนสภาพเดิมได้อีก (สมิง เก้าเจริญ และยุพา ลีลาฤทธิ์, 2537; พาลาก สิงหเสนี, 2540)

อาการพิษ

แบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

1. อาการพิษเฉียบพลัน

1.1. อาการพิษแบบมัสคารินิก พบที่ส่วนใหญ่ที่กล้ามเนื้อเรียบ หัวใจ และต่อม มีท่อ อาการที่เกิดขึ้นในระยะแรกคือ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน น้ำตาไหล น้ำลายไหล เหงื่อออก หัวใจเต้นช้า ม่านตาหรี่ ถ่ายอุจจาระและปัสสาวะกั้นไม่อยู่ เกิดการเกร็งของหลอดลม หลอดลมมีเมือกและเสมหะมาก เป็นต้น

1.2. อาการพิษแบบนิโคตินิก อาการพิษแบบนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมของอะเซทิลโคลีนที่ปลายประสาทมอเตอร์และที่ซินแนปส์ของระบบประสาทอัตโนมัติ อาการที่เกิดขึ้นคือ กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นมากกว่าปกติ มีการกระตุกของกล้ามเนื้อที่หน้า หงุดหงิด ถ้าอาการรุนแรงขึ้นจะพบว่ากระตุ้นมากขึ้นทั่วร่างกาย ต่อมาจึงจะมีอาการอ่อนเพลียตามกล้ามเนื้อทั่วไป และเกิดเป็นอัมพาตของกล้ามเนื้อในที่สุด หัวใจเต้นเร็ว ความดันโลหิตสูง การหายใจล้มเหลว

1.3. อาการทางสมอง เนื่องจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง อาการที่พบได้แก่ มึนศีรษะ ปวดศีรษะ ง่วง ซึม กระสับกระส่าย ถ้าอาการมากอาจชักและหมดสติได้

ผู้ป่วยที่มีอาการมากอาจตายได้เนื่องจากระบบการหายใจล้มเหลวซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลอดลมตีบตัน กล้ามเนื้อของระบบการหายใจเป็นอัมพาต และศูนย์ควบคุมการหายใจในสมองหยุดทำงาน ในรายที่มีอาการไม่รุนแรง อาการจะดีขึ้นใน 2-3 วัน แต่จะอ่อนเพลีย ไม่มีแรงเป็นเวลานาน (พาลาก สิงหเสนี, 2540; วิฑูร อัครน โธ, 2529)

อาการและการแสดงอาการที่มี อะเซทิลโคลีนคั่งสะสม

เนื้อเยื่อประสาทและ ตัวรับ	อวัยวะ	อาการ
Parasympathetic autonomic (muscarinic receptors) post ganglionic nerve fibers	ต่อมมีท่อ Exocrine glands, ตา ทางเดินอาหาร ทางเดินหายใจ ระบบไหลเวียน โลหิต ทางเดินปัสสาวะ	น้ำตาไหล, น้ำลายฟูมปาก, เหงื่อแตก, ม่านตาหรี่, หนังตาตก, ตาพร่า, เยื่อบุตาแดง คลื่นไส้, อาเจียน, ปวดเกร็งในท้อง, ท้องร่วง, อุจจาระราด น้ำมูกไหล, ไอ, เสมหะมาก, อึดอัดในทรวงอก, หลอดลมหดรัดเกร็ง, หายใจลำบาก หัวใจเต้นช้า, ความดันโลหิตตก ปัสสาวะราด
Parasympathetic และSympathetic autonomic fibers (nicotinic receptors)	ระบบไหลเวียน โลหิต	หัวใจเต้นเร็ว, ชีตผิดปกติ, ความดันโลหิตเพิ่ม
Somatic motor nerve fibers (nicotinic receptors)	กล้ามเนื้อลาย	กล้ามเนื้อกระตุก เกร็งและอ่อนแรงโดยเฉพาะ กล้ามเนื้อแขนขาและกล้ามเนื้อเกี่ยวกับการ หายใจ และอัมพาต
สมอง (Acetylcholine receptors)	ระบบประสาทส่วน กลาง	หน้ามืด มึนงง เฉื่อยชา อารมณ์สับสน ปวดศีรษะ โคลมา ลึน หายใจลำบาก ชักและหมดสติ ศูนย์ หายใจและระบบหมุนเวียนโลหิตถูกกด รีเฟล็กซ์ ต่าง ๆ หายไป

(พาลาก ถึงเฮนรี่, 2540)

2. อาการพิษระยะยาว

สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟสบางชนิด อาจก่อให้เกิดอาการพิษทางระบบประ
สาท ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งมีอาการเส้นประสาทเป็นอัมพาตทำให้กล้ามเนื้อ

ไม่มีแรง เช่นกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหงกศีรษะ กล้ามเนื้อหายใจ กล้ามเนื้อแขนขา ซึ่งจะเกิดขึ้น 1-2 สัปดาห์ หลังที่ผู้ป่วยมีอาการดีขึ้นจากเป็นพิษในระยะเฉียบพลันแล้ว การได้รับพิษเรื้อรังจากสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งอาจได้รับทีละน้อย ๆ เป็นระยะเวลานาน จะมีอาการเป็นพิษน้อยถึงปานกลาง มักมีอาการปวดศีรษะ มึนงงมองเห็นไม่ชัด ปวดท้องอาเจียน แน่นหน้าอกและหายใจไม่อิ่ม ซึ่งจะมีอาการนานหลายเดือน นอกจากนี้ยังมีภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นในระยะหลังคือ กลุ่มอาการทางจิตประสาทเรื้อรัง (delayed psychopathologic-neurologic lesion) ส่วนใหญ่จะพบว่าระบบประสาทบางส่วนถูกทำลายอย่างถาวร ทำให้เกิดอาการเป็นพิษต่อทางเดินอาหาร ระบบหัวใจ และหลอดเลือด เป็นหมัน คือต่อยาหลายชนิด ดูแก่ก่อนวัย ขาดความกระตือรือร้น หลงลืมความจำเสื่อม ซึ่งจะมีอาการเหล่านี้ประมาณ 5-10 ปี อาการเรื้อรังที่เกิดจากพิษของออร์กาโนฟอสเฟตอีกชนิดหนึ่งคืออาการเป็นพิษต่อระบบประสาทเรื้อรัง (organophosphate-induced delayed neurotoxicity: OPIDN) อาการพิษจะไม่สัมพันธ์กับการยับยั้งโคลีนเอสเตอเรสจะเกิดขึ้นหลังจากได้รับสารพิษแล้วเป็นเวลา 6-14 วัน ซึ่งพบว่ามี การเสื่อมสลาย (degeneration) ของเยื่อหุ้มมัยอีลิน (myelin sheath) ในระบบประสาทส่วนปลายและไขสันหลังซึ่งมีอาการกล้ามเนื้อแขนขาอ่อนแรง เดินลากเท้า ต่อมามีอาการเกร็งเข้ามาแทนที่ สูญเสียความรู้สึก หากอาการรุนแรงอาจเป็นอัมพาตได้ การฟื้นตัวต้องใช้ระยะเวลาานกว่า 2 ปีและอาจไม่สมบูรณ์ดังเดิม (สมิง เก่าเจริญและยุพาลีลาพทธร, 2541. พาลาก สิงหนณี, 2540)

4.2 สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต (Carbarmate insecticides) สารกำจัดแมลงสูตรโครงสร้างคาร์บาเมต มีสูตรโครงสร้างที่มีไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบ อาจแบ่งเป็นกลุ่มย่อย 3 กลุ่ม ได้แก่

4.2.1 กลุ่มเอ็น-เอ็น ไคเมธิลคาร์บาเมตของอินอล และฮัยดรอกซีเฮเทอโรไซคลิกส์ (N-N-Dimethylcarbamates of enols and hydroxy heterocyclics)

4.2.2. กลุ่มเฟนิลคาร์บาเมต (Peynylcarbamates)

4.2.3. กลุ่มออกซิมคาร์บาเมต (Oximecarbamates)

ประเภทของสารกำจัดแมลงคาร์บาเมต แบ่งตามระดับอันตรายหรือความเป็นพิษ

ประเภทสาร	สารกำจัดแมลงออร์กาโนฟอสเฟต
Ia (LD ₅₀ < 5 มก. / กก.) พิษร้ายแรงยิ่ง	Aldicarb
Ib (LD ₅₀ 5-50 มก. / กก.) พิษร้ายแรง	Benfuracarb, Carbofuran, Carbosulfan, Dioxathion, Formetanate hydrochloride, Methomyl, Oxamyl, Thiofanox
II (LD ₅₀ 5-500 มก. / กก.) พิษปานกลาง	Bendiocarb, Carbaryl, Cartap hydrochloride, Fenobucarb, Isoprocarb, Metolcarb, Pirimicarb, Promecarb, Propoxur, Thiodicarb
III(LD ₅₀ > 500 มก. / กก.)	

(สมิง เก้าเจริญและยุพา ถีลาพฤกษ์, 2541)

กลไกการออกฤทธิ์

สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตมีสูตร โครงสร้างที่มีใน โตรเจนประกอบ และมีลักษณะ โครงสร้างที่คล้ายคลึงกับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ดังนั้นกลไกการออกฤทธิ์ และพิษ จึงคล้ายคลึงกับสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต แต่มีข้อแตกต่างกันดังนี้

1. การเกิดพิษเนื่องจากการดูดซึมผ่านผิวหนังของสารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตจะน้อยกว่ามาก แต่ที่ใช้หลักการเดียวกัน
2. สารกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมต ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเตอเรสแบบชั่วคราวและกลับคืนสภาพปกติได้ รวมทั้งถูกเปลี่ยนแปลงในร่างกายอย่างรวดเร็ว ดังนั้นอาการของโรคที่เกิดจากกลุ่มคาร์บาเมตจะรุนแรงน้อยกว่าและมีระยะเวลาสั้นกว่า
3. สารคาร์บาเมตไม่ค่อยเกิดพิษต่อระบบประสาทในระยะยาว

อาการพิษ

น้ำตาไหล น้ำลายไหล กลืนปัสสาวะไม่ได้ เป็นตะคริวที่ท้อง ม่านตาหรี่ กล้องเสียงเกิด อาการระคายเคือง อาการรุนแรงที่พบคือ งง ชัก และโคม่า ความดันโลหิตสูง หัวใจเต้นเร็ว การหายใจล้มเหลว ในเด็กมักพบอาการทางระบบประสาทมากกว่าระบบทางเดินอาหาร (สมิง เก่าเจริญและยุพา ลีลาพฤกษ์, 2537. พาลาก สิงหนณี, 2540)

4. หลักการตรวจสอบสารเคมีตกค้างในพืชผัก

4.1. เทคนิคทางโครมาโตกราฟี (chromatographic-based techniques) เป็นเทคนิคที่ต้องอาศัยความรู้ความชำนาญในการวิเคราะห์ ต้องใช้เวลาในการเตรียมและตรวจเป็นเวลาค่อนข้างนาน มีราคาค่าตรวจแพง แต่มีความเหมาะสมในการตรวจยืนยัน เพราะเป็นเทคนิคมาตรฐาน (reference techniques) เทคนิคทางโครมาโตกราฟแบบก๊าซ (GC) ซึ่งมีเครื่องตรวจวัด หลากหลายชนิดสามารถวิเคราะห์ สารเคมีกลุ่มนี้ได้มากถึงร้อยละ 80 สำหรับโครมาโตกราฟแบบของเหลว (HPLC) สามารถใช้วิเคราะห์สารเคมีกลุ่มที่ละลายตัวได้ง่ายเมื่อถูกความร้อน

4.2. เทคนิคทางอิมมูโนเคมี (immunochemical-based techniques) เป็นเทคนิคที่มีความเหมาะสม ในการตรวจคัดกรอง (screening test) และตรวจเฝ้าระวังสารเคมี เทคนิคด้านนี้ได้มีการพัฒนาอย่างมากในทางการตรวจวินิจฉัยโรค แต่ด้านสารฆ่าแมลงเพิ่งพัฒนา ในปัจจุบันชุดตรวจเหล่านี้ ยังต้องนำเข้าจากประเทศ จึงมีราคาแพงอยู่

4.3. เทคนิคทางเอนไซม์ (enzymatic-based techniques) เป็นการตรวจโดยทางอ้อม โดยเฉพาะการตรวจการสัมผัสสารกลุ่มที่มีฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของโคลินเอสเตอเรส ซึ่งได้แก่สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และคาร์บาเมต เทคนิคนี้เหมาะสำหรับตรวจคัดกรอง (ทิพวรรณ ประภามณฑล, 2544)

ชุดทดสอบหาสารกำจัดแมลงโดยเทคนิคทางเอนไซม์ที่นิยมใช้คือชุดตรวจสารกำจัดแมลงของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (GT) หรือเอนไซม์จากเลือดซึ่งผลิตโดยกองวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข สามารถตรวจสอบสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มคาร์บาเมตได้ โดยอาศัยหลักการที่สารสองกลุ่มนี้สามารถไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลินเอสเตอเรส ซึ่งเป็นเอนไซม์ในชีวิตของคนและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ โดย 1 โมเลกุลของสารอะเซทิลโคลิน จะถูกเปลี่ยนไปเป็นสารโคลินและกรดอะซีติก อย่างละ 1 กรัม โมเลกุล ในสภาวะที่ร่างกายได้รับสารฆ่าแมลงจะมีการจับเอนไซม์ไม่ให้ทำหน้าที่ได้สมบูรณ์

ทำให้สารอะเซทิลโคลีนหลงเหลือในอัตราส่วนเท่ากับปริมาณยาฆ่าแมลงที่ไปยับยั้งการทำงาน แล้ววัดปริมาณของอะเซทิลโคลีนที่เหลืออยู่ ด้วยการทำให้เกิดสีที่สังเกตได้ด้วยตาเปล่า เมื่อเทียบกับสารละลายมาตรฐานที่ทราบระดับสารฆ่าแมลง ก็สามารถทราบได้ว่าตัวอย่างนั้นมีระดับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มคาร์บาเมตในระดับที่ปลอดภัยหรือไม่ (กอบทอง รูปหอมและคณะ, 2541)

5. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ระดับสารกำจัดแมลงตกค้างในอาหารและพืชผัก

การตรวจหาสารกำจัดแมลงตกค้างในผัก เป็นหนทางหนึ่งที่จะเฝ้าระวังสารกำจัดแมลงตกค้างเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการด้านการคุ้มครองผู้บริโภค จึงมีผู้สนใจศึกษาสารกำจัดแมลงตกค้างในอาหารและผักขึ้นเช่น การศึกษาของกอบทอง รูปหอมและคณะได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ชนิด และระดับการตกค้างของสารกำจัดแมลงและพืชผักในอาหารดิบที่เป็นผลผลิตทางการเกษตรที่จำหน่ายภายในประเทศ ในปี 2533 – 2534 โดยเก็บตัวอย่าง จาก 4 ภาค ภาคละ 2 จังหวัด ๆ ละ 77 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 616 ตัวอย่าง พบสารเคมีกลุ่มออการ์โนคลอรีน และกลุ่มออการ์โนฟอสเฟต การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ตรวจหาสารเคมีกลุ่มคาร์บาเมต ปริมาณสารเคมีที่ตรวจพบตกค้างในอาหารทั้งหมดยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่องค์การอนามัยโลกกำหนดการได้รับต่อวัน (กอบทอง รูปหอมและคณะ, 2538) ปี 2534 – 2536 ตรวจวิเคราะห์อาหาร โดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟี สเปกโตรโฟโตเมตรี และเอชพีแอลซีโพสทีลโคลัมน์โครมาโตกราฟี จำนวน 1,248 ตัวอย่าง วิเคราะห์แยกเป็นตัวอย่างจากพืช จำนวน 911 ตัวอย่าง พบสารตกค้างร้อยละ 47 เกินค่ามาตรฐานโคเด็กซ์ ร้อยละ 9.5 สารเคมีที่พบตกค้างเกินค่ากำหนดบอขที่สุดคือ สารโมโนโครโทฟอส ไซเปอร์มีทริน พาราไรออน-เมิทริน และ พิจารณาเฉพาะพืชผักพบว่า ผักตระกูลถั่วพบสารกำจัดแมลงตกค้างสูงสุด ร้อยละ 48.6 รองลงมาพืชผักรับประทานใบพบสารกำจัดแมลงตกค้างร้อยละ 37.0 โดยมีพืชผักรับประทานผลตระกูลแตงพบสารกำจัดแมลงตกเกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์มากที่สุด ร้อยละ 7.3 (กอบทอง รูปหอมและคณะ, 2538) ปี 2536 ศึกษาชนิดและปริมาณสารกำจัดแมลงตกค้างในผักคะน้าที่เก็บจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายใน 6 จังหวัด คือ นครสวรรค์ นครราชสีมา นครศรีธรรมราช ปราจีนบุรี เพชรบูรณ์และสุพรรณบุรี รวม 86 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบสารกำจัดแมลงตกค้าง ร้อยละ 57 ปริมาณที่พบส่วนใหญ่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีเพียงร้อยละ 13 ที่พบเกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์ สารที่พบเกินเกณฑ์ได้แก่ เมิทมามีโดฟอส โมโนโครโทฟอส และคาร์โบฟูแรน (กอบทอง รูปหอมและคณะ, 2536) ในปี 2537-2539 ตรวจและวิเคราะห์อาหาร

จำนวน 1,553 ตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าอาหารที่จำหน่ายในประเทศที่เป็นผลิตผลจากพืชจำนวน 795 ตัวอย่าง พบสารกำจัดแมลงตกค้างร้อยละ 43.2 เกินค่ามาตรฐานโคเด็กซ์ร้อยละ 5.7 กลุ่มอาหารจำพวกพืชผักที่พบตกค้างบ่อยที่สุดคือ กลุ่มพืชผักรับประทานใบ ตรวจจำนวน 212 ตัวอย่าง พบสารกำจัดแมลงตกค้าง ร้อยละ 46.7 เกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์ ร้อยละ 15.1 สารเคมีที่ตรวจพบ เกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์คือ สารไซเปอร์มีทริน เม็ทนามิโดฟอส ไดโครโตฟอส โมโนโครโตฟอส โปรพิโนฟอส อะซินฟอส-เม็ทริลและไซยาโลทริน (กอบทอง รูปหอมและคณะ, 2541) และจากการสำรวจของกรณีการ หุตะแพทย์ ได้ทำการสำรวจ พฤติกรรมการบริโภค ผักของคนกรุงเทพมหานคร โดยสอบถามผู้ซื้อและผู้ขาย พบว่าผักคะน้า ผักบุ้งจีน ถั่วฝักยาว กะหล่ำปลี/แตงกวา และผักกาดขาว/ตำลึงเป็นผัก 5 ชนิดแรกที่ได้รับคามนิยมสูงสุดและจากการตรวจผักเพื่อหาสารกำจัดแมลงตกค้างในตลาด 4 แห่งในกรุงเทพฯ ๑ จากการเก็บผักสด 5 ชนิด คือ คะน้า กะหล่ำปลี กวางตุ้ง ถั่วฝักยาว และผักกาดขาว ในวันที่ 19 – 30 กรกฎาคม 2542 อย่างละ 45 ตัวอย่าง รวม 225 ตัวอย่าง พบสารกำจัดแมลงตกค้าง จำนวน 170 ตัวอย่าง ร้อยละ 75.55 ระดับไม่ปลอดภัย 32 ตัวอย่าง ร้อยละ 24.45 ผักคะน้ามีสารกำจัดแมลงตกค้างมากที่สุด 38 ตัวอย่างจาก 45 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 84.44 ระดับไม่ปลอดภัย 13 ตัวอย่าง ร้อยละ 28.80 (กรณีการ หุตะแพทย์, 2542) และจากการศึกษาของเสรี หงษ์หยกและคณะ ได้ศึกษาสารกำจัดแมลงตกค้างในผักคะน้า กะหล่ำปลี กวางตุ้ง ถั่วฝักยาวและผักกาดขาวที่วางจำหน่ายในจังหวัดนนทบุรี โดยใช้ชุดตรวจสอบสารกำจัดแมลงของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวน 191 ตัวอย่าง พบสารกำจัดแมลงตกค้าง ในระดับไม่ปลอดภัยจำนวน 8 ตัวอย่าง ร้อยละ 4.2 โดยพบในผักกวางตุ้งมากที่สุดรองลงมาเป็น ผักคะน้า (เสรี หงษ์หยกและคณะ, 2543) ซึ่งจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลสารกำจัดแมลงตกค้างในอาหารและพืชผักส่วนใหญ่พบสารกำจัดแมลงตกค้างระหว่างร้อยละ 40-60 ของตัวอย่าง ทั้งหมด ที่พบเกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์จะอยู่ระหว่าง ร้อยละ 5-15 ของตัวอย่าง พืชผัก รับประทานใบเช่นผักคะน้า ผักกวางตุ้งและผักรับประทานผลตระกูลแตงตรวจพบสารกำจัดแมลงตกค้างเกินเกณฑ์มาตรฐานมากที่สุด สารกำจัดแมลงตกค้างส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและกลุ่มคาร์บาเมต

5.2 ระดับสารกำจัดแมลงตกค้างพืชผักทั่วไปและพืชผักปลอดสารพิษ

ในส่วนการศึกษาระดับสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักทั่วไปและพืชผักปลอดสารกำจัดแมลงได้มีการศึกษาของ กลุ่มงานพัฒนาความปลอดภัยด้านเคมีวัตถุ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาร่วมกับกองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้เฝ้าระวังความปลอดภัยของผักสดปลอดสารกำจัดแมลง โดยเก็บตัวอย่างผักปลอดสารกำจัดแมลงและผักธรรมดาหรือผักทั่วไปตรวจ

หารสารกำจัดแมลงตกค้างระหว่างปี 2536-2542 จำนวน 344 ตัวอย่าง แยกเป็นผักกรรมดาจำนวน 156 ตัวอย่างพบสารกำจัดแมลงตกค้าง 94 ตัวอย่าง ร้อยละ 60.26 เกินมาตรฐานโคเด็คซ์ จำนวน 21 ตัวอย่าง ร้อยละ 13.46 และผักปลอดสารเคมีสำรวจ 188 ตัวอย่าง พบสารกำจัดแมลงตกค้าง 71 ตัวอย่าง ร้อยละ 37.77 เกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็คซ์ จำนวน 11 ตัวอย่าง ร้อยละ 5.85 สารกำจัดแมลงที่พบ ตกค้างส่วนใหญ่คือ ไซเปอร์เมทริน เอนโคซัลเฟน และเม็ททามิโดฟอส ในปี 2541 พบการตกค้างของสารเคมีในผักปลอดสารกำจัดแมลงน้อยกว่าผักกรรมดาอย่างชัดเจน คือพบการตกค้างของสารกำจัดแมลงร้อยละ 6.25 และ 59.46 ตามลำดับ แต่ในปี 2542 กลับพบการตกค้างของสารกำจัดแมลงของผักทั้งสองชนิดในอัตราที่ใกล้เคียงกันคือ ผักปลอดสารกำจัดแมลงพบสารกำจัดแมลงตกค้างร้อยละ 63.83 เกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็คซ์ ร้อยละ 10.64 และผักกรรมดาพบสารกำจัดแมลงตกค้าง ร้อยละ 67.44 เกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็คซ์ 16.28 โดยผักคะน้าพบสารกำจัดแมลงตกค้างมากที่สุด (กลุ่มงานพัฒนาความปลอดภัยด้านเคมีวัตถุ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ร่วมกับ กองอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2543) สอดคล้องกับการศึกษาของวิมล เพชรนาจักร ที่ได้ศึกษาระดับสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักที่ปลูกแบบเกษตรอินทรีย์และเคมี โดยใช้ ชุดตรวจสอบสารกำจัดแมลงของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวน 108 ตัวอย่าง ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบง่าย (วิธีควอเอร์ริง) โดยแยกเป็นผักที่ปลูกแบบอินทรีย์ แบบกางมุ้ง และแบบเคมี อย่างละ 36 ตัวอย่าง ผลการศึกษา พบสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักที่ปลูกแบบเคมี ในระดับปลอดภัย ร้อยละ 44.4 และระดับไม่ปลอดภัยร้อยละ 13.9 พืชผักที่ปลูกแบบกางมุ้ง พบสารกำจัดแมลงตกค้างในระดับปลอดภัยร้อยละ 2.8 ระดับไม่ปลอดภัย ร้อยละ 13.8 ส่วนพืชผักที่ปลูกแบบอินทรีย์พบสารกำจัดแมลงตกค้างระดับปลอดภัย ร้อยละ 8.3 ระดับไม่ปลอดภัย ร้อยละ 11.1 ผักที่ปลูกโดยใช้สารเคมี จะพบสารกำจัดแมลงตกค้างโดยรวมสูงกว่าผักที่ปลูกโดยวิธีกางมุ้งและแบบเกษตรอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่สารกำจัดแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัยจะพบค่อนข้างใกล้เคียงกันในการปลูก ทั้ง 3 วิธี(วิมล เพชรนาจักร, 2541) และจากการสำรวจสารกำจัดแมลงตกค้างในผักที่จำหน่ายในประเทศ ของ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยสำรวจผักที่นิยมบริโภค 5 ชนิดแรกคือผักคะน้า กะหล่ำปลี ผักกวางตุ้ง ถั่วฝักยาว และผักกาดขาว โดยตรวจผักทั่วไปและผักปลอดสารกำจัดแมลง จาก 59 จังหวัดทั่วประเทศ เป็นผักปลอดสารกำจัดแมลงจำนวน 649 ตัวอย่าง พบปริมาณสารกำจัดแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย ร้อยละ 1.4 ผักทั่วไป 1,039 ตัวอย่าง พบสารกำจัดแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย ร้อยละ 3.4 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ อ่างในกรณีการหุตะแพทย์, 2542) และจากการสำรวจสารเคมีกำจัดแมลงกลุ่มสารสังเคราะห์ไพรีทรอยด์ในผักทั่วไปและผักปลอดสารกำจัดแมลง ของบุญไพ สังวรานนท์และคณะ ในเดือนมกราคม และกรกฎาคม 2542 ใน 9 จังหวัดของภาคกลาง จำนวน 195 ตัวอย่าง แยกเป็นผักทั่วไป 110 ตัวอย่าง

ผักปลอดสารกำจัดแมลง 85 ตัวอย่าง โดยวิธีแก๊สโครมาโตกราฟฟี ผลการศึกษาพบสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักทั่วไปและผักปลอดสารกำจัดแมลง ร้อยละ 30.9 และ 29.4 ตามลำดับ ผักทั่วไปมีสารกำจัดแมลงตกค้างเกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์ ร้อยละ 10 ผักปลอดสารกำจัดแมลงมีสารกำจัดแมลงตกค้างเกินเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์ ร้อยละ 3.5 ระดับสารกำจัดแมลงตกค้างระหว่างผักทั่วไปและผักปลอดสารกำจัดแมลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผักคะน้าพบสารกำจัดแมลงตกค้างมากที่สุด รองลงมาเป็นผักกวางตุ้ง ส่วนกะหล่ำปลีไม่พบสารกำจัดแมลงตกค้าง (บุญไพสังวรานนท์และคณะ, 2544) และจากการศึกษาของนิทรา เนื่องจ้านงค์ และคณะ ได้ตรวจหาระดับสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักปลอดสารพิษที่จำหน่ายในจังหวัดพิษณุโลก ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2541 – พฤษภาคม 2542 จำนวน 133 ตัวอย่าง โดยใช้ชุดตรวจสอบสารกำจัดแมลงของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ผลการศึกษา ตรวจพบสารกำจัดแมลงตกค้าง 18 ตัวอย่าง ร้อยละ 13.5 ไม่ปลอดภัย 4 ตัวอย่าง ร้อยละ 3 (นิทรา เนื่องจ้านงค์และคณะ, 2543) และจากการศึกษาของสุพัตรา พิชัยและคณะได้ทำการศึกษาระดับสารกำจัดแมลงตกค้างในผักสดในจังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ชุดตรวจสอบสารกำจัดแมลงของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตรวจพืชผัก ในฤดูฝน 80 ตัวอย่าง และฤดูหนาว 89 ตัวอย่าง ผลการศึกษาไม่พบตัวอย่างใดเกินเกณฑ์ค่าปลอดภัย (สุพัตรา พิชัยและคณะ, 2543) สอดคล้องกับการศึกษาของวารุณี จิตอารีย์และคณะ ที่ทำการศึกษาระดับสารกำจัดแมลงในดินและผักจากแปลงปลูกแบบเกษตรอินทรีย์ จำนวน 44 ตัวอย่าง แปลงปลูกแบบทั่วไป(เคมี) จำนวน 25 ตัวอย่างและแปลงปลูกแบบผสมผสาน จำนวน 54 ตัวอย่าง แบ่งเก็บ ตัวอย่างออกเป็น 3 ฤดู โดยใช้ชุดตรวจสอบสารกำจัดแมลงของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ผลการศึกษาพบสารกำจัดแมลงตกค้างในระดับปลอดภัยทุกตัวอย่าง แต่ผักจากแปลงปลูกแบบทั่วไปมีระดับสารกำจัดแมลงตกค้างมากกว่าผักจากแปลงปลูกแบบเกษตรอินทรีย์และแบบผสมผสาน ระดับสารกำจัดแมลงตกค้างในแต่ละฤดู มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยในฤดูฝนพบสารกำจัดแมลงตกค้างน้อยที่สุด(วารุณี จิตอารีย์และคณะ, 2544) ซึ่งจากการศึกษาและเฝ้าระวัง ยังคงพบสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักปลอดสารกำจัดแมลงและผักทั่วไป ส่วนใหญ่อยู่ในระดับปลอดภัย ในระดับไม่ปลอดภัย ผักทั่วไปพบจำนวนมากกว่าผักปลอดสารกำจัดแมลงเล็กน้อย แต่ผลจากการศึกษาสารกำจัดแมลงตกค้างในพืชผักในจังหวัดเชียงใหม่ ไม่พบสารกำจัดแมลงตกค้างในผักเกินค่าปลอดภัย

5.3 การทดลองระดับสารกำจัดแมลงตกค้างพืชผักหลังการฉีดพ่น

ในด้านการทดลองศึกษาสารพิษตกค้างของคาร์บาริลในผักคะน้า หลังการใช้สารอย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot design แบ่งระดับความเข้มข้นของ

คาร์บาริล 3 ระดับ คือ แผลงควบคุม (พ่นด้วยน้ำเปล่า) แผลงอัตราตามคำแนะนำ และ แผลง 2 เท่าของอัตราแนะนำ เก็บตัวอย่างวิเคราะห์สารพิษตกค้างของคาร์บาริล 6 ครั้ง คือ ในวันที่ 0, 1, 3, 5, 7 และ 10 หลังพ่นสารครั้งสุดท้ายในจำนวน 3 ครั้ง ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในแผลงควบคุมตรวจพบสารคาร์บาริลตกค้างในวันที่ 0-5 แต่อยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐานโคเด็กซ์ ในวันที่ 7 และ 10 หลังพ่นสารตรวจไม่พบสารคาร์บาริลตกค้าง แผลงอัตราตามคำแนะนำและในแผลงที่พ่นในอัตรา 2 เท่าของคำแนะนำ ตรวจพบสารคาร์บาริลตกค้างในปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานโคเด็กซ์ในวันที่ 3 หลังพ่นสาร แต่แผลงที่พ่นในอัตรา 2 เท่าของคำแนะนำ ระดับการตกค้างจะสูงกว่าแผลงที่ใช้ตามคำแนะนำเมื่อเปรียบเทียบในแต่ละช่วงเวลาเดียวกัน ค่ามาตรฐานโคเด็กซ์ของคาร์บาริลในผักับประทานใบ = 10 mg/kg และจากการเก็บตัวอย่างผักคะน้าจากแหล่งจำหน่าย 19 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษ ผลการวิเคราะห์พบสารพิษตกค้างของ คาร์บาริล จำนวน 11 ตัวอย่าง ในปริมาณ 0.06 - 0.23 mg (จันทร์ทิพย์ ชำรงค์สกุลและลักษมี เดชานุกุล, 2542) จากการทดลองสารกำจัดแมลงถ้าใช้อย่างถูกต้องและเก็บเกี่ยวตามคำแนะนำ ระดับสารกำจัดแมลงตกค้างจะอยู่ในระดับปลอดภัยสำหรับบริโภค