บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากะหล่ำปลี ถั่วฝักยาว และแตงกวาทำการวิเคราะห์สารตกค้างกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต กลุ่มออร์แกนโนคลอรีน และกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2-1 กะหล่ำปลี (สำนักงานเกษตรอำเภอนครหลวง, 2550)

2.1 กะหล่ำปลี (สำนักงานเกษตรอำเภอนครหลวง, 2550)

2.1.1 ลักษณะทั่วไป กะหล่ำปลี (Cabbage) เป็นพืชผักชนิดหนึ่ง ซึ่งแต่เดิมเป็นพืชที่ปลูกในเขตเมดิเตอร์เรเนียนแถบยุโรป ต่อมาได้แพร่กระจายเข้ามาในประเทศไทย โดยในสมัยก่อนกะหล่ำปลีปลูกได้ดีเฉพาะฤดูหนาวทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ต่อมาเริ่มเป็นที่นิยมบริโภคกันทั่วไป จึงได้มีการพยายามปลูกกะหล่ำปลีนอกฤดูกันมากขึ้น และได้หาพันธุ์ทนร้อนเหมาะสมกับสภาพอากาศของประเทศไทย จึงทำให้ในปัจจุบันสามารถปลูกกะหล่ำปลีได้ทุกฤดู กะหล่ำปลีเป็นผักอายุประมาณ 2 ปี แต่นิยมปลูกเป็นผักอายุปีเดียวคือ อายุตั้งแต่ย้ายปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 50-120 วัน ปลูกได้ผลดีในช่วงเดือนตุลาคม - มกราคมถ้าปลูกนอกเหนือจากนี้จะต้องเลือกพันธุ์ที่เหมาะสม

2.1.2 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ กะหล่ำปลีมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Brassica oleracea* var. *capitata* Linn. อยู่ในตระกูล Brassicaceae เป็นพืช 2 ฤดู แต่มักปลูกเป็นพืชฤดูเดียว มีขนาดรูปร่างและสีของใบแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ รวมทั้งขนาด รูปร่าง สี และความแน่นของหัวก็จะแตกต่างกันด้วย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.1.3 พันธุ์ พันธุ์ของกะหล่ำปลีสามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

2.1.3.1 กะหล่ำปลีธรรมดา มีความสำคัญและปลูกมากที่สุดในแง่ผักบริโภค มีลักษณะหัวหลายแบบ ตั้งแต่หัวกลม หัวแหลมเป็นรูปหัวใจ จนถึงกลมแบนราบ มีสีเขียวจนถึงเขียวอ่อน เป็นพันธุ์ที่ทนร้อน อายุการเก็บเกี่ยวสั้นประมาณ 50-60 วัน พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่พันธุ์ลูกผสมต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ผสมเปิดอื่นๆ อีกเช่น พันธุ์โคเปนเฮเกนมาร์เก็ต พันธุ์โกเดนเอเลอร์ เป็นต้น

2.1.3.2 กะหล่ำปลีแดง (Red Cabbage) มีลักษณะหัวค่อนข้างกลม ใบสีแดงทับทิมส่วนใหญ่มีอายุเก็บเกี่ยวประมาณ 90 วัน ต้องการอากาศหนาวเย็นพอสมควร เมื่อนำไปต้มน้ำจะมีสีแดงคล้ำ พันธุ์ที่นิยมปลูกได้แก่ พันธุ์รูบี้บอล รูบี้เพอเฟคชั่น

2.1.3.3 กะหล่ำปลีใบย่น (Savoy Cabbage) มีลักษณะผิวใบหยิกและเป็นคลื่นมาก ต้องการอากาศหนาวเย็นในการปลูก

2.1.4 สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม กะหล่ำปลีสามารถขึ้นได้ในดินแทบทุกชนิด ชอบดินโปร่ง อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตประมาณ 22-25 องศาเซลเซียส มีสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) อยู่ในช่วง 6-6.5 ความชื้นในดินสูงพอสมควรและได้รับแสงแดดเต็มที่ตลอดวัน

2.1.5 การปลูก

2.1.5.1 การเตรียมดิน แปลงเพาะกล้า เตรียมดินโดยการขุดไถให้ลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร กว้าง 1 เมตร กว้าง 1 เมตร ยาวตามความต้องการ ตากดินไว้ประมาณ 5-7 วันแล้วคลุกด้วยปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก ย่อยดินให้ละเอียดพอสมควร รดน้ำให้ชื้นแล้วทำการหว่านเมล็ดลงไป ควรพยายามหว่านเมล็ดให้กระจายบาง ๆ ถ้าต้องการปลูกเป็นแถวก็ควรจะทำร่องไว้ก่อนแล้วหว่านเมล็ดตามร่องที่เตรียมไว้คลุมด้วยฟางหรือหญ้าแห้งบาง ๆ เมื่อกล้าออกใบจริงประมาณ 1-2 ใบ ก็ทำการถอนแยกต้นที่แน่นหรืออ่อนแอทิ้ง แปลงปลูกกะหล่ำปลีที่นิยมปลูกในประเทศไทยเป็นพันธุ์เบา ระบบรากตื้น ควรเตรียมดินลึกประมาณ 18-20 เซนติเมตร ตากดิน 5-7 วันใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมักให้มาก เพื่อปรับสภาพของดิน และเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยเฉพาะในดินทรายและดินเหนียว จากนั้นย่อยผิวหน้าดินให้มีขนาดก้อนเล็กแต่ไม่ต้องละเอียดจนเกินไป ถ้าดินเป็นกรดควรใส่ปูนขาวเพื่อปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสมต่อการปลูก

2.1.5.2 การปลูก เมื่อกล้ามีอายุได้ประมาณ 25-30 วัน จึงย้ายปลูกในแปลงปลูกที่เตรียมไว้ โดยให้มีระยะปลูก 30-40 x 30-40 เซนติเมตร การปลูกอาจปลูกเป็นแบบแถวเดียว หรือแถวคู่ก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของสวน

2.1.6 การดูแลรักษา

2.1.6.1 การใส่ปุ๋ยกะหล่ำปลีเป็นพืชที่ต้องการธาตุไนโตรเจนและโปแตสเซียมสูง เพื่อ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ใช้ในการสร้างความเจริญเติบโตให้แก่ต้นพืช ปุ๋ยที่แนะนำให้ใช้คือ ปุ๋ยสูตร 13-13-21 หรือ 14-14-21 โดยแบ่งใส่ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ใส่รองพื้นขณะปลูก แล้วพรวนกลบลงในดิน ครั้งที่ 2 ใส่หลังจากกะหล่ำปลีมีอายุได้ 7-14 วัน และควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต หรือยูเรียควบคู่ไปด้วย ซึ่งการใส่ปุ๋ยนี้ก็แบ่งใส่ 2 ครั้งเช่นกันคือ ใส่เมื่อกะหล่ำปลีมีอายุได้ 20 วัน และเมื่ออายุได้ 40 วันโดยการโรยข้างๆ ต้น

2.1.6.2 การให้น้ำ ควรให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ โดยปล่อยไปตามร่องระหว่างแปลงประมาณ 7-10 วัน/ครั้ง ในเขตร้อนและแห้งแล้งจำเป็นต้องให้น้ำมากขึ้นและเมื่อกะหล่ำปลีเข้าปลีเต็มที่แล้วควรลดปริมาณน้ำให้น้อยลง เพราะหากกะหล่ำปลีได้รับน้ำมากเกินไปจะทำให้ปลีแตกได้

2.1.6.3 การพรวนดินและกำจัดวัชพืช ในระยะแรก ๆ ควรปฏิบัติบ่อย ๆ เพราะวัชพืชจะเป็นตัวแย่งอาหารในดินรวมทั้งเป็นที่อาศัยของโรคและแมลงอีกด้วย

2.1.7 การเก็บเกี่ยว อายุการเก็บเกี่ยวของกะหล่ำปลีตั้งแต่ปลูกจนถึงวันเก็บเกี่ยวขึ้นอยู่กับลักษณะของแต่ละพันธุ์ สำหรับพันธุ์เบาที่นิยมปลูกจะมีอายุประมาณ 50-60 วัน แต่พันธุ์หนักมีอายุถึง 120 วันการเก็บควรเลือกหัวที่ห่อหัวแน่นและมีขนาดพอเหมาะ กะหล่ำปลี 1 หัวมีน้ำหนักประมาณ 2-3 กิโลกรัม หากปล่อยไว้นานหัวจะหลวมลง ทำให้คุณภาพของหัวกะหล่ำปลีลดลง การเก็บควรใช้มีดตัดให้ใบนอกที่หุ้มหัวติดมาด้วยเพราะจะทำให้สามารถเก็บรักษาได้ตลอดวัน เมื่อตัดและขนออกนอกแปลงแล้วให้ตัดแต่งใบนอกออกเหลือเพียง 2-3 ใบ เพื่อป้องกันความเสียหาย เนื่องจากการบรรจุและขนส่ง จากนั้นคัดแยกขนาด แล้วบรรจุถุง

2.1.8 โรคและแมลง

2.2.8.1 โรคเน่าเละของกะหล่ำปลี

สาเหตุ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ชื่อวิทยาศาสตร์ *Erwinia carotovora* (Jones) Bergey

ลักษณะอาการ โรคนี้พบได้เกือบทุกระยะการเจริญเติบโตแต่พบมากในระยะที่กะหล่ำปลีห่อหัว โดยในระยะแรกพบเป็นจุดหรือบริเวณมีลักษณะฉ่ำน้ำคล้ายรอยช้ำ ต่อมาแผลจะขยายลุกลามออกไป ทำให้เกิดการเน่าเละเป็นเมือกเยิ้มมีกลิ่นเหม็นจัด เมื่ออาการรุนแรงจะทำให้กะหล่ำปลีเน่าเละทั้งหัวและหักพับลง

การป้องกันกำจัด

1) ระมัดระวังอย่าให้เกิดแผลหรือรอยช้ำทั้งขณะเก็บเกี่ยวและขนส่ง
2) ฉีดพ่นสารกำจัดแมลงปากกัดหรือแมลงวันในแปลงปลูก
3) กำจัดเศษวัชพืชออกจากแปลง อย่าไถกลบ
4) ในแปลงปลูกควรมีการระบายน้ำดี
5) หลังจากเก็บเกี่ยวแล้วให้เก็บผักไว้ในที่อุณหภูมิต่ำประมาณ 10 องศาเซลเซียส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.1.8.2 โรคเน่าดำ

สาเหตุ เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย ชื่อวิทยาศาสตร์ *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson ซึ่งจะเข้าทำลายทางรูใบที่อยู่ตามขอบใบลักษณะอาการ ใบจะแห้งจากด้านขอบใบเข้าไปเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีปลายแหลมชี้ไปที่เส้นกลางใบ บนเนื้อเยื่อที่แห้งจะมีเส้นใยสีดำเห็นชันเจน อาการใบแห้งจะลุกลามไปจนถึงเส้นกลางใบและลุกลามลงไปถึงก้านใบทำให้เกิดอาการใบเหลืองเหี่ยวและแห้งตายกะหล่ำปลีจะชะงักการเจริญเติบ โตและอาจตายได้ โดยเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคนี้จะอาศัยอยู่ในดิน เมื่อฝนตกจะระบาดไปทั่วนอกจาก นี้ยังสามารถติดไปกับเมล็ดผักได้อีกด้วย

การป้องกันกำจัด

1) ก่อนนำเมล็ดพันธุ์ผักไปปลูกควรแช่เมล็ดพันธุ์ผักในน้ำอุ่นที่อุณหภูมิ ประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20-30 นาทีเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่ติดในเมล็ด

2) ไม่ปลูกพืชตระกูลกะหล่ำติดต่อกันเกิน 3 ปี เพราะจะทำให้เป็นแหล่งสะสมโ

2.1.9 แมลงที่สำคัญ ได้แก่

2.1.9.1 หนอนใยผัก ชื่อทางวิทยาศาตร์ *Plutella xylostella* Linnaeus หนอนใยผักเป็นหนอนผีเสื้อที่มีขนาดเล็กที่สุดในบรรดาหนอนผีเสื้อศัตรูผัก จะมีลักษณะหัวท้ายแหลม เมื่อถูกตัวจะดิ้นอย่างแรง และทิ้งตัวลงดินโดยการสร้างใย มักจะพบตัวแก่ตามใบโดยเกาะอยู่ในลักษณะยกหัวขึ้น หนอนใยผักเกิดจากการที่แม่ผีเสื้อวางไข่ไว้ ไข่มีขนาดเล็กค่อนข้างแบนสีเหลือง วางติดกัน 2-5 ฟอง อายุไข่ประมาณ 3 วัน อายุดักแด้ 3-4 วัน ตัวเต็มวัยมีสีเหลืองเทา ตรงส่วนหลังมีแถบสีเหลือง อายุตัวเต็มวัย 1 สัปดาห์ การทำลายของหนอนใยผักจะกัดกินผักอ่อน ดอกหรือใบที่หุ้มอยู่ทำให้ใบเป็นรูพรุน หนอนใยผักมีความสามารถในการทนต่อสารเคมี และปรับตัวต้านทานต่อสารเคมีป้องกันกำจัดได้ดี

การป้องกันกำจัด

1) ใช้สารเคมีกำจัดตัวหนอนโดยตรง

2) โดยการใช้เชื้อแบคทีเรีย บาซิลลัสทรูรินเจนซิส ทำลาย

3) หมั่นตรวจดูแปลงกะหล่ำปลี เมื่อพบตัวหนอนควรรีบทำลายทันที

2.1.9.2 หนอนกระทู้ผัก ชื่อวิทยาศาสตร์ *Spodoptera litura* Fabricius หนอนกระทู้ผักมักพบบ่อยในพวกผักกาดโดยจะกัดกินใบ ก้าน หรือเข้าทำลายในหัวปลี มักจะเข้าทำลายเป็นหย่อม ๆ ตามจุดที่ผีเสื้อวางไข่ หนอนชนิดนี้สังเกตได้ง่ายคือลำตัวอ้วนป้อม ผิวหนังเรียบคล้ายหนอนกระทู้หอม มีสีสันต่าง ๆ กัน มีแถบสีขาวข้างลำตัวแต่ไม่ค่อยชัดนัก เมื่อโตเต็มที่จะมีขนาด3-4 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เคลื่อนไหวช้า ระยะตัวหนอนประมาณ 15-20 วัน และจะเข้าดักแด้ตามใต้ผิวดิน ระยะดักแด้ประมาณ 7-10 วัน การทำลายจะกัดกินก้านใบและปลีในระยะเข้าปลี

การป้องกันกำจัด

1) หมั่นตรวจดูสวนผัก เมื่อพบหนอนกระทู้ผักควรทำลายเสียเพื่อป้องกันไม่ให้มีการระบาดลุกลามต่อไป

2) ฉีดพ่นด้วยสารเคมี เช่น เมโธมิลอัตรา 10-12 กรัม/น้ำ 20 ลิตร หรืออาจใช้เมวินพอส 20-30 มิลลิลิตร/น้ำ 20 ลิตร

2.1.9.3 หนอนเจาะยอดกะหล่ำ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Hellula undalis* Fabricius จะพบระบาดทำความเสียหายให้แก่พืชผักในตระกูลกะหล่ำ โดยหนอนจะเจาะเข้าไปกัดกินในหัวหรือยอดผักที่กำลังเจริญเติบโตทำให้ยอดขาดไม่เข้าหัว ถ้าระบาดในระยะออกดอกจะเจาะเข้าไปในลำต้น ก้านดอก หรือในระยะเล็กจะกัดกินดอกควรปฏิบัติตั้งแต่ระยะแรกโดยการเลือกกล้าผักที่ไม่มีไข่หรือหนอนเล็กติดมา จะช่วยป้องกันมิให้หนอนเข้าไปทำลายส่วนสำคัญของพืช เช่น หัวหรือก้านดอกได้ นอกจากนี้อาจใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัด โดยหากเป็นแหล่งปลูกผักที่ไม่ค่อยมีการใช้สารเคมีกันมาก่อน ควรใช้เมวินฟอสหรือเมทโธมิล ควรเลือกใช้สารเคมีชนิดนี้ในระยะใกล้เก็บผักสด และถ้าเป็นแหล่งที่เคยปลูกผักและมีการใช้สารเคมีมาก่อน ควรเลือกใช้สารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ทั้งหลายในอัตรา 20-30 มิลลิลิตร วิธีการใช้สารเคมีชนิดนี้คือใช้เมื่อพบไข่หรือหนอนเริ่มเข้าทำลาย ช่วงเวลาพ่นประมาณ 7 วัน/ครั้ง

2.1.10 แมลงศัตรูอื่น ๆ ได้แก่

2.1.10.1 ด้วงหมัดผัก ชื่อวิทยาศาสตร์ *Phyllotreta sinuata* Stephens หรือ *P.chontanica* Dueriv จะพบการทำลายได้ตลอดปี ป้องกันโดยการฉีดพ่น ด้วยเซฟวิน 85 หรือแลนเนท

2.1.10.2 มดคันไฟ ชื่อวิทยาศาสตร์ *Solenopsis geminata* Fabricius จะทำลายช่วงก่อนกล้างอก สังเกตได้จากทางเดินของมดป้องกันกำจัดโดยใช้เซฟวิน 85 และคูมิฟอส รดแปลงกล้า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 2-2 ถั่วฝักยาว (สำนักงานเกษตรอำเภอนครหลวง, 2550)

2.2 ถั่วฝักยาว (สำนักงานเกษตรอำเภอนครหลวง, 2550)

2.1.1 ลักษณะทั่วไป ถั่วฝักยาว (Yard – long bean, Asparagus bean) จัดเป็นพืชผักในตระกูลถั่ว ปลูกได้ตลอดปี แต่ปลูกได้ผลที่สุดคือ ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤศจิกายน เป็นผักชนิดหนึ่งที่ชาวเอเชียนิยมบริโภคมาก โดยเฉพาะชาวฮ่องกงและสิงคโปร์ นอกจากตลาดเอเชียแล้ว ตลาดต่างประเทศทางยุโรป ซึ่งมีคนเอเชียอพยพเข้าไปอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก เช่น ฝรั่งเศส อังกฤษ และเยอรมันฝั่งตะวันตก ตลอดจนประเทศทางแถบตะวันออกกลางก็นับว่าเป็นตลาดที่ค่อนข้างจะมีความต้องการสูง จึงนับได้ว่าถั่วฝักยาวเป็นพืชผักชนิดหนึ่งที่นิยมบริโภคทั้งภายในและนอกประเทศ ถั่วฝักยาว เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีความสำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย นอกจากจะใช้ปรุงอาหาร บางชนิดใช้บริโภคสดในชีวิตประจำวันแล้ว ยังใช้เป็นวัตถุดิบในด้านอุตสาหกรรมบรรจุกระป๋องและแช่แข็งด้วยถั่วฝักยาวมีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศจีนและอินเดีย เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีลำต้นเป็นเถาเลื้อย การเลื้อยของเถา มีทิศทางการพันทวนเข็มนาฬิกา การปลูกโดยการทำค้างจะทำให้ผลผลิตสูงขึ้น ถั่วฝักยาวนอกจากจะเป็นพืชผักที่มีคุณค่าทางอาหารแล้ว การปลูกถั่วฝักยาวจะช่วยปรับปรุงบำรุงดินด้วย เพราะโดยธรรมชาติแล้ว ระบบรากของพืชตระกูลถั่วจะมีการตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาไว้ในดิน นับว่าเป็นพืชที่มีประโยชน์หลายอย่าง

2.2.2 ลักษณะทางพฤกศาสตร์ ถั่วฝักยาวมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Vigna unguiculata* (L.) Walp อยู่ในตระกูล Leguminosae หรือ Fabaceae เป็นพืชที่มีลำต้นเป็นเถาเลื้อยพัน ไม่มีมือเกาะ เป็นพืชฤดูเดียว ใบ มีลักษณะเป็น 3 แฉกดอก อาจเกิดดอกเดียวหรือเป็นช่อ ดอกมีสีขาวหรือสีม่วงฝัก จะมีความยาว 30 – 75 เซนติเมตร มีเมล็ดรูปไตอยู่ภายในแต่ละเมล็ดยาวประมาณ 8 – 12 มิลลิเมตร เมล็ดอ่อนมีสีเขียว เมล็ดแก่อาจมีสีขาว ดำหรือน้ำตาลแดง หรือสีแดงสลับขาว ขึ้นอยู่กับชนิดพันธุ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2.3 พันธุ์อาจแบ่งพันธุ์ของถั่วฝักยาว โดยอาศัยแหล่งที่มาและอาศัยสีของเมล็ดคือ

2.2.3.1 แบ่งตามแหล่งที่มาของพันธุ์

2.2.3.1.1 พันธุ์ของทางราชการ ได้แก่ พันธุ์ ก 2-1A (จากกรมวิชาการเกษตร) พันธุ์ มก.8 (จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

2.2.3.1.2 พันธุ์ของบริษัทเอกชน ได้แก่ พันธุ์ RW 24 พันธุ์สองสี พันธุ์เขียวดก พันธุ์กรีน พอท พันธุ์แอร์โรว์ พันธุ์เอเชียนนิโกร พันธุ์เกาชุง เป็นต้น

2.2.3.1.3 พันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ พันธุ์พื้นเมืองของท้องถิ่นต่าง ๆ เช่น พันธุ์ถั่วค้าง (สระบุรี) พันธุ์ดำเนิน (ราชบุรี) พันธุ์พื้นเมือง (ตรัง) พันธุ์พื้นเมือง (หนองคาย) เป็นต้น

2.2.3.2 แบ่งตามลักษณะสีของเมล็ดพันธุ์

2.2.3.2.1 เมล็ดสีแดง ดอกสีม่วงอ่อนหรือสีม่วง ฝักสีเขียว หรือเขียวเข้ม

2.2.3.2.2 เมล็ดสีแดงเข้ม ดอกสีม่วง ฝักสีม่วงเข้ม

2.2.3.2.3 เมล็ดสีขาว ดอกสีครีม ฝักสีเขียวอ่อน

2.2.3.2.4 เมล็ดสีดำ ดอกสีม่วง ฝักสีเขียวเข้ม

2.2.3.2.5 เมล็ดสีแดงด่างขาว ดอกสีม่วง ฝักสีเขียว

นอกจากนี้มหาวิทยาลัยขอนแก่นได้พัฒนาพันธุ์ถั่วพุ่ม ซึ่งให้ฝักที่มีลักษณะเช่นเดียวกับถั่วฝักยาว แต่ไม่ต้องใช้ค้าง ทนต่อสภาพแห้งแล้ง ได้แก่ พันธุ์ มข. 25

2.2.4. สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

2.2.4.1 ดินฟ้าอากาศที่เหมาะสม ถั่วฝักยาวปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ชอบอากาศค่อนข้างร้อน ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในระหว่าง 16-24 องศาเซลเซียส สามารถปลูกได้ในดินทุกชนิด แต่ปลูกได้ดีในดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำได้ดี สภาพความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ระหว่าง 5.5-6.0 และเป็นพืชที่ต้องการแสงแดดตลอดวัน

2.2.4.2 ฤดูปลูก ถั่วฝักยาวเป็นผักที่ปลูกได้ทุกฤดูกาลใน เขตร้อน ชอบอากาศค่อนข้างร้อน ฝนไม่ชุก ถ้าอากาศร้อนเกินไปหรือฝนตกชุก จะทำให้ดอกร่วงและฝักร่วงถ้าอากาศหนาวเกินไปจะชะงักการเจริญเติบโต เนื่องจากระบบรากไม่ทำงาน ดังนั้นถั่วฝักยาวมักให้ผลผลิตในช่วงฤดูแล้งสูงกว่าในฤดูฝน แต่ในช่วงฤดูฝนหากมีการดูแลรักษาที่ดี คุณภาพของฝักที่ได้จะสมบูรณ์กว่าในช่วงฤดูร้อน

2.2.4.3 พื้นที่ปลูก แหล่งปลูกที่สำคัญได้แก่ ราชบุรี นครปฐม สระบุรี ปทุมธานี อ่างทอง นครนายก นครราชสีมา หนองคาย อุดรธานี บุรีรัมย์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี ตรัง นครสวรรค์ เชียงใหม่ ลำปาง เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.2.5 การปลูก

2.2.5.1 ดินและการเตรียมดิน ถั่วฝักยาวสามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกชนิด แต่ลักษณะดินที่มีความเหมาะสมในการปลูก คือดินร่วนทราย หรือดินร่วนปนทราย และความเป็นกรดและด่างของดิน (pH) มีค่าระหว่าง 5.5-6

2.2.5.2 การเตรียมดิน ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่มีระบบรากละเอียดอ่อน การเตรียมดินที่ดีจะช่วยให้การเจริญเติบโตสมบูรณ์และสม่ำเสมอ ขั้นตอนแรกให้ไถพรวนความลึกประมาณ 6-8 นิ้ว ตากดินทิ้งไว้ 5-7 วัน เพื่อทำลายไข่แมลง และศัตรูพืชบางชนิด เก็บเศษวัชพืชออกจากแปลงให้หมด จากนั้นจึงไถคราดควรใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมักที่สลายตัวแล้ว เพื่อปรับปรุงโครงสร้างของดินให้ดีขึ้น การยกร่องสำหรับถั่วฝักยาวนั้น ปกติจะยกร่องกว้างประมาณ 1-1.2 เมตร โดยให้ความยาวเหมาะสมกับสภาพแปลง และเตรียมร่องระหว่างแปลงสำหรับเข้าไปปฏิบัติงาน กว้างประมาณ 0.5-0.8 เมตร ในสภาพพื้นที่ ที่ไม่เคยมีการวิเคราะห์ดินมาก่อน ควรเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์เคมี เพื่อให้ทราบถึงความจำเป็นและได้ข้อมูลในการปรับปรุงบำรุงดินให้เหมาะสมต่อไป

2.2.5.3 การเตรียมเมล็ดพันธุ์ ปกติในการปลูกถั่วฝักยาวในเนื้อที่ 1 ไร่ใช้เมล็ดพันธุ์ 3-4 กิโลกรัม นำเมล็ดพันธุ์ไปทดสอบความงอกคัดเมล็ดที่มีตำหนิออกและควรคลุกเมล็ดด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงเพื่อป้องกันแมลงเข้าทำลายด้วย

2.2.5.4 การเตรียมหลุมปลูก ให้ใช้จอบขุดหลุมให้ระยะระหว่างแถวห่างกัน 0.8 เมตร ระยะระหว่างหลุม 0.5 เมตร โดยให้หลุมลึกประมาณ 4-6 นิ้ว ใช้ปุ๋ยเคมีสูตรที่เหมาะสมกับถั่วฝักยาว เช่น 15-15-15 13-13-21 12-24-12 5-10-5 หรือ 6-12-12 ใส่หลุมละ 1/2 ช้อนแกง (10-15 กรัม) คลุกเคล้าให้เข้ากัน

2.2.5.5 การปลูกโดยหยอดเมล็ด หลุมละ 4 เมล็ด แล้วกลบดินให้ลึกประมาณ 5 เซนติเมตร แล้วจึงรดน้ำทันที สำหรับการให้น้ำระยะ 1-7 วัน ควรให้น้ำทุกวัน ๆ ละ 1 ครั้ง ทั้งนี้ให้พิจารณาสภาพภูมิอากาศ และสภาพดินด้วย

2.2.5.6 การถอนแยก หลังจากหยอดเมล็ดแล้วประมาณ 5-7 วัน เมล็ดจะเริ่มงอก เมื่อมีใบจริงประมาณ 4 ใบ ให้ถอนแยกเหลือต้นแข็งแรงไว้ 2 ต้นต่อหลุม ขณะที่ถอนแยกให้พรวนดินและกำจัดวัชพืช เพื่อไม่ให้วัชพืชมาแย่งน้ำ และอาหารจากถั่วฝักยาว

2.2.6 การดูแลรักษา ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ต้องการการดูแลรักษาอย่างใกล้ชิด การดูแลรักษาที่ดีจะมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตอย่างมาก ขั้นตอนต่าง ๆ ของการดูแลรักษานั้นมีดังนี้

2.2.6.1 การให้น้ำถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ แต่ไม่ควรแฉะเกินไป ระยะเจริญเติบโตหลังจากถอนแยกแล้วควรให้น้ำทุก 3-5 วันต่อครั้ง ให้ตรวจสอบความชื้นในดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ระบบการให้น้ำอาจใช้วิธีการใส่น้ำเข้าตามร่อง หรืออาจจะใช้วิธีการตัก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รดโดยตรง ขึ้นอยู่กับแหล่งน้ำที่มี สภาพพื้นที่ปลูกและความชำนาญของผู้ปลูก

2.2.6.2 การปักค้าง ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ต้องอาศัยค้างเพื่อเกาะพยุงลำต้นให้เจริญเติบโต ไม้ที่ใช้สำหรับทำไม้ค้างนั้นใช้ไม้ไผ่ หรือไม้อื่น ๆ ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น โดยความยาวของไม้มีความยาวประมาณ 2.5-3 เมตร หรืออาจจะสร้างโครงเสาแล้วใช้ลวดขึงด้านบน และใช้เชือกห้อยลงมายังลำต้นถั่วฝักยาวให้เลื้อยขึ้น ระยะเวลาการใส่ค้างถั่วฝักยาวนั้นจะเริ่มใส่หลังจากงอกแล้ว 15-20 วัน โดยจับต้นถั่วฝักยาวให้พันเลื้อยขึ้นค้างในลักษณะ ทวนเข็มนาฬิกา วิธีการปักค้างทำได้หลายวิธี เช่น

2.2.6.2.1 ปักไม้ค้างหลุมละ 1 ค้างโดยให้ตั้งฉากกับผิวดิน

2.2.6.2.2 ปักไม้ค้างหลุมละ 1 ค้าง โดยให้เอียงเข้าหาร่องเป็นคู่และมัดปลายเข้าด้วยกันใช้ไม้ไผ่พาดยึดค้างด้านบนให้แข็งแรง

2.2.6.2.3 ปักไม้ค้างหลุมละ 1 ค้าง โดยให้เอียงเข้าหากันกลางร่องเป็นคู่ แล้วมัดปลาย เช่น เดียวกับ ข้อ 2.2 แต่ใช้ไม้ค้ำยันแต่ละคู่เป็นแบบกระโจม

2.2.6.2.4 การใช้เชือกแทนค้าง พบว่าในแหล่งที่หาค้างยาก ผู้ปลูกพยายามใช้เชือกแทนค้าง ซึ่งมีความเป็นไปได้สูงดังนั้น การปลูกถั่วฝักยาวควรมีการทดสอบการใช้เชือกแทนค้างเพื่อหาข้อมูลสำหรับการลดต้นทุนการผลิตต่อไป

2.2.6.3 การใส่ปุ๋ย ถั่วฝักยาวเป็นพืชที่ต้องการธาตุฟอสฟอรัสสูงในการสร้างดอก ในทางวิชาการแนะนำให้ใช้ปุ๋ยอัตราส่วนของไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P_2O_5) และโปแตสเซียม (K_2O) คือ 1:1.5-2:1 ปุ๋ยสูตรดังกล่าวไม่มีจำหน่ายในท้องถิ่น อาจใช้สูตร 15-15-15 ซึ่งใช้ในสภาพดินที่เป็นดินเหนียว หรือสูตร 13-13-21 ในสภาพดินที่เป็นดินทราย สำหรับการใส่นั้นควรแบ่งใส่ดังนี้คือ

2.2.6.3.1 ใส่ขณะที่เตรียมหลุมปลูกตามที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น

2.2.6.3.2 ใส่เมื่อต้นถั่วอายุประมาณ 15 วัน โดยการพรวนดินแล้วโรยปุ๋ยรอบ ๆ ต้น ให้ห่างจากโคนต้นประมาณ 10 เซนติเมตร ในอัตรา 1 ช้อนแกง (25-30 กรัม) ต่อหลุม แล้วใช้ดินกลบเพื่อป้องกันไม่ให้ปุ๋ยสูญเสียไป การใส่ปุ๋ยร่วมกับปุ๋ยคอกในระยะนี้ จะทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2.6.3.3 ใส่เมื่อเก็บผลครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 55 วัน โดยใส่ปุ๋ยประมาณ 2 ช้อนแกงต่อต้น และหลังจากนั้นให้ใส่ปุ๋ยทุก ๆ 7-10 วัน การใส่ปุ๋ยระหว่างช่วงเก็บเกี่ยวอย่างสม่ำเสมอและปริมาณพอจะทำให้เก็บถั่วฝักยาวได้นาน โดยผลผลิตมีคุณภาพดี และปริมาณผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น

2.2.6.4 การกำจัดวัชพืช หลังจากถั่วฝักยาวงอกแล้ว ต้องคอยดูแลวัชพืชในแปลงปลูก โดยทั่วไปแล้วจะกำจัดวัชพืช หลังจากเมล็ดงอกแล้วประมาณ 10-15 วัน หรือก่อนที่จะปักค้าง หลังจากนั้นจึงคอยสังเกตจำนวนวัชพืชในแปลง หากพบวัชพืชควรกำจัด และเมื่อต้นถั่วเจริญเติบโตคลุมแปลงแล้วจะทำให้การแข่งขันของวัชพืชลดลง ในการกำจัดวัชพืชในระยะที่ถั่วฝักยาวเริ่มออก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ดอกนั้น ต้องเพิ่มควรระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากการกำจัดวัชพืชอาจกระทบกระเทือนรากอันเป็นสาเหตุให้ดอกร่วงได้

2.2.7 การเก็บเกี่ยว

2.2.7.1 ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมเริ่มเก็บเกี่ยวถั่วฝักยาวเมื่ออายุ 40 - 50 วันหลังปลูก หรือหลังดอกบานประมาณ 6-8 วัน จำนวนวันที่เก็บเกี่ยวจากครั้งแรก จนถึงครั้งสุดท้าย 30-45 วัน

2.2.7.2 การเก็บเกี่ยวให้ปลิดขั้ว ระวังไม่ให้ดอกใหม่หลุดเสียหายเพราะจะกระทบกระเทือนต่อปริมาณผลผลิต ลักษณะการเก็บให้ทยอยเก็บทุกวัน โดยไม่ปล่อยให้ฝักแก่ตกคาต้น

2.2.8 โรคที่สำคัญและการป้องกันกำจัด

2.2.8.1 โรคเหี่ยว

สาเหตุ เชื้อรา ชื่อวิทยาศาสตร์ *Fusarium oxysporum* Schltdl.

ลักษณะอาการ ต้นเหี่ยว เริ่มจากใบล่างแสดงอาการใบเหลือง แล้วแห้งลามขึ้นมาสู่ส่วนบน จนในที่สุดใบเหลืองแห้งตายทั้งต้น ส่วนของลำต้นเหี่ยวแห้ง และบริเวณคอดินหรือเหนือดินเล็กน้อยมีสีแดง หรือสีคล้ำกว่าส่วนอื่นอาการใบเหลืองเกิดกระจายเป็นหย่อม ๆ เริ่มแสดงอาการเมื่อถั่วฝักยาวอายุประมาณ 1 เดือน และมีอาการรุนแรงในดินที่มีสภาพเป็นกรดจัด ความชื้นสูง

ช่วงเวลาระบาด พบระบาดรุนแรงในช่วงความชื้นสูง

การป้องกันกำจัด เมื่อเริ่มมีโรคระบาดในแปลง ใช้น้ำปูนใสรดให้ทั่วไม่จำเป็นต้องให้สารป้องกันกำจัดโรคพืช

2.2.8.2 โรคราแป้ง

สาเหตุ เชื้อรา ชื่อวิทยาศาสตร์ *Oidium* spp. L.

ลักษณะอาการ เกิดได้กับทุกส่วนของพืชไม่ว่าจะเป็นใบ ลำต้น หรือฝัก พบอาการเริ่มแรกที่ใบ โดยเฉพาะใบล่าง ปรากฏผงสีขาวเกาะอยู่ทั้งบนใบและใต้ใบลำต้นและกิ่งจะเริ่มแสดงอาการจากบริเวณโคนต้นเช่นกัน แล้วค่อย ๆ ลามสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ อาการขั้นสุดท้ายต้นถั่วจะแห้งตาย โรคนี้สามารถแพร่กระจายได้โดยติดไปกับเมล็ดพันธุ์

ช่วงเวลาระบาด ระบาดมากปลายฤดูฝน

การป้องกันกำจัด พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืช

2.2.8.3 โรคราสนิม

สาเหตุ เชื้อรา ชื่อวิทยาศาสตร์ *Uromyces fabae* Pers.

ลักษณะอาการ เกิดเป็นจุดเล็ก ๆ สีเหลืองซีดใต้ใบ ต่อมาตรงกลางของจุดนั้นจะนูนสูงขึ้นและแตกออกเป็นผงสีน้ำตาลแดง ถ้าเกิดโรครุนแรงมีจุดจำนวนมากทำให้ใบเหลืองและร่วงหลุดไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ช่วงเวลาระบาด พบระบาดรุนแรงเมื่อความชื้นสูงและอากาศเย็น

การป้องกันกำจัด เมื่อเริ่มพบโรคพ่นสารป้องกันกำจัดพืช

2.2.8.4 โรคใบด่าง

สาเหตุ เชื้อไวรัส (cymbidium mosaic virus)

ลักษณะอาการ เกิดอาการใบด่างสีเหลืองสลับเขียว เห็นได้ชัดที่ใบอ่อน ฝักบิดเป็นเกลียว โรคนี้ติดมากับเมล็ดพันธุ์ และมีเพลี้ยอ่อน (*Aphis* spp.) ถั่วฝักยาวเป็นแมลงพาหะ

ช่วงเวลาระบาด พบระบาดรุนแรงในแหล่งปลูกที่มีเพลี้ยอ่อนระบาด

การป้องกันกำจัด

1) เก็บต้นที่เป็นโรคเผาทำลาย

2) ไม่ควรเก็บเมล็ดพันธุ์จากต้นที่เป็นโรค

3) กำจัดเพลี้ยอ่อนถั่วฝักยาวด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง

2.2.9 แมลงและการป้องกันกำจัด

2.2.9.1 หนอนแมลงวันเจาะต้นถั่ว ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Melanagromyza sojae* Zehntner หรือ *Ophiomyia phaseoli* Tryon

ลักษณะและการทำลาย ตัวเต็มวัยเป็นแมลงวันขนาดเล็ก สีดำวางไข่ในส่วนเนื้อเยื่อถั่วฝักยาวและดูดกินน้ำเลี้ยงที่ซึมออกมาจากเนื้อเยื่อที่ถูกทำลายจากการวางไข่ หนอนจะเจาะเข้าไปกัดกินภายในส่วนต่าง ๆ ทำให้ต้นกล้าถั่วฝักยาวตาย ถ้าเป็นต้นโตจะทำให้ต้นและเถาเหี่ยว

ช่วงเวลาระบาด พบระบาดในช่วงก่อนออกดอก

การป้องกันกำจัด ในพื้นที่ ที่มีประวัติการระบาด ก่อนปลูกควรรองก้นหลุมหรือคลุกเมล็ดด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง หรือหากจำเป็นให้พ่นสารเคมี

2.2.9.2 หนอนเจาะฝักถั่วลายจุดชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Maruca testulalis* Hubner

ลักษณะและการทำลาย ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนขนาดเล็ก วางไข่บนกลีบดอกถั่วฝักยาว หนอนระยะแรกมีสีขาวนวลอกด้านบนสีน้ำตาลดำ หนอนจะแทรกเข้าไประหว่างรอยต่อของกลีบดอก กัดกินเกสรภายในดอกทำให้ดอกร่วง เมื่อโตขึ้นจะเจาะรูและเข้าไปกัดกินภายในฝักถั่ว

การป้องกันกำจัด ไถพรวน พลิกและตากหน้าดิน เพื่อกำจัดดักแด้ หรือใช้สารป้องกันกำจัดแมลง

2.2.9.3 หนอนกระทู้หอม ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Spodoptera exigua* Hubner

ลักษณะและการทำลาย ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อตอนกลางคืน วางไข่เป็นกลุ่มสีขาว มีขนปกคลุมอยู่ใต้ใบถั่วฝักยาว หนอนจะทำความเสียหายรุนแรงเมื่ออยู่ในวัยที่ 3 ขึ้นไป โดยหนอนจะกัดกินทุกส่วนของถั่วฝักยาว หนอนโตเต็มที่จะเข้าดักแด้ในดิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ช่วงเวลาระบาด สามารถระบาดได้ตลอดฤดูปลูก

การป้องกันกำจัด

1) เก็บกลุ่มไข่และตัวหนอนทำลาย

2) ไถพรวน พลิกและตากหน้าดิน เพื่อกำจัดดักแด้

3) หากจำเป็นให้ใช้สารป้องกันกำจัดแมลง

2.2.9.4 เพลี้ยอ่อนถั่วฝักยาว ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Aphis glycines* Mats.

ลักษณะและการทำลาย ตัวเต็มวัยและตัวอ่อนมีสีน้ำตาลเข้มจนเกือบดำ จะดูดกินน้ำเลี้ยงที่ยอด ช่อดอก และฝักอ่อน ทำให้ยอดแกร็นไม่สามารถคลี่ใบ ทำให้ดอกร่วง และฝักไม่สมบูรณ์

ช่วงเวลาระบาด พบระบาดรุนแรงในช่วงอากาศแห้งแล้ง

การป้องกันกำจัด หากจำเป็นให้ใช้สารป้องกันกำจัดแมลง

2.2.9.5 แมลงวันหนอนชอนใบ ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Liriomyza sativae* Blanchard.

ลักษณะและการทำลาย ตัวเต็มวัยเป็นแมลงวันขนาดเล็ก วางไข่ภายในผิวใบถั่วฝักยาว หนอนชอนไชภายในใบ ทำให้เกิดเส้นสีขาวคดเคี้ยวไปมา การระบาดรุนแรงทำให้ใบร่วง

ช่วงเวลาระบาด สามารถระบาดได้ตลอดฤดูปลูก

การป้องกันกำจัด เผาทำลายเศษใบถั่วที่ถูกทำลาย หากจำเป็นให้ใช้สารป้องกันกำจัดแมลง

2.2.9.6 หนอนกระทู้ผัก ชื่อวิทยาศาสตร์ *Spodoptera litura* Fabricius

ลักษณะและการทำลาย ตัวเต็มวัยเป็นผีเสื้อกลางคืนวางไข่เป็นกลุ่มสีน้ำตาลคล้ายฟางข้าวจำนวนนับร้อยฟองตามใต้ใบ หนอนวัยแรกอยู่รวมเป็นกลุ่มสีน้ำตาลคล้ายฟางข้าวจำนวนนับร้อยฟองตามใต้ใบ หนอนวัยแรกอยู่รวมเป็นกลุ่มแทะกินผิวใบ วัยต่อมาเคลื่อนย้ายกัดกินทุกส่วนของถั่วฝักยาว ทำความเสียหายแก่พืชผักได้มากเนื่องจากเป็นหนอนที่มีขนาดใหญ่ และมีจำนวนมาก หนอนเข้าดักแด้ในดิน

ช่วงเวลาระบาด สามารถระบาดได้ตลอดฤดูปลูก

การป้องกันกำจัด

1) ไถพรวนและตากหน้าดิน เพื่อกำจัดดักแด้ในดิน

2) เก็บกลุ่มไข่ และหนอนทำลาย

3) หากจำเป็นให้ใช้สารป้องกันกำจัดแมลง

2.2.9.7 เพลี้ยไฟ ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Megalurothrips usitatus* Bagnall

ลักษณะและการทำลาย ตัวเต็มวัยเป็นแมลงที่มีขนาดเล็ก ทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัยจะดูดกินน้ำเลี้ยงที่บริเวณยอดใบอ่อน ตาดอกอ่อนของถั่วฝักยาว ทำให้ใบหรือยอดอ่อนหงิกหรือดอกร่วง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ช่วงเวลาระบาด พบระบาดรุนแรงในช่วงอากาศแห้งและฝนทิ้งช่วง

การป้องกันกำจัด หากจำเป็นให้ใช้สารป้องกันกำจัดแมลง

2.2.9.8 ไรขาว ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Polyphagotarsonemus latus* Banks และไรแดง ชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Tetranychus macfarlanei* Barker and Pritchard

ลักษณะและการทำลายเป็นศัตรูพืชที่มีขนาดเล็กมาก ไรขาวจะกินน้ำเลี้ยงใบอ่อนทำให้ใบหงิกแคระแกร็น ส่วนไรแดงจะดูดกินน้ำเลี้ยงใบที่อยู่ระดับกลาง ทำให้ใบมีลักษณะเป็นปื้นสีแดง มักพบรุนแรงในช่วงอากาศแห้งแล้ง

การป้องกันกำจัด ควรตรวจแปลงสม่ำเสมอหากอาการดังกล่าวให้ใช้สารป้องกันกำจัดไร

2.2.10 วัชพืชและการป้องกันกำจัด

2.2.10.1 ชนิดวัชพืช

2.2.10.1.1 วัชพืชฤดูเดียว เป็นวัชพืชที่ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด

1) วัชพืชประเภทใบแคบ เช่น หญ้าตีนนก หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนภา และหญ้าดอกขาว

2) วัชพืชประเภทใบกว้าง เช่น ผักเบี้ยหิน ผักเบี้ยใหญ่ ผักโขม และสาบแร้งสาบกา

3) วัชพืชประเภทกก เช่น หนวดปลาดุก และกกทราย

2.2.10.1.2 วัชพืชข้ามปี เป็นวัชพืชที่ส่วนมากขยายพันธุ์ด้วยต้น ราก เหง้า หัว และไหลได้ดีกว่าขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด วัชพืชข้ามปีที่พบมากได้แก่ แห้วหมู หญ้าชันกาด และกกทราย

การป้องกันกำจัด

1) ไถดิน 1 ครั้ง ตากดิน 7-10 วัน พรวนดิน 1-2 ครั้ง

2) คราดเก็บเศษซาก ราก เหง้า หัว และไหลของวัชพืชข้ามปีออกจากแปลง

3) คลุมแปลงด้วยฟางข้าวหรือพลาสติกทึบแสง

4) กำจัดวัชพืชด้วยแรงงานก่อนวัชพืชออกดอก

5) หากกำจัดพืชด้วยวิธีดังกล่าวไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ อาจใช้สารกำจัดวัชพืช

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

รูปที่ 2-3 แตงกวา (สำนักงานเกษตรอำเภอนครหลวง, 2550)

2.3 แตงกวา (สำนักงานเกษตรอำเภอนครหลวง, 2550)

2.3.1 ลักษณะทั่วไป แตงกวา (Cucumber) เป็นพืชตระกูลเดียวกันกับแตงโม ฟักทอง บวบ มะระ น้ำเต้า ซึ่งมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกภาคของประเทศ มีอายุตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวสั้น โดยใช้เวลาเพียง 30-45 วัน หลังจากปลูกเมื่อเปรียบเทียบรายได้จากการปลูกแตงกวากับพืชอื่น ๆ หลายชนิดแล้ว แตงกวาเป็นพืชหนึ่งที่สามารถทำรายได้ดีทีเดียว สำหรับในแง่ของผู้บริโภคแล้ว แตงกวาที่สามารถนำไปปรุงอาหารได้มากมายหลายชนิด เช่น การนำไปแกงจืด ผัด จิ้มน้ำพริก หรืออาจแปรรูปเป็นแตงกวาดอง จะเห็นได้ว่าแตงกวาเป็นพืชที่เข้ามามีบทบาทต่อการค้าทั้งในและต่างประเทศ

2.3.2. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ไม้เลื้อยที่มีพื้นถิ่นอยู่ในอินเดียมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Cucumis sativus L.* ลำต้นเป็นเถาเลื้อย เป็นเหลี่ยม มีขนขึ้นปกคลุมทั่วไป มีข้อยาว 10-20 เซนติเมตร มือเกาะเกิดออก มาตามข้อ โดยส่วนปลายของมือเกาะไม่มีการแตกแขนงเป็นหลายเส้น ใบมีก้านใบยาว 5-15 เซนติเมตร ใบหยาบมีขนใบมีมุมใบ 3-5 มุม ปลายใบแหลม ใบใหญ่แบบ palmate มีเส้นใบ 5-7 เส้น ดอกเพศเมียเป็นดอกเดี่ยวเกิดจากบริเวณมุม ใบหรือข้อมีกลีบเลี้ยงสีเขียว 5 กลีบ กลีบดอกสีเหลือง 5 กลีบ รังไข่มีลักษณะกลมยาว 2-5 เซนติเมตร มีปุ่มนูนของหนามและขนชัดเจน ส่วนของยอดเกสรตัวเมียมี 2-5 แฉก ส่วนดอกเพศผู้อาจเป็นดอกเดี่ยวหรือเป็นช่อ มีกลีบเลี้ยงและกลีบดอกเหมือนดอกเพศเมีย ละอองเกสรตัวผู้ 3 อัน และมีก้านชูเกสรสั้น ๆ ดอกเพศเมียและดอกเพศผู้บานในตอนเช้าและพร้อมรับการผสมเกสรดอกจะหุบ ตอนบ่ายภายในวันเดียวกัน (สำนักงานเกษตรอำเภอนครหลวง, 2550)

2.3.3 พันธุ์

2.3.3.1 พันธุ์ไมโครซี แตงกวาพันธุ์ลูกผสม อายุเก็บเกี่ยวสั้น ผลดกสีขาว ความยาวผล 8-10 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.3.3.2 พันธุ์เบอร์ 11 แตงกวาพันธุ์ลูกผสม อายุเก็บเกี่ยวสั้น ผลดก ผลยาว ความยาวผล 8-12 เซนติเมตร

2.3.3.3 พันธุ์ บิ๊ก ซี แตงร้านพันธุ์ลูกผสม

2.3.3.4 พันธุ์ 209 แตงร้านพันธุ์ลูกผสม

2.3.3.5 พันธุ์ 215 แตงร้านพันธุ์ลูกผสม

2.3.4. การปลูก

2.3.4.1 ระยะปลูก ระยะระหว่างต้น 60--80 เซนติเมตร ระหว่างแถว 100 เซนติเมตร

2.3.4.2 การเตรียมดิน ไถดินให้ลึก 30-40 เซนติเมตร ตากดินไว้ 7-10 วัน ย่อยดินให้ละเอียด หว่านปูนขาวในอัตรา 100-200 กิโลกรัม/ไร่ พร้อมใส่ปุ๋ยหมักหรือปุ๋ยคอกอัตรา 2,000 กิโลกรัม/ไร่ และปุ๋ยสูตร 46-0-0 ผสมสูตร 15-15-15 อย่างละเท่า ๆกัน อัตรา 30-50 กิโลกรัม/ไร่ คลุกเคล้าในแปลงยกแปลงสูงประมาณ 30 เซนติเมตร กว้าง 120 เซนติเมตร เสร็จรดน้ำและคลุมด้วยพลาสติกเพื่อรักษาความชื้นและป้องกันวัชพืช

2.3.4.3 การปลูก เจาะพลาสติกตามระยะปลูกที่กำหนด นำเมล็ดหยอดตามหลุม 3-4 เมล็ด กลบดินและรดน้ำ เมื่อกล้างอกมีใบจริง 2-3 ใบ ถอนต้นไม่สมบูรณ์ออกเหลือ 2 ต้น หลังปลูก 14 วันควรเด็ดกิ่งแขนง 5 ข้อแรก(ใบ) จากพื้นดินออกแล้วจึงเริ่มปล่อยให้ติดผล หากต้องการคุณภาพผลที่ดีเถาที่แตกใหม่ ควรควบคุมให้มี 2 ข้อ โดยตัดเหนือข้อที่2 ผลผลิตจะทยอยออกสม่ำเสมอ

2.3.5 การดูแลรักษา

2.3.5.1 การให้น้ำพืชตระกูลแตงต้องการน้ำมากสำหรับการเจริญเติบโตของลำต้น และผลตลอดอายุการปลูก แต่การให้น้ำมากเกินไปจะทำให้ ผลผลิตและขนาดของผลลดลง เนื่องจากน้ำจะชะล้างปุ๋ยไปจากบริเวณราก จำนวนครั้งในการให้น้ำขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของดิน

2.3.5.2 การทำค้าง ทำค้างรูปสามเหลี่ยม (กระโจม) สูง 1.80-2.00 เมตร ควรทำการปักไม้ค้างหลังปลูกไม่เกิน 7 วัน หากทำช้าอาจจะปักไม้ค้างโดนรากทำให้รากขาดกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช

2.3.5.3 การใส่ปุ๋ย หลังปลูก 7-15 วัน ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ เพื่อเร่งการเจริญเติบโต ไนโตรเจนมีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตจึงควรให้เป็นระยะ ๆ หลังจากใส่ปุ๋ยครั้งแรก 15-20 วัน ให้ใส่ปุ๋ยสูตร 46-0-0 ผสมปุ๋ยสูตร 15-15-15 สัดส่วน 1:2 อัตรา 30-50 กิโลกรัม/ไร่ สำหรับในช่วงออกดอก-ติดผลให้ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 30 กิโลกรัม/ไร่ โดยใส่ทุกๆ 10 วัน

2.3.6. การป้องกันกำจัดศัตรูพืช

2.3.6.1 วัชพืช กำจัดทุกครั้งที่มีการใส่ปุ๋ย หรือเมื่อเกิดวัชพืชขึ้น

2.3.6.2 โรคราน้ำค้าง เกิดจากเชื้อรา *Peronosclerospora cubensis* (Bruner) Hodges

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ป้องกันกำจัด โดยใช้สารเคมี เช่น แมนโดเซบ คูปราวิท ซีแน็ป เป็นต้น ฉีดพ่นป้องกันหลังจากต้นแตง มีใบจริง 2-3 ใบ โดยฉีดพ่นทุก ๆ 5 วัน จนกระทั่งพืชแข็งแรงพ้นระยะการระบาดของโรค

2.3.6.3 โรคแอนแทกโนส เกิดจากเชื้อรา *Colletotrichum gloesporioides* Penz. ป้องกันและกำจัดโดยหลีกเลี่ยงการปลูกในพื้นที่ที่เคยเกิดโรคนี้มาก่อนเมื่อเกิดโรคนี้พ่นด้วยสารเคมี เช่น เบนเลท แอนทราโคล คูปราวิท

2.3.6.4 แมลง แมลงเต่าทอง ป้องกันและกำจัด โดยหมั่นตรวจดูสวนแตงในเวลาเช้าที่แดดยังไม่จัด การกำจัดทำลายด้วยมือจะช่วย ได้มาก หากระบาดรุนแรงควรใช้สารเคมีฆ่าแมลง เช่น คาร์บาริล หรือ เซฟวิน 85 ใช้ตามอัตราที่ฉลากกำหนด

2.3.7 การเก็บเกี่ยว

2.3.7.1 เก็บเกี่ยวผลแตงในขณะเมล็ดภายในยังอ่อน หรือเก็บในขณะที่สีของผลเปลี่ยนจากสีเขียวอ่อนเป็นสีเขียวเข้ม หรือเก็บในขณะที่เปลือกยังอ่อน อย่าปล่อยให้ผลแก่คาต้น เพราะจะทำให้ผลผลิตลดลง

2.3.7.2 ระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวประมาณ 5 เดือนและจะเก็บเกี่ยวได้ประมาณ 100 ผลต่อต้น โดยทั่วไปแตงจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้ หลังจากหยอดเมล็ด 40-60 วัน และจะเก็บเกี่ยวหลังจากดอกบาน 10-40 วัน ผลผลิต 2,500-4,000 กิโลกรัม/ไร่

2.3.8 แมลงและการป้องกันจำกัด

2.3.8.1 เพลี้ยไฟ (Thrips) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Haplothrips floricola* Priesner

ลักษณะ เป็นแมลงขนาดเล็ก ตัวสีน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลแก่ พบตามยอดใบอ่อน ดอกและผลอ่อน

การทำลาย ดูดน้ำเลี้ยงที่ใบ ดอกอ่อน และยอดอ่อน ทำให้ใบม้วนหงิกงอ รูปร่างผิดปกติเป็นกระจุก มีสีสลับเขียวเป็นทาง ระบาดมากในช่วงที่มีอากาศแห้งแล้งฝนทิ้งช่วง นับเป็นแมลงที่เป็นปัญหาสำคัญที่สุดในการปลูกแตงกวา

การป้องกันกำจัด ให้น้ำเพิ่มความชื้นในแปลงปลูก โดยให้น้ำเป็นฝอยตอนเช้าและตอนเย็น จะช่วยลดปัญหาของเพลี้ยไฟได้ ใช้สารฆ่าแมลง คือ สารคาร์โบฟูราน ได้แก่ ฟูราดาน 3 จี หรือ คูราแทร์ 3 จี 1 ช้อนชาต่อหลุม ใส่พร้อมกับการหยอดเมล็ด จะป้องกันได้ประมาณ 2 สัปดาห์ กรณีที่เริ่มมีการระบาดให้ใช้สารฆ่าแมลง ได้แก่ พอสซ์เมซูโรล แลนเนท ไดคาร์โซล ออลคอล อะโซดริน โตกุไทออน หรือทามารอน เป็นต้น

2.3.8.2 เพลี้ยอ่อน (Aphids) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Aphids gossypii* Glover

ลักษณะ เป็นแมลงขนาดเล็ก ลำตัวคล้ายผลฝรั่ง มีท่อเล็ก ๆ ยื่นยาวออกไปทางส่วนท้ายของลำตัว 2 ท่อน เป็นแมลงปากดูด ตัวอ่อนสีเขียว ตัวแก่สีดำและมีปีก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การทำลาย ดูดน้ำเลี้ยงที่ใบและยอดอ่อน ทำให้ใบม้วน ต้นแคระแกร็น และยังเป็นพาหนะนำไวรัสด้วย มักระบาดมากในช่วงอากาศร้อนและแห้งซึ่งเป็นตอนที่พืชขาดน้ำ โดยมีมดเป็นตัวนำหรือการบินย้ายที่ของตัวแก่

การป้องกันกำจัด ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงเช่นเดียวกับการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ

2.3.8.3 ไรแดง (Red spider mites) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Tetranychus* spp. Dufour

ลักษณะ ไม่ได้เป็นแมลงแต่เป็นสัตว์ที่มีขา 8 ขา มีขนาดเล็กมาก มองเห็นเป็นจุดสีแดง

การทำลาย ดูดน้ำเลี้ยงที่ใบและหยอดอ่อนทำให้ใบเป็นจุดด่างมีสีซีด โดยจะอยู่ใต้ใบเข้าทำลายร่วมกับเพลี้ยไฟ และเพลี้ยอ่อน มักระบาดมากในช่วงอากาศร้อนและแห้งซึ่งเป็นตอนที่พืชขาดน้ำ

การป้องกันกำจัด ใช้สารเคมีกำจัดไร ได้แก่ เคลเทน ไตรไทออน หรือ โอไมท์ เป็นต้น

2.3.8.4 เต่าแตงแดง (Red cucurbit beetle) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Aulacophola similis* Oliver และเต่าแตงดำ (Black cucurbit beetle) ชื่อวิทยาศาสตร์ *A. frontalis* Baly

ลักษณะ เป็นแมลงปีกแข็ง ปีกมีสีส้มแดงและสีดำเข้ม ตัวมีขนาดเล็กยาวประมาณ 0.5-0.8 เซนติเมตร อาศัยอยู่ตามกอข้าวที่เกี่ยวแล้วในนา หรือตามกอหญ้า

การทำลาย กัดกินใบตั้งแต่ระยะใบเลี้ยงจนกระทั่งต้นโต ทำให้เป็นแผลและเป็นพาหะของโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียด้วย ตัวเมียวางไข่บริเวณโคนต้น ตัวหนอนกัดกินราก

การป้องกันกำจัด ควรทำลายแหล่งที่อยู่อาศัยของแมลง รวมทั้งเศษซากแตงหลังการเก็บเกี่ยว ใช้สารเคมีฉีดพ่น ได้แก่ เซฟวิน คาร์โบน๊อกซี-85 หรือ ไบดริน หรือใช้สารเคมีชนิดเม็ด เช่น ฟูราดาน 3 จี หรือคูราแทร์ 3 จี ใส่หลุมปลูกพร้อมกับการหยอดเมล็ด จะป้องกันเต่าแตงได้ประมาณ 2 สัปดาห์

2.3.8.5 หนอนกินใบแตง (Leaf eating caterpillar) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Palpita indica* Saunder และหนอนไถเปลือกหรือหนอนเจาะผล (Fruit boring caterpillar) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Helicoverpa armigera* Hubner

ลักษณะ หนอนกัดกินใบแตง มีรูปร่างเรียวยาวประมาณ 2 เซนติเมตร สีเขียวอ่อน ตรงกลางสันหลังมีเส้นแถบสีขาวตามยาว 2 เส้น หนอนตัวโตเต็มวัยเป็นผีเสื้อที่มีปีกโปร่งใสตรงกลาง ส่วนหนอนเจาะผลมีขนาดใหญ่กว่า ลำตัวยาวสีเขียวอ่อนถึงสีน้ำตาลดำ มีรอยต่อปล้องชัดเจน

การทำลาย กัดกินใบ ไถเปลือกเป็นแผลและเจาะผลเป็นสาเหตุให้โรคอื่น ๆ เข้าทำลายต่อได้ เช่น โรคผลเน่า

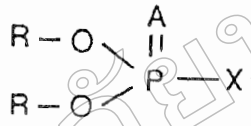
การป้องกันกำจัด ใช้สารเคมี เช่น อโซดริน แลนเนท ทามารอน โตกุไทออน บุก หรือ อะโกรน่า เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.4 สารกำจัดแมลง

2.4.1 ออร์แกนโนฟอสเฟต (Organophosphate) (ดำริห์ รุ่งสุข, 2530)

สารฆ่าแมลงกลุ่มสารประกอบฟอสฟอรัส หรือ กลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต สารพิษฆ่าแมลงที่เป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์กลุ่มนี้ ในโมเลกุลของมันจะมีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย ซึ่งโดยภาพรวมแล้วสารกลุ่มนี้ เป็นเอสเทอร์ของกรดไธโอฟอสฟอริก (thio phosphoric acid) ปัจจุบันนี้สารฆ่าแมลงกลุ่มนี้ จะถูกสังเคราะห์ขึ้นมาและมีอยู่หลายพันชนิด ซึ่งส่วนมากจะมีสูตรโครงสร้างที่เป็นสามัญโดยทั่ว ๆ ไปร่วมกันดังนี้



จากโครงสร้างดังกล่าวนี้ R คือ $-CH_3$ กรุ๊ป (group) หรือ $-C_2H_5$ กรุ๊ป A คือ S หรือ O อะตอม (atom) ส่วน X นั้นจะเป็นกรุ๊ปที่แตกต่างกันไป ซึ่งก็แล้วแต่ชนิดของสาร และ X นี้จะมีความซับซ้อนยุ่งยากกว่า R และ A สารฆ่าแมลงเช่น พาราไธออน (parathion) มาลาไธออน (malathion) นั้น A คืออะตอมของ S ซึ่งอะตอมของ S นี้จะต้องถูกอ๊อกซิไดซ์ เปลี่ยนไปเป็นอะตอมของ O เสียก่อนจึงจะมีพิษ อ๊อกซิเดชั่นดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นในร่างการสัตว์หรือแมลง พาราไธออนที่อ๊อกซิไดซ์แล้วนั้น เราเรียกว่าพาราอ๊อกซอน (paraoxon) และถ้าเป็นมาลาไธออน ก็เช่นกันผลจากการอ๊อกซิไดซ์ เราก็เรียกว่ามาลาอ๊อกซอน (malaoxon) ด้วย

สารกลุ่มนี้ที่ฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ในโมเลกุลนี้ บางชนิดเป็นกลุ่มที่สามารถซึมเข้าไปในเนื้อเยื่อของพืชได้ (systemic insecticide) ทำให้น้ำเลี้ยงในเซลล์ (cell sap) ของพืชเป็นพิษ หรือหากสัตว์ได้รับก็จะทำให้เลือดของสัตว์เป็นพิษ นอกจากสารกลุ่มที่สามารถถูกดูดซึมได้นี้แล้ว สารฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบหลักนี้ บางกลุ่มก็ไม่อาจถูกดูดซึมเข้าไปในเซลล์ได้ (nonsystemic insecticide) หรือบางกลุ่มก็ถูกดูดซับได้นั้นจะได้แก่ ครูโฟเมท (crufomate, ruelene) ดีมีตอน (demeton, systox) คูมาฟอส (coumaphos, co-ral) ไดเมทโธเอท (dimethoate, cygon, dimetate, dimate, rogor) ไดซัลโฟตัน (disulfoton, disyston) สคราแดน (schradan, pestox3') พอเรท (phorate, thimet) เมวินฟอส (mevinphos, phosdrin) ไตรคลอร์ฟอน (trichlofon, dipterex, dylox, neguvan) โมโนโครโตฟอส (monocrotophos, azodrin) และไดโครโตฟอส (dicrotophos, bidrin) ฯลฯ

สารกลุ่มที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบหลักอยู่ด้วยนี้ จะมีวิธีการทำลายโดยไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอร์เรส (cholinesterase enzyme) ในระบบประสาท ตรงส่วนที่เป็นซินแนปอย่างถาวร (nonreversible reaction) ทำให้สารอะซีติลโคลีน (acetyl choline) ในซินแนปส์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไม่ถูกย่อย โดยเอนไซม์โคลีนเอสเตอร์เรส หลังจากกระแสประสาท (nerve impulse) ถ่ายทอดข้ามซินแนปส์ไปแล้ว ดังนั้นเมื่อไม่ถูกย่อย จึงทำให้อะซีติลโคลีนหรือติดอยู่ที่เต็มไดร้ท์และมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อเวลาผ่านไปแล้ว เป็นผลให้มีกระแสประสาทชนิดนั้น ๆ เกิดขึ้นเรื่อย ๆ แม้ว่าภาวะของการกระตุ้นจะผ่านพ้นไปแล้ว วิธีนี้จะทำให้ขบวนการเมตาโบลิสซึ่มต่าง ๆ ของร่างกายแมลงหรือสัตว์ที่ได้รับสารพิษจะมีอัตราของการทำงานที่สูงมาก ฉะนั้นอัตราการใช้ออกซิเจนของเซลล์ต่าง ๆ จึงอยู่ในระดับที่สูงด้วย จึงทำให้การจ่ายออกซิเจนของระบบการหายใจ ไม่พอเพียงต่อความต้องการของเซลล์ในร่างกายหรือจะกล่าวได้ว่า การหายใจของแมลงหรือสัตว์ที่ได้รับสารพิษเข้าไปนั้นล้มเหลว ผลก็คือทำให้แมลงหรือสัตว์นั้น ๆ ตาย

2.4.2 สารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน (Organochlorine) (ดำริห์ รุ่งสุข, 2530)

สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มคลอริเนเตดไฮโดรคาร์บอน หรือกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มนี้ในโมเลกุลจะมี Cl H และC หรือมี O หรือ S เป็นองค์ประกอบร่วมดังต่อไปนี้

2.4.2.1 ตัวอย่างสารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน

2.4.2.1.1 กลุ่มดีดีทีและกลุ่มที่มีโครงสร้างคล้ายดีดีที (DDT and its analog) ที่สำคัญ ๆ

1) ดีดีที (DDT, $C_{14}H_9Cl_5$) ดีดีทีเป็นชื่อสามัญที่ย่อมาจากชื่อทางเคมีที่ใช้กันในสมัยโบราณคือ dichlorodiphenyl trichloroethane เป็นสารที่ปัจจุบันไม่ใช้ป้องกันกำจัดแมลงแล้ว สำหรับชื่อที่ถูกต้องใช้เรียกกันอยู่ในปัจจุบันนี้คือ 2,2-bis-(*p*-dichlorophenyl)-1,1,1-trichloroethane สารฆ่าแมลงดีดีทีเป็นสารพิษที่ทำลายระบบประสาท แต่จะทำลายอย่างไรนั้นก็ยังไม่ทราบแน่ชัด บางคนเชื่อว่าดีดีทีไปยับยั้งการไหลเข้าออกของโปแตสเซียมไอออน (Kion) ที่แอ็กซอนของเซลล์ประสาทของระบบประสาทส่วนกลางทำให้กระแสประสาทถูกกั้น อันเป็นผลให้แมลงเป็นอัมพาตและตายในที่สุด อย่างไรก็ตามบางคนก็แย้งว่า ไม่น่าจะเป็นเช่นนั้น แต่ที่แน่ ๆ ก็คือทำลายระบบประสาทและจะเป็นพิษเมื่อกินกับสัมผัส สารพิษดีดีทีมี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่ (rat) หนูตัวเล็ก (mice) กระต่าย สุนัข และแพะกับแกะเท่ากับ 113-118 150-300 500-750 และมากกว่า 1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และยังมี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางผิวหนังสำหรับหนูตัวใหญ่ตัวเมียเท่ากับ 2510 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ถ้าดีดีทีผสมหรือทำปฏิกิริยากับด่างอย่างแรง อะตอมของคลอรีนจะถูกดึงออกไปทำให้กลายเป็นสารดีดีอี (DDE) ต่อจากนั้นดีดีอีจะถูกออกซิไดซ์ (oxidize) ไปเป็นสารประกอบที่ไม่มีพิษชื่อ *p,p'*-dichlorobenzophenone การสลายตัวดังกล่าวจะถูกกล่าวดังกล่าวจะถูกเร่งโดยรังสีอุลตร้าไวโอเลต เฟอริกหรืออลูมิเนียมคลอไรด์ ดีดีทีเป็นสารพิษที่มีฤทธิ์ตกค้างนานมาก มีพิษตกค้างอยู่ในดินตามธรรมชาติได้นานเป็น 10 ปี สำหรับในร่างกายของมนุษย์และสัตว์นั้น ปรากฏว่ามันจะสะสมอยู่ในไขมันภายในร่างกาย ปัจจุบันนี้เราไม่ใช้ดีดีทีกันแล้ว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

เนื่องจากตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ นานทำให้สิ่งแวดล้อมนั้น ๆ เป็นพิษและมีรายงานว่าดีดีทีอาจจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ นอกจากนี้ยังเป็นพิษกับพืชตระกูลแตง ทำให้ใบและยอดของพืชตระกูลนี้ไหม้ (phytotoxic) นอกจากดีดีทีก็ยังมีสารที่มีโครงสร้างคล้ายดีดีทีที่สำคัญ ๆ อีกหลายชนิดดังนี้

2) เมทธอกซี่คลอร์ (methoxychlor, $C_{16}H_5O_2Cl_3$) เป็นสารพิษที่ไม่สะสมในไขมันและไม่ทำให้ใบและยอดของพืชตระกูลแตงไหม้เหมือนดีดีที ตลอดจนยังมีความเป็นพิษน้อยกว่าดีดีทีคือมี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่ (rat) เท่ากับ 6000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

3) ทีดีอี หรือ ดีดีดี (TDE or DDD, $C_{14}H_{10}Cl_4$) ชื่อนี้ย่อมาจาก diphenyl dichloroethane ซึ่งเป็นชื่อเก่าทางเคมีและในปัจจุบันไม่ใช้กันแล้ว เพราะเป็นพิษต่อต่อมอะดรีนาล (adrenal gland) ของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง เป็นสารพิษที่มี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่เท่ากับ 3400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

4) ไดโคโฟล (dicofol, kelthane, $C_{14}H_8OCl_5$) ใช้เป็นสารฆ่าไร มี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่ผู้เท่ากับ 809 ± 33 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ดำริห์ รุ่งสุข, 2530)

2.4.2.1.2 กลุ่มไซโคลไดอีน (cyclodiene) เป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มที่มีไฮโดรคาร์บอนและคลอรีนมีสูตรโครงสร้างเป็นวงแหวน (cyclic) ประกอบด้วยกลุ่มไดอีน (diene group, -CH=CH-CH=CH-) สารพิษพวกนี้เป็นสารที่ทำลายระบบประสาทส่วนกลาง แต่จะทำลายอย่างไรนั้นยังไม่เป็นที่ทราบกันชัดเจนนักและก็แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิด ที่สำคัญ ๆ ของกลุ่มไซโคลไดอีนก็มีดังนี้

1) คลอร์เดน (chlordane, octachlor, $C_{10}H_6Cl_8$) เป็นสารที่มีฤทธิ์ตกค้างนานมีวิถีทางการเข้าทำลายแบบสัมผัสกันแบบกินเข้าไป มี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่เท่ากับ 457-590 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ใช้กำจัด มด ปลวก แมลงสาบ ตั๊กแตน เป็นสารที่สลายตัวด้วยด่าง ปัจจุบันนี้ถูกห้ามใช้ในญี่ปุ่นอันเนื่องจากมีพิษตกค้างสะสมอยู่ในปลา

2) เฮ็ปต้าคลอร์ (heptachlor, vesical 104, $C_{10}H_5Cl_7$) เป็นสารพิษที่คงทนต่อแสงแดดความชื้น อากาศ และความร้อนปานกลาง ดังนั้นจึงจัดว่ามีฤทธิ์ตกค้างอยู่นาน การสลายตัวจะค่อย ๆ สลายตัวไปเป็นเฮ็ปต้าคลอร์อีป๊อกไซด์ (heptachlor epoxide) ด้วยขบวนการอีป๊อกซิเดชันซึ่งจะมีพิษเพิ่มขึ้นมากกว่าเดิมเมื่อถูกแสงแดดต่อก็จะสลายตัวต่อไปจนหมดฤทธิ์ นอกจากนี้ยังสลายตัวเสื่อมฤทธิ์ได้ด้วยจุลินทรีย์ในดินโดยมี LD_{50} ในดินเท่ากับ 9-10 เดือน มักจะใช้เฮ็ปต้าคลอร์กำจัดแมลงพวกเดียวกันกับแมลงที่ใช้คลอร์เดนกำจัด โดยจะนิยมคลุกดินหากใช้กำจัดแมลงที่อาศัยอยู่ในดิน เป็นสารที่สะสมในปลาและญี่ปุ่นก็ห้ามใช้เช่นเดียวกัน เป็นสารพิษที่มี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่เท่ากับ 147-220 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมี LD_{50} เฉียบพลันให้ทางผิวหนังสำหรับหนูตัวใหญ่ (rat) และกระต่ายเท่ากับ 119-250 และ > 2000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

363.7384
ข 556 ก
269285

ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมี LD_{50} แบบสูดดมติดต่อกัน 4 เซนติเมตร สำหรับหนูตัวใหญ่ เท่ากับ 2.1-199 มิลลิกรัม อากาศ 1 ลิตร

3) ออลดริน (aldrin, octalene, endo-exo isomer) และไอโซดริน (isodrin, endo-endo isomer) สารพิษทั้งคู่มีสูตรโมเลกุล (molecular formula) เหมือนกันคือ $C_{12}H_8Cl_6$ สารไอโซดรินจะไม่คงทนต่อกรดและแสงสว่าง ฉะนั้นจึงไม่มีการผลิตเพื่อจำหน่าย สำหรับออลดรินนั้นจะมีค่า LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่เท่ากับ 39-67 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นสารที่คงทนต่อความร้อนและด่าง แต่จะไม่คงทนต่อกรดอย่างแรงกับออกซิไดซิงเอเจนท์ (oxidizing agent) ปัจจุบันนี้จะมีการใช้ออลดรินเฉพาะการปราบปลวกตามเสาบ้านและฐานรากของตึกที่อยู่อาศัยเท่านั้น

4) ดีลดริน (dieldrin, endo-exo isomer) และเอ็นดริน (endrin, endo isomer) สารพิษทั้งคู่ต่างก็มีสูตรโมเลกุลเหมือนกันคือ $C_{12}H_8Cl_6O$ สารพิษดีลดรินมี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่ เท่ากับ 46 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมีวิถีทางการเข้าทำลายเป็นทั้งแบบกินกับสัมผัสตาย มีพิษตกค้างนานกว่าสารออลดริน คงทนต่อด่าง ต่อแสงแดดและต่อกรดอ่อนๆ ใช้กำจัดแมลงในดิน เช่น ปลวก สำหรับเอ็นดรินนั้นมีความเป็นพิษสูงกว่าดีลดรินคือมีค่า LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่ตัวเมียและผู้เท่ากับ 7.5 และ 18 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และมีวิถีทางการเข้าทำลายเช่นเดียวกันกับดีลดริน นอกจากนี้อายุของพิษตกค้างก็นานพอๆ กับดีลดริน สารชนิดนี้ก็ใช้กำจัดปลวกเช่นกัน สารทั้งคู่จะสลายตัวได้ด้วยกรดอย่างแรงและด้วยจุลินทรีย์ในดิน

5) แคมฟีคลอร์ (camphechlor, Toxaphene) สารนี้มีสูตรโมเลกุลโดยประมาณ คือ $C_{10}H_{10}Cl_8$ มีวิถีทางการเข้าทำลายเป็นทั้งแบบกินตายและสัมผัสตาย มี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่ตัวเมียและผู้เท่ากับ 80 และ 90 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และมีเฉียบพลันแบบในทางผิวหนังสำหรับหนูตัวใหญ่ตัวเมีย และผู้เท่ากับ 780 และ 1075 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ สารนี้เป็นพิษต่อพืชตระกูลแตงแต่ก็เป็นพิษต่อผึ้งน้อย เป็นสารที่มีพิษค้างนาน สมัยก่อนนิยมใช้ผสมรวมกับดีดีที

2.4.2.1.3 ลินเดน และเฮ็กซาคลอโรไซไคลเฮ็กเซนอื่นๆ (lindaneand other hexachlorocyclohexanes) สารกลุ่มนี้มีวิธีการทำลายอย่างไรนั้น ขณะนี้ยังไม่ทราบ อาจจะทำลายระบบประสาทสำหรับลินเดนนั้น จะมีลักษณะความเป็นพิษคล้ายกับดีดีที สารพิษกลุ่มนี้ที่สำคัญ 1) แกมม่า-บีเอชซี (gamma-BHC, lindane, gammexane, $C_6H_6Cl_6$) ชื่อสารบีเอชซี (BHC) นี้ย่อมาจากเบนซีนเฮ็กซาคลอไรด์ (benzene hexachloride) ซึ่งตัวสารเคมีเบนซีนเฮ็กซาคลอไรด์เองไม่มีฤทธิ์เป็นสารฆ่าแมลง แต่เป็นสารประกอบอีกตัวหนึ่งต่างหากดังนั้นการเรียกชื่อสารนี้ว่าบีเอชซี จึงเป็นความ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

เข้าใจผิดของคนสมัยก่อน ฉะนั้นแม้ชื่อจะเรียกกันว่าบีเอชซีก็ตาม แต่ตัวสารจริงก็คือเฮ็กซาคลอโรไซโคลเฮ็กเซน (hexachlorocyclohexane) ซึ่งมีวิถีทางการเข้าทำลายที่เป็นทั้งกิน สัมผัสและรมควัน เป็นสารที่สลายตัวได้ด้วยด่าง มี LD_{50} เฉียบพลันแบบให้ทางปากสำหรับหนูตัวใหญ่ (rat) ตัวผู้และเมียเท่ากับ 88 และ 91 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และยังมี เฉียบพลันแบบให้ทางผิวหนังสำหรับหนูตัวใหญ่ตัวผู้และเมียเท่ากับ 1000 และ 900 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

2.4.2.2 การได้รับพิษและกลไกการออกฤทธิ์ สารพิษกลุ่มนี้มักเจือปนมากับเนื้อสัตว์โดยเฉพาะส่วนที่ติดมัน ผลิตผลทางกสิกรรม เช่น นมวัว พืชผักผลไม้ เราอาจได้รับสารพิษกลุ่มนี้โดยการรับประทานอาหาร การใช้ยาฉีดพ่นฆ่าแมลง หรือเจือปนมากับฝุ่นละอองในท้องถิ่นที่มีการใช้สารเหล่านี้ (ปัจจุบันยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้บางชนิดห้ามใช้อย่างเด็ดขาด เช่น ดีดีที เอ็นดริน บางชนิดจำกัดการใช้ เช่น อัลดริน ดีลดริน เป็นต้น)

ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนนี้ ส่วนใหญ่ละลายได้ดีในไขมันจึงสะสมในอวัยวะที่มีส่วนประกอบไขมันสูง เช่น ตับ ไต ระบบประสาท เลือด น้ำดี ม้าม และต่อมแอดรีนัล เป็นต้น ละลายได้น้อยในน้ำ แต่ถ้าอยู่ในรูปสารละลาย จะดูดซึมได้ดีทางผิวหนัง ซึ่งส่วนใหญ่แล้วสารจะออกฤทธิ์ต่อเส้นประสาทสั่งการ (motor nerves) เส้นประสาทรับความรู้สึก(sensory nerves) และส่วนมอเตอร์คอร์เทกซ์ (motor cortex) ในสมอง และอาจเหนี่ยวนำให้มีการสร้างเอนไซม์ที่โครโมโซมของตับเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารเคมีจำนวนมากแตกต่างไปจากระดับปกติ โดยเฉพาะฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์และการสร้างตัวอ่อน ยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำกว่ากลุ่มอื่น แต่ก่อให้เกิดพิษเรื้อรังในระยะยาว เนื่องจากสลายตัวยาก และสะสมในสิ่งแวดล้อมสูง โดยเฉพาะดีดีที ซึ่งมีราคาถูก มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงสูง ดีดีทีจะแสดงฤทธิ์ค่อนข้างช้า อาการแรกที่มักพบคือ การเคลื่อนไหวไม่ประสานกัน ตามด้วยอาการสั่นทั้งร่างกาย แขนขา พิษเฉียบพลันของดีดีทีผู้ป่วยจะมีอาการชัก ตัวเขียวคล้ำจากการขาดออกซิเจน ระบบหายใจอาจล้มเหลวและตายได้ การสูดดมอาจก่อการระคายเคืองต่อปอด ส่วนพิษเรื้อรังจะมีผลต่อระบบทางเดินอาหาร เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักลด เหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าตามร่างกาย ส่วนกลุ่มไซโคลไดอีนส์ เป็นสารพิษต่อระบบประสาทเช่นกัน พิษเฉียบพลันอาการคล้ายกับดีดีที แต่มีอาการชักร่วมด้วย ส่วนพิษเรื้อรังอาจก่อให้เกิดมะเร็ง (พาลาภ สิงหเสนี, 2535)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.4.3 สารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ (synthesis pyrethroids) (ดำริห์ รุ่งสุข, 2530)

สารพิษกลุ่มนี้ถูกสังเคราะห์ขึ้นมา มีพิษต่ำต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและนก แต่มีพิษสูงมากต่อปลา สลายตัวง่ายในดิน โดยจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดิน เป็นสารที่จำเพาะเจาะจงในการฆ่าแมลง การใช้สารกลุ่มนี้จะทำให้เกิดความต้านทานข้าม (cross resistance) ขึ้นกับสารดีดีทีแม้ว่าจะไม่เคยใช้สารดีดีทีในท้องถิ่นนั้นๆ เลย จะอย่างไรก็ตาม แมลงบางชนิด เช่น แมลงหนอนใยผัก (*Plutella xyloswella* L.) จะสร้างความต้านทานขึ้นได้เมื่อใช้สารกลุ่มนี้ติดต่อกันเป็นเวลานาน ซึ่งก็เหมือนกับการใช้สารกลุ่มอื่นๆ ส่วนใหญ่ ยกเว้นการใช้น้ำมันกับสารรมที่แมลงไม่อาจสร้างความต้านทานได้ สารพิษกลุ่มนี้มีวิธีการทำลาย โดยวิธีเดียวกันกับไพรีธรินส์ สารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ขึ้นมาจากน้ำมันปิโตรเลียม

ตัวอย่างสารกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์

อัลลีธริน (allethrin) เป็นสารพิษตัวแรกที่สังเคราะห์ขึ้นมาโดยนักวิทยาศาสตร์ของกระทรวงเกษตรอเมริกาในปี ค.ศ. 1949 ใช้กำจัดยุงกับแมลงสาบได้ดี

เรสมีธริน (resmethrin) เป็นสารพิษที่สังเคราะห์ขึ้นโดยนักวิทยาศาสตร์ของสถานีทดลองRothmsted ในประเทศอังกฤษ สารชนิดนี้มีข้อดีกว่าไพรีธริน คือมีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมน้อย แต่มีพิษต่อแมลงมากโดยไม่ต้องใส่สารพวกซินเนอร์จีสท์ (synergist) เพื่อเพิ่มฤทธิ์เป็นสารมีพิษค้างนานกว่าอัลลีธรินแต่ราคาถูกกว่า ใช้กำจัดแมลงในบ้านและในเรือนเพาะชำต่างๆ

เฟนวาลีเรท (fenvalerate, pydrin, ectrin, sumicidin) และเปอร์เมธริน (permethrin, ectiban) สารพิษทั้ง 2 ชนิดทนต่อการสลายตัวด้วยแสงอาทิตย์กับความชื้นและยังทนต่อสภาพที่เป็นกรด แต่จะสลายตัวถูกย่อยได้ด้วยด่าง นอกจากสารที่กล่าวมาแล้ว สารในกลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ก็ยังมี ไซเปอร์เมธริน (cypermethrin, cymbush, ammo) ฟลูไซธริเนท (flocythrinate, pay-off, cythrin, cybolt) และทอ-ฟลูวาลิเนท (tau-fluvalinate, mavrilk, klartan) เป็นต้น

2.5 สารกำจัดศัตรูพืชที่มีขายในปัจจุบัน

2.5.1 Carbaryl

คุณสมบัติเป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ใช้ได้อย่างกว้างขวาง ปลอดภัยสำหรับผู้ใช้ สัตว์เลี้ยงและพืชที่ปลูก จนสามารถนำมาใช้กำจัดแมลงศัตรูสัตว์เลี้ยงรวมทั้ง แมลงศัตรูภายในบ้านและโรงเก็บเมล็ดพันธุ์ เป็นสารกำจัดแมลงประเภท ถูกตัวตายและแมลงกินเข้าไปแล้วตาย กำจัดได้ทั้งเพลี้ย หนอน โดยเฉพาะ เพลี้ยจักจั่น พวกเต่าแตง เต่าทอง ด้วง ตั๊กแตน แมลงปีกแข็งต่าง

พืชที่แนะนำใช้ไม้ดอก ไม้ประดับ ไม้ผลต่าง ๆ พืชผัก พืชตระกูลแตงและพืชไร่ทั่ว ๆ ไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.5.2 Dicofol

คุณสมบัติเป็นสารที่มีความเข้มข้นออกฤทธิ์สูงกว่าสาร “คิลไมท์” สำหรับกำจัดไรศัตรูพืชทุกชนิดที่ดูดกินน้ำเลี้ยงของพืชตามส่วนของใบ ดอก และผลของพืช เช่น ไรแดงถั่ว แมงมุมแดง ไรขาวพริก ไรสนิม เป็นต้น (ไรไม่ใช่แมลงเพราะไรมี 8 ขา จึงทำให้สารกำจัดแมลงหลายชนิดไม่สามารถกำจัดไรศัตรูพืชได้)

พืชที่แนะนำใช้ ใช้ได้กับไม้ผล พืชไร่ ผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ พืชตระกูลถั่ว และพืชทั่ว ๆ ไป

2.5.3 Dimethoate

คุณสมบัติ เป็นสารป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดดูดซึม เหมาะเป็นพิเศษสำหรับใช้กำจัดแมลงประเภทปากดูด เช่น เพลี้ยต่าง ๆ แมลงหวี่ขาว เพลี้ยหอย เพลี้ยไฟ ตลอดจนหนอนและศัตรูพืชทั่วๆ ไป

พืชที่แนะนำใช้ ใช้ได้กับแตง มะเขือเทศ ถั่วต่าง ๆ มะม่วงหิมพานต์ ไม้ดอกไม้ประดับ ฝ้าย กาแฟ ชา ข้าวฟ่าง

2.5.4 Fenobucarb

คุณสมบัติ เป็นสารกำจัดแมลงชนิดประเภทสารคาร์บาเมท ใช้กำจัดเพลี้ยจักจั่นและเพลี้ยกระโดดทุกชนิดที่ได้ผลเร็วทันใจ ปลอดภัยสำหรับมนุษย์และสัตว์เลี้ยง โดยไม่ทำให้สภาพแวดล้อมเป็นพิษ นอกจากนี้ยังนิยมใช้กำจัดเพลี้ยจักจั่น ช่อมะม่วง (แมงกะอ้า) และในผักใช้กำจัดพวกแมลงเต่าทอง หมัดกระโดด ด้วงหมัด และแมลงปีกแข็งชนิดต่าง ๆ เหมาะที่จะใช้กำจัดเพลี้ยจั๊กจั่น เพลี้ยกระโดดต่าง ๆ ที่เป็นตัวพาหนะทำให้เกิดโรคใบสีส้ม โรคเขียวเตี้ย (โรคจู๋) ฯลฯ ในขณะที่แมลงเหล่านี้กำลังระบาด

พืชที่แนะนำใช้ ข้าว มะม่วง พืชตระกูลกะหล่ำ (กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก คะน้า ผักกาดขาวปลี)

2.5.5 Cypermethrin

คุณสมบัติ ใช้ป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูข้าว ส้ม ยาสูบ ฝ้าย ผักต่าง ๆ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ไม้ผลและไม้ดอกทั่วไป เช่น หนอนเจาะสมออเมริกัน หนอนเจาะสมอสีชมพู หนอนคืบ หนอนใยผัก หนอนกระทู้หอม หนอนกระทู้ควายพระอินทร์ เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไก่แจ้ เพลี้ยไฟ และมวนแดง

ออกฤทธิ์ กำจัดแมลงออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย ความเป็นพิษ มีแอลดี 50 (LD_{50}) ทางปาก (หนู) 4,123 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทางผิวหนังมากกว่า 1,600 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.5.6 Chlorpyrifos

คุณสมบัติ ใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืช เช่น ไรแดง เพลี้ยหอย หนอนเจาะสมอฝ้าย เพลี้ยจั๊กจั่น เพลี้ยอ่อน เป็นต้น

2.5.7 Profenofos

คุณสมบัติ ใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชได้อย่างกว้างขวาง เช่น หนอนใยผัก หนอนเจาะสมอ ฝ้าย หนอนกระทู้ยาสูบ หนอนกระทู้ควายพระอินทร์ หนอนคืบกะหล่ำ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยกระโดด ไรฝ้าย

พืชที่แนะนำใช้ หอม พริก พืชตระกูลกะหล่ำ มะเขือเทศ ฝ้าย ทุเรียน มะม่วง ส้ม ส้มโอ ส้มเขียวหวาน ชมพู่

ออกฤทธิ์กำจัดแมลงประเภทไม่ดูดซึม ออกฤทธิ์เมื่อสัมผัสถูกและกินตาย ความเป็นพิษ มีแอลดี 50 (LD_{50}) ทางปาก (หนู) 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทางผิวหนัง (กระต่าย) 472 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (หนู) ประมาณ 3,300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เป็นอันตรายกับ ผึ้งและปลา

2.5.8 Malathion

คุณสมบัติใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูพืช เช่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ เพลี้ยจั๊กจั่น เพลี้ยแป้ง หนอนคืบ หนอนใยผัก หนอนกระทู้ มวนแดง มวนเขียว แมลงหวี่ขาว บั่ว ไร สำหรับในบ้านเรือน ใช้กำจัด ยุง ลูกน้ำ มด จิ้งหรีด แมงป่อง ตัวสามง่าม แมลงหางหนีบ แมงมุม แมลงสาบ แมลงวันและเรือด สำหรับกำจัดศัตรูสัตว์เลี้ยง เช่น แมลงวันปากดำ หมัด ไร เห็บและเหา

ออกฤทธิ์ในทางสัมผัสมากกว่าทางการกินและทางหายใจ ความเป็นพิษ มีแอลดี 50 (LD_{50}) ทางปาก (หนู) 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทางผิวหนัง (กระต่าย) 4,100 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

2.5.9 Omethoate

คุณสมบัติใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ เช่น เพลี้ยแป้งลาย เพลี้ยจั๊กจั่น เพลี้ยไฟ หนอนเจาะฝักถั่วเขียว เพลี้ยจักจั่นฝ้าย เพลี้ยอ่อนฝ้าย เป็นต้น

2.5.10 Methomyl

คุณสมบัติใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิดต่าง ๆ เช่น หนอนคืบ หนอนใยผัก เพลี้ยอ่อน หนอนกระทู้ หนอนเจาะฝัก หนอนเจาะสมอฝ้าย หนอนกินใบ ด้วงน้ำมัน เพลี้ยไฟ หนอนกระทู้ควายพระอินทร์ หนอนใยข้าว หนอนห่อใบ หนอนม้วนใบ หนอนกัดกินใบ เพลี้ยอ่อน เป็นต้น

พืชที่แนะนำใช้ พืชตระกูลกะหล่ำ หอม พริก มะเขือเทศ มะเขือเปราะ หน่อไม้ฝรั่ง ถั่วประเภทต่าง ๆ แตง แตงโม ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ละหุ่ง งา องุ่น ส้ม มะนาว ฝ้าย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.6 การตรวจสอบสารเคมีตกค้างในอาหาร (จุฑามาศ ใจคำ, 2546)

ส่วนบริหารศัตรูพืช สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตรในฐานะหน่วยงานหนึ่งที่รับผิดชอบในเรื่องการให้ความรู้เรื่องสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช อันตรายและพิษภัยของสารเคมีได้ร่วมกับสำนักงานเกษตรจังหวัดทุกจังหวัดทั่วประเทศดำเนินการสุ่มเก็บตัวอย่างพืชผักและผลไม้ของเกษตรกรทั่วไป มาตรวจสอบสารเคมีตกค้าง โดยใช้ชุดน้ำยาตรวจสอบ (GT) ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข และเครื่องตรวจสอบสารเคมีตกค้างอย่างละเอียดด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ในปี พ.ศ. 2545 ได้ดำเนินการจัดเก็บสุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 3,115 ตัวอย่าง ไม่พบสารเคมีตกค้าง จำนวน 1,988 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 64 พบตกค้างอยู่ในระดับปลอดภัยและไม่ปลอดภัย จำนวน 1,127 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 36 ดังตารางที่ 1

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 1 สรุปผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ปี 2545กลุ่มงานส่งเสริมและพัฒนาการบริการอารักขาพืชส่วนบริหารศัตรูพืช สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร

ชนิดพืช	จำนวนตัวอย่าง	ผลการตรวจวิเคราะห์		
		ไม่พบ	ไม่เกินมาตรฐาน	เกินมาตรฐาน
		ร้อยละ	ร้อยละ	ร้อยละ
คะน้า	341	59.53	33.14	7.33
ถั่วฝักยาว	268	61.94	34.70	3.36
กวางตุ้ง	249	65.86	27.31	6.83
พริก	249	42.57	48.59	8.84
แตงกวา	200	80.50	18.00	1.50
กะหล่ำปลี	163	51.53	42.33	6.13
ผักกาดขาวปลี	137	62.77	26.28	10.95
ผักบุ้งจีน	111	90.99	9.91	0.00
มะเขือ	108	62.04	32.41	5.56
ผักชี	94	55.32	25.53	8.51
ผักชนิดอื่นๆ	1,068	65.80	28.50	6.60
ข้าว	53	100.00	0.00	0.00
ผลไม้	74	58.10	35.10	6.70
รวม	3,115	64.00	30.00	6.00

<u>หมายเหตุ</u> ชุดน้ำยาตรวจสอบเป็นการวัดความเป็นพิษโดยรวมใช้หลักการตรวจหาสารพิษด้วยวิธี acetyl cholinesterase Inhibition Technique

ไม่พบคือ ไม่พบการยับยั้งของน้ำย่อย acetyl cholinesterase มีสีเหมือนหลอด negative

ไม่เกินมาตรฐานคือ พบการยับยั้งของน้ำย่อย acetyl cholinesterase ไม่เกิน 50% มีสีเหมือนระหว่างหลอด negative และ positive

เกินมาตรฐานคือ พบการยับยั้งของน้ำย่อย acetyl cholinesterase เกิน 50% มีสีเหมือนหลอด positive

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ภายหลังจากที่สุ่มเก็บตัวอย่างตรวจสอบแล้ว พบว่าผลผลิตของเกษตรกรคนใดมีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชปนเปื้อน เกินระดับความปลอดภัยหรือพบปนเปื้อนแต่ไม่เกินระดับความปลอดภัย (MRL) ซึ่งเป็นค่าสูงสุดของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ยอมให้มีตกค้างในผลผลิตการเกษตรได้ โดยคาดว่าจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (ถูกกำหนดโดยบริษัทผู้ผลิตสารเคมีกำจัดศัตรูพืชใช้อิทธิพลร่วมกับผู้เกี่ยวข้องกับสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ไม่ได้กำหนดโดยผู้บริโภค) เจ้าหน้าที่ผู้จัดเก็บตัวอย่างจะแจ้งให้เกษตรกรเจ้าของผลผลิตทราบเพื่อให้ปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเกินความจำเป็น และนำเสนอทางเลือกในการควบคุมศัตรูพืชโดยใช้วิธีการอื่นๆ ทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช เช่นการใช้สารสกัดจากธรรมชาติ เช่นสะเดา ตะไคร้หอม หรืออื่น ๆ การใช้ชีวภัณฑ์ในการควบคุม เช่นการใช้ตัวห้ำ ตัวเบียน การใช้วิธีกล เช่นกับดัก และหรือวิธีการอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับชนิดของพืช และศัตรูพืชนั้น ๆ พร้อมกับมีการตรวจสอบสารเคมีตกค้างในผลผลิตเป็นระยะ ๆ ก่อนเก็บเกี่ยว นอกจากนั้นยังมีการส่งเสริมให้เกษตรกรรวมกลุ่ม เป็นกลุ่มผู้ผลิตผักผลไม้ปลอดภัยจากสารพิษ ในทุกจังหวัดทั่วประเทศอีกด้วย อีกหน่วยงานที่มีหน้าที่โดยตรงในการควบคุมคุณภาพของอาหารเพื่อคุ้มครองผู้บริโภค คือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา โดยกลุ่มงานพัฒนาความปลอดภัยด้านเคมีวัตถุและกองควบคุมอาหารร่วมกับกองอาหารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้ศึกษาการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในพืชผัก โดยจัดทำโครงการเฝ้าระวังความปลอดภัยของผักสดปลอดสารเคมี พ.ศ. 2537-2542 รวม ระยะเวลาศึกษา 6 ปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเฝ้าระวังความปลอดภัยของผักสดที่ระบุว่าเป็น “ผักสดปลอดสารเคมี” และส่งเสริมให้ผู้บริโภคเข้าใจความหมายที่ถูกต้องของผลิตภัณฑ์นี้ ซึ่งมีการศึกษาในผักธรรมดา ที่ไม่ถูกระบุว่าเป็นผักปลอดสารเคมีด้วย ผลการศึกษาดังตารางที่ 2 (จุฑามาศ ใจคำ, 2546)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 สารเคมีตกค้างในตัวอย่างผักธรรมดา และผักปลอดสารเคมี

ปี	ตัวอย่างผักธรรมดา			ตัวอย่างผักปลอดสารเคมี		
	จำนวนตัวอย่าง	พบสารเคมีตกค้าง (ร้อยละ)	สารเคมีตกค้างเกินมาตรฐาน (ร้อยละ)	จำนวนตัวอย่าง	พบสารเคมีตกค้าง (ร้อยละ)	สารเคมีตกค้างเกินมาตรฐาน (ร้อยละ)
2537	-	-	-	38	39.47	10.53
2538	27	48.15	7.41	29	34.48	6.90
2539	49	61.22	20.41	22	54.55	9.09
2540	-	-	-	36	22.00	0.00
2541	37	59.46	5.41	16	6.25	0.00
2542	43	67.44	16.28	47	63.83	10.64
รวม	156	60.26	13.46	188	37.77	5.85

<u>หมายเหตุ</u> ชุดน้ำยาตรวจสอบเป็นการวัดความเป็นพิษโดยรวมใช้หลักการตรวจหาสารพิษด้วยวิธี acetyl cholinesterase Inhibition Technique

พบไม่เกินมาตรฐานคือ พบการยับยั้งของน้ำย่อย acetyl cholinesterase ไม่เกิน 50% มีสีเหมือนระหว่างหลอด negative และ positive

เกินมาตรฐานคือ พบการยับยั้งของน้ำย่อย acetyl cholinesterase เกิน 50% มีสีเหมือนหลอด positive

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

จากการศึกษาดังกล่าวสรุปผลได้ดังนี้

1. ผักธรรมดา หรือผักทั่วไป มีสารเคมีตกค้างมากกว่าผักปลอดสารเคมี โดยจากการสำรวจสารเคมีตกค้างในผักธรรมดาทั้งหมด 156 ตัวอย่าง พบสารเคมีตกค้างร้อยละ 60.26 โดยมีตัวอย่างที่พบสารเคมีสูงเกินมาตรฐานกำหนดร้อยละ 13.46 ส่วนผักปลอดสารเคมีทั้งหมด 188 ตัวอย่าง พบสารเคมีตกค้างร้อยละ 37.77 โดยมีตัวอย่างที่พบสารเคมีสูงเกินมาตรฐานร้อยละ 5.85 (รวมเป็นร้อยละ 43.62)

2. ผักปลอดสารเคมีแท้จริงแล้วยังพบสารเคมีตกค้างอยู่ เนื่องจากในความเป็นจริงการปลูกผักชนิดนี้เป็นการปลูกโดยวิธีผสมผสาน คือใช้วิธีอื่น ๆ เข้ามาช่วย เช่น สารสกัดจากธรรมชาติ แต่สามารถตรวจพบสารเคมีอยู่ (จุฑามาศ ใจคำ, 2546) โดยใช้ในกรณีจำเป็นและใช้ปริมาณน้อยที่สุด ดังนั้นเพื่อให้ผู้บริโภคไม่เข้าใจผิดว่าผัก ดังกล่าวจะไม่พบสารพิษ กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงหารือร่วมกันและได้ให้เปลี่ยนชื่อผักชนิดนี้เป็น “ผักปลอดภัยจากสารพิษ” แทน

3. ผักปลอดสารเคมียังมีบางตัวอย่างที่พบสารเคมีสูงเกินมาตรฐานกำหนด หรือพบปริมาณสูง เมื่อเทียบกับมาตรฐานที่กำหนดในชนิดของผักที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นควรมีการแนะนำเกษตรกรผู้ปลูกผักประเภทนี้ให้ดำเนินการอย่างถูกต้อง อีกทั้งผู้บริโภคก็ไม่ควรประมาทในการรับประทานผักประเภทนี้เช่นกัน ต้องล้างน้ำก่อนบริโภคทุกครั้ง

4. สารเคมีที่พบว่ามีการตกค้างเป็นส่วนใหญ่ทั้งในผักธรรมดา และผักปลอดสารเคมี ในปี 2534-2542 พบว่าเหมือนกัน คือ ไซเปอร์เมทริน (Cypermetrin) เป็นสารพวกไพรีทรอย์ (Pyrethroids) เอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) เป็นสารพวกออกาโนคลอรีน (Organochlorine) และ เมทามิโดฟอส (Methamidophos) เป็นสารพวกออกาโนฟอสเฟต (Organphosphate) (จุฑามาศ ใจคำ, 2546)

5. ในผักธรรมดาพบ การตกค้างของสารพิษเกินมาตรฐานมากกว่าผักปลอดสารเคมี โดยสารเคมีที่พบว่ามีการตกค้างเกินมาตรฐานส่วนใหญ่คือไซเปอร์เมทริน (Cypermethrin) ไดโครโตฟอส (Dicrotophos) และ เมทามิโดฟอส (Methamidophos) ในขณะที่ในผักปลอดสารเคมีมีสารเคมีที่ตกค้างเกินมาตรฐานส่วนใหญ่คือ ไซเปอร์เมทริน และ ไดโครโตฟอส

6. สำหรับผักกวางตุ้ง ผักกะหล่ำปลี ผักคะน้า และผักกาดขาว พบว่าผัก กระหล่ำปลี ทั้งชนิดธรรมดาและปลอดสารเคมี จะพบการตกค้างของสารเคมีน้อยมากจนแทบไม่พบเลย ส่วนผักคะน้าจะพบสารตกค้างมากที่สุด รองลงมาคือ ผักกวางตุ้ง และผักกาดขาว โดยพบว่าในผักปลอดสารเคมีพบการตกค้างขอสารเคมีน้อยกว่าผักธรรมดาโดยสารเคมีที่พบว่ามีการตกค้างเป็นส่วนใหญ่ทั้งในผักธรรมดาและผักปลอดสารเคมีในปี 2537-2542 คือ ไซเปอเมทิน เอ็นโดซัลแฟน และ เมทามิโดฟอส สารที่พบว่ามีการตกค้างเกินมาตรฐานส่วนใหญ่ คือ ไซเปอร์เมทริน และ ไดโครโตฟอส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

7. นอกจากผักคะน้า กวางตุ้ง ที่พบสารตกค้างแล้ว ถั่วฝักยาว กำลังเริ่มเป็นปัญหาของการพบสารตกค้างโดยเฉพาะในปี 2542

8. ตัวอย่างผักจากปากคลองตลาดพบสารเคมีตกค้างไม่เกินมาตรฐานร้อยละ 80.69 ถือว่าปลอดภัย และพบสารเคมีตกค้างเกินมาตรฐานร้อยละ 19.31

9. จากการสำรวจสารเคมีตกค้างในผักจากต่างจังหวัดทั้งหมด 414 ตัวอย่าง พบการตกค้างของสารเคมีในระดับปลอดภัย ร้อยละ 22.22 และในระดับที่ไม่ปลอดภัย ร้อยละ 21.01 จังหวัดที่พบการตกค้างจำนวนมาก แต่อยู่ในระดับที่ปลอดภัย คือ อุบลราชธานี ตรัง และสงขลา ส่วนจังหวัดที่พบสารตกค้างมากที่สุดในระดับที่ไม่ปลอดภัย คือ สุราษฎร์ธานี น่าน และเชียงราย

10. เมื่อพิจารณาผักจากต่างจังหวัดทั้งหมดพบว่า ผักจากภาคเหนือและภาคตะวันออก มีสารตกค้างสูงทั้งในระดับที่ปลอดภัยและไม่ปลอดภัย และพบว่าผักจากต่างจังหวัดทั่วประเทศที่พบสารตกค้างสูง คือ กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักคะน้า ผักที่พบสารเคมีตกค้างในระดับไม่ปลอดภัยส่วนใหญ่คือ กะหล่ำดอก ถั่วลันเตา และต้นหอม

11. เมื่อพิจารณาเป็นภาคพบว่า ภาคเหนือ ผักที่พบสารตกค้างมากคือ กะหล่ำปลี ผักคะน้า กะหล่ำดอก ผักกาดขาว ภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบสารเคมีตกค้างใน กะหล่ำดอก ผักคะน้า ภาคตะวันออก พบสารเคมีตกค้างใน กะหล่ำดอก ผักคะน้า ผักกาดขาว ภาคกลาง ผักที่พบสารตกค้างมากคือ ผักคะน้า ภาคใต้ พบสารเคมีตกค้างใน กะหล่ำปลี แตงกวา ถั่วลันเตา ผักคะน้า

12. การกำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง โดยเฉพาะตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เป็นสิ่งจำเป็นและมีประโยชน์ยิ่ง แต่ยังมีสารเคมีและผักอีกหลายชนิดที่ยังไม่ได้กำหนดค่า MRL จึงเห็นว่าถ้าสามารถดำเนินการให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3 สรุปผลการวิเคราะห์สารตกค้าง (ประเภทสารเคมีกำจัดศัตรูพืช)กลุ่มสารประกอบฟอสเฟตและสารคาร์บาเมทในพืชผักและผลไม้ ณ ห้องตรวจวิเคราะห์ตลาดกลางค้าส่งสี่มุมเมือง (รังสิต) เดือน มีนาคม 2545 – มีนาคม 2546

เดือน/ปี	ผลการตรวจวิเคราะห์			
	จำนวนตัวอย่าง	ไม่พบสารเคมีตกค้าง (ร้อยละ)	พบสารเคมีตกค้าง (ร้อยละ)	สารเคมีตกค้างเกินมาตรฐาน (ร้อยละ)
มีนาคม 2545	187	18.00	78.00	4.00
เมษายน 2545	78	12.82	85.90	1.28
พฤษภาคม 2545	89	7.86	85.40	6.74
มิถุนายน 2545	70	7.14	84.29	8.57
กรกฎาคม 2545	93	7.61	86.96	5.43
สิงหาคม 2545	124	15.32	72.58	12.10
กันยายน 2545	153	5.23	91.50	3.27
ตุลาคม 2545	159	4.4	95.60	-
พฤศจิกายน 2545	203	14.78	83.25	1.97
ธันวาคม 2545	144	14.04	85.96	-
มกราคม 2546	173	18.50	81.50	-
กุมภาพันธ์ 2546	129	9.3	98.15	1.55
มีนาคม 2546	151	15.23	84.11	0.66
รวม /ค่าเฉลี่ย	1,753	150.23 = 11.56	1,113.2 = 85.63	45.57 = 3.50

<u>หมายเหตุ</u> ชุดน้ำยาตรวจสอบเป็นการวัดความเป็นพิษโดยรวมใช้หลักการตรวจหาสารพิษด้วยวิธี acetyl cholinesterase Inhibition Technique

ไม่พบคือ ไม่พบการยับยั้งของน้ำย่อย acetyl cholinesterase มีสีเหมือนหลอด negative

พบไม่เกินมาตรฐานคือ พบการยับยั้งของน้ำย่อย acetyl cholinesterase ไม่เกิน 50% มีสีเหมือนระหว่างหลอด negative และ positive

เกินมาตรฐานคือ พบการยับยั้งของน้ำย่อย acetyl cholinesterase เกิน 50% มีสีเหมือนหลอด positive

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

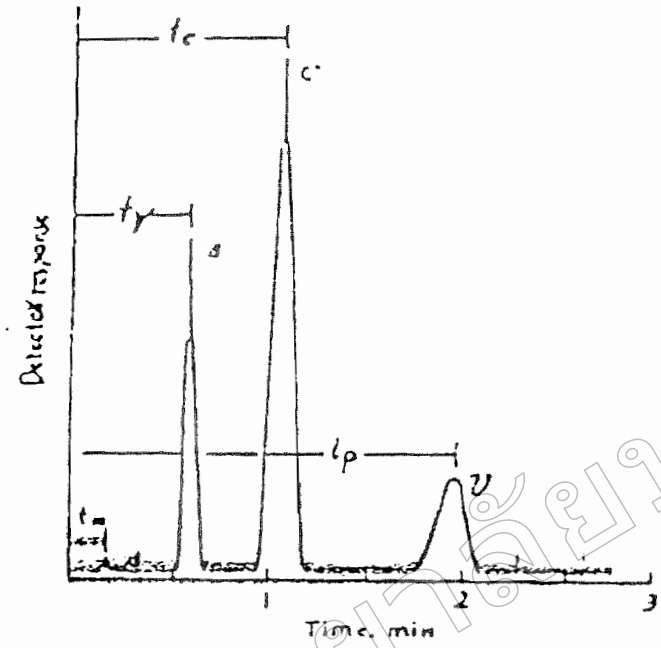
2.7 การวิเคราะห์สารด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

2.7.1 หลักการของเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี แก๊สโครมาโตกราฟีเป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้สำหรับแยกสารผสมที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นแก๊สได้ที่อุณหภูมิหนึ่ง (ไม่เกิน 450 องศาเซลเซียส) แล้วแก๊สผ่านเข้าสู่คอลัมน์ที่บรรจุเฟสคงที่ (Stationary phase) โดยอาศัยการพาของเฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase) หรือแก๊สตัวพา (Carrier gas) สารผสมจะเกิดการแยกเมื่อสารแต่ละชนิดเคลื่อนที่ได้ช้าเร็วต่างกัน

ขั้นตอนสำหรับการวิเคราะห์ จะเริ่มจากการเลือกสภาวะของการวิเคราะห์และตั้งสภาวะของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟให้เรียบร้อย จากนั้นนำสารตัวอย่างฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ สารจะกลายเป็นไอแล้วถูกพาเข้าสู่คอลัมน์โดยแก๊สตัวพา อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของสารตัวอย่างแต่ละชนิดไม่เท่ากัน โดยขึ้นกับความสามารถในการกระจายตัวของสารตัวอย่างที่อยู่ในเฟสคงที่และเฟสเคลื่อนที่นั้นขึ้นกับค่า distribution coefficient (k_d) หรือค่า partition coefficient (k_p) ของสารตัวอย่างซึ่งทำให้สารตัวอย่างถูกแยกออกเป็นส่วน ๆ ภายในคอลัมน์แล้วออกไปสู่เครื่องตรวจวัดสัญญาณ (Detector) โดยสัญญาณที่วัดได้นั้นจะบันทึกเป็นกราฟระหว่างสัญญาณที่ได้กับเวลาเรียกกราฟนี้ว่า โครมาโตแกรม (Chromatogram) มีลักษณะดังรูปที่ 2-4

เวลาที่ใช้ตั้งแต่เริ่มต้นในการฉีดสารตัวอย่างเข้าไปในคอลัมน์จนถึงเวลาที่สารนั้นให้พีกสูงสุดจะเรียกว่า Retention time (t_r)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 2-4 ลักษณะโครมาโตแกรมที่ได้จากเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ
(แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

2.7.2 ส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้

2.7.2.1 แก๊สตัวพา (carrier gas)

2.7.2.2 ส่วนที่ควบคุมการไหลของก๊าซต่างๆ (Flow Controller)

2.7.2.3 ระบบฉีดสารตัวอย่าง (Sample injection System)

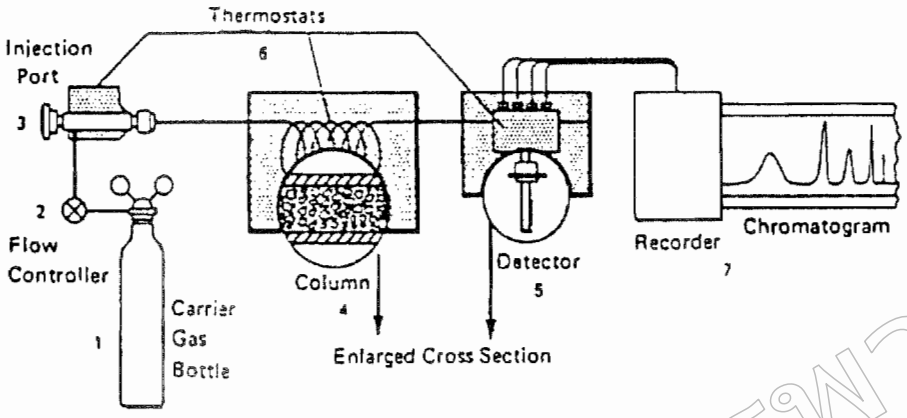
2.7.2.4 คอลัมน์ (Column)

2.7.2.5 เครื่องตรวจวัดสัญญาณ (detector)

2.7.2.6 ส่วนที่ควบคุมอุณหภูมิ (Thermostats)

2.7.2.7 ส่วนที่ใช้ประมวลผลและข้อมูลต่าง ๆ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 2-5 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ
(แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

2.7.3 รายละเอียดของส่วนต่าง ๆ ของเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟมีดังนี้

2.7.3.1 แก๊สตัวพา (Carrier Gas) แก๊สตัวพา คือ แก๊สที่ใช้สำหรับพาสารตัวอย่างที่ถูกทำให้เป็นไอหรือแก๊สแล้วเข้าสู่คอลัมน์โดยที่แก๊สตัวพานี้จะต้องทำการควบคุมอัตราการไหล (flow rate) ให้มีค่าคงที่อยู่เสมอ โดยเลือกอัตราการไหลที่เหมาะสม เนื่องจากอัตราการไหลของแก๊สตัวพามีผลต่อค่าเวลารีเทนชัน (retention time) และความสูงของพีก แก๊สตัวพาที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ ไนโตรเจน ฮีเลียม หรือไฮโดรเจน

ลักษณะที่ดีของแก๊สตัวพาควรเป็นดังนี้

1) ควรมีสมบัติเฉื่อย เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยากับสารตัวอย่างหรือตัวทำละลาย
2) เป็นแก๊สที่มีการแพร่น้อยและมีมวลโมเลกุลต่ำ
3) สามารถจัดหาได้ง่ายและมีความบริสุทธิ์สูง
4) ราคาไม่แพง
5) เป็นแก๊สที่เหมาะสำหรับใช้กับดีเทคเตอร์ได้

2.7.3.2 ระบบฉีดสารตัวอย่าง (Sample Injection Systems) การนำสารตัวอย่างฉีดเข้าในเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟเพื่อทำการวิเคราะห์นั้น มีวิธีการที่แตกแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของสารตัวอย่าง เช่น เป็นแก๊ส ของเหลวหรือของแข็ง ถ้าเป็นของเหลวหรือของแข็ง สารนั้นระเหยยากหรือระเหยง่าย คอลัมน์ที่ใช้เป็นคอลัมน์แบบใดเช่น แพ็คคอลัมน์ (packed column) หรือแคปพิลารีคอลัมน์ (capillary column) ดังนั้นในการออกแบบเครื่องมือในส่วนนี้จะแตกต่างกันออกไปเพื่อให้ทำงานได้ตามวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ โดยทั่วไปส่วนที่เป็นส่วนที่ฉีดสารตัวอย่างเข้าไป

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(inlet) จะมีเครื่องให้ความร้อน (heater) ประกอบอยู่ด้วย เพื่อทำให้สารตัวอย่างกลายเป็นไอ ปริมาณของสารตัวอย่างที่ใช้มักจะน้อย

2.7.3.3 คอลัมน์ (column) ถือเป็นหัวใจของการแยกสารด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี เมื่อแก๊สผสมหรือไอของสารที่ปนกันอยู่ในสารตัวอย่างผ่านคอลัมน์ เฟสอยู่นิ่งที่บรรจุในคอลัมน์นั้นจะทำหน้าที่เป็นตัวแยกแก๊สหรือเป็นตัวแยกไอที่ผสมเหล่านั้นออกจากกันเป็นส่วน ๆ ดังนั้นโครมาโตแกรมที่ได้จะดีหรือไม่นั้นจึงขึ้นอยู่กับชนิดของเฟสอยู่นิ่งในคอลัมน์นั้น

2.7.3.4 เครื่องตรวจวัดสัญญาณ (Detector) เครื่องตรวจวัดสัญญาณที่ใช้ในเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ ควรมีลักษณะในการตอบสนองต่อสารเคมีที่ต้องการวิเคราะห์ ดังนี้

1) ควรจะต้องมีสภาพความไวสูง (high sensitivity) คือ การตอบสนองต่อปริมาณสารต้องมาก เพื่อที่จะได้สามารถตรวจหาปริมาณสารน้อย ๆ ได้

2) ควรมีความเฉพาะต่อการตรวจหาสาร (selectivity)

3) ต้องมี dynamic range กว้าง คือ ดีเทคเตอร์นั้นควรให้ผลในการวิเคราะห์เชิงปริมาณมีช่วงความเข้มข้นที่กว้างพอที่วัดได้อย่างถูกต้อง

4) ควรมีความเสถียรภาพ (stability) และความเที่ยง (reproducibility) ที่ดี

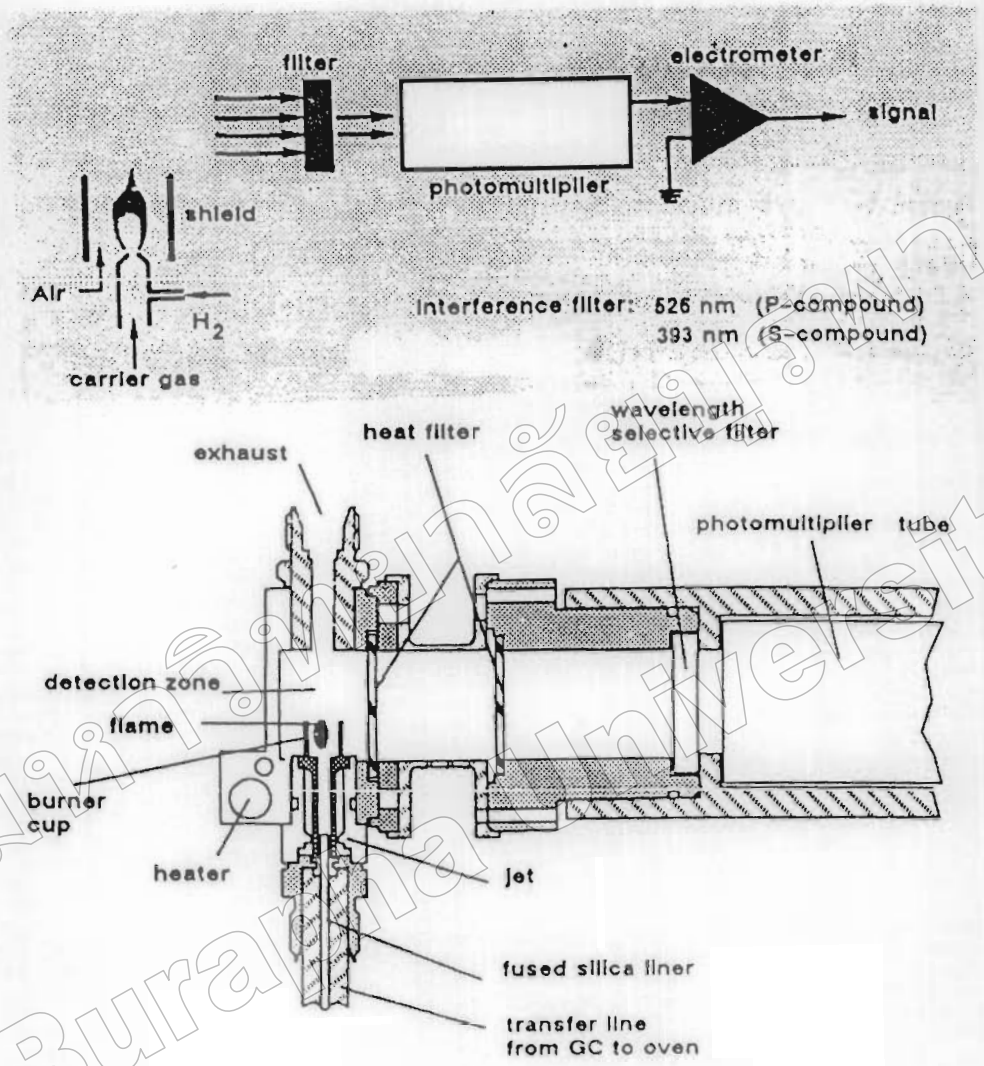
ดีเทคเตอร์ที่นิยมใช้มีหลายเทคนิค ใช้ชนิดไหนขึ้นอยู่กับประเภทของตัวอย่าง

2.7.4 ดีเทคเตอร์

2.7.4.1 Flame Photometric Detector (FPD) ดีเทคเตอร์ชนิดนี้ใช้ตรวจวัดสารประกอบซัลเฟอร์และฟอสฟอรัสที่มีสภาพไวสูงและเฉพาะ (selection) มาก ดังนั้นจึงเหมาะสมสำหรับใช้วิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืช พลาสติไซเซอร์ (plasticizers) และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

หลักการทำงานของดีเทคเตอร์ชนิดนี้แสดงในรูปที่ 2-6



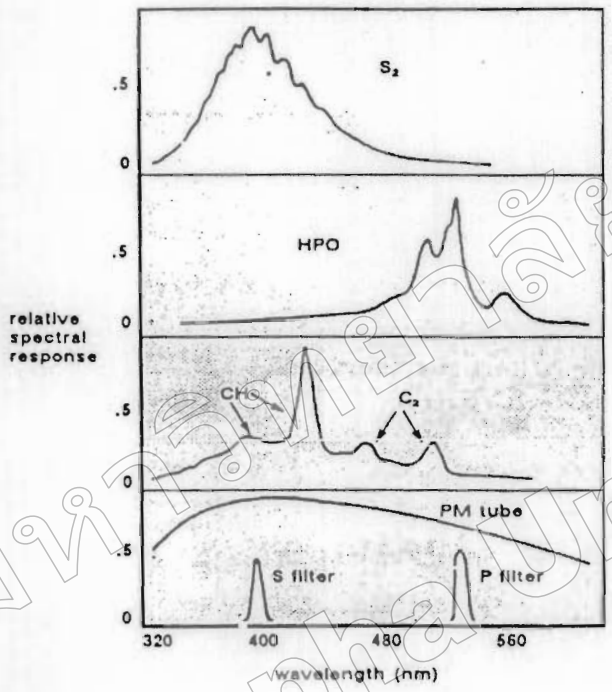
รูปที่ 2-6 หลักการทำงานและลักษณะของ FPD

(แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

เมื่อสารตัวอย่างที่ประกอบด้วยซัลเฟอร์และฟอสฟอรัสเข้าสู่เปลวไฟไฮโดรเจน หรือ FID type flame จะทำให้เกิดสารที่สามารถเปล่งแสงทางเคมี (chemiluminescence) ได้ ซึ่งจะเปล่งสารออกมาที่มีความยาวคลื่นเฉพาะ เมื่อให้ลำแสงนั้นผ่าน interference filter ความยาวคลื่นของแสงที่ต้องการจะผ่านเข้าไปยังโฟโตมัลติพลายเออร์ (photomultiplier) คือที่ความยาวคลื่น 393 nm จะเป็นสารประกอบซัลเฟอร์ ส่วนความยาวคลื่น 526 nm จะเป็นสารประกอบฟอสฟอรัส

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

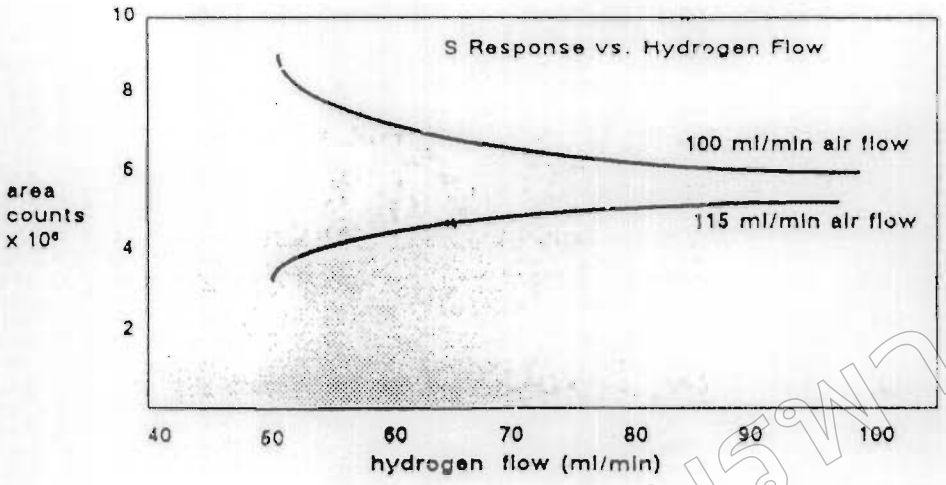
ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในเปลวไฟนั้นขึ้นอยู่กับอัตราเร็วของการไหลของแก๊ส และอุณหภูมิ โมเลกุลของซัลเฟอร์ที่ตรวจวัดได้ คือ S = S และของฟอสฟอรัสคือ HPO ซึ่งอยู่ใน metastable state เมื่อสลายตัวจะให้พลังงานออกมาเป็นโฟตอนที่มีความยาวคลื่นเฉพาะ ดังแสดงในรูปที่ 2-7 ซึ่งสเปกตรัมของซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส และคาร์บอน โดยไม่ผ่านฟิลเตอร์ แต่ถ้าผ่านฟิลเตอร์จะได้สเปกตรัมของซัลเฟอร์และฟอสฟอรัสที่เห็นได้ชัด



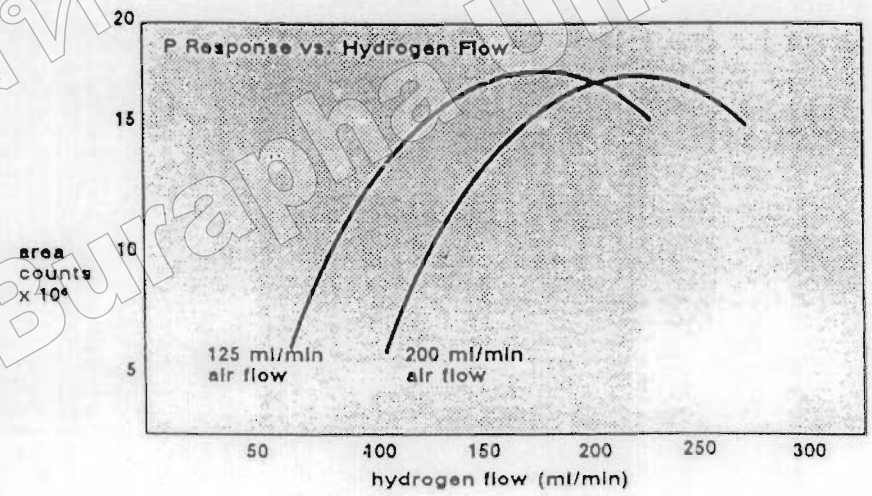
รูปที่ 2-7 Relative spectral response curve ของซัลเฟอร์

FPD เป็นดีเทคเตอร์ที่ไว (sensitive) ต่อการไหลของแก๊สมาก ดังแสดงในรูปที่ 2-8 และ 2-9 (แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 2-8 response curve เมื่อฉีดสาร dodecanethiol ที่ใช้อัตราการไหลของแก๊สไฮโดรเจนต่างๆ กัน และใช้อัตราการไหลของอากาศเป็น 100 และ 115 ml/min
(แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชร สม, 2534)



รูปที่ 2-9 การตอบสนองต่อฟอสฟอรัสของ FPD เมื่อฉีดสาร tributyl phosphate เข้าไป เมื่อใช้อัตราการไหลของไฮโดรเจนต่างๆ กัน และใช้อัตราการไหลของอากาศเป็น 125 และ 200 ml/min
(แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ข้อควรระวังในการใช้งานของ FPD ปัญหาที่เกิดขึ้นและค่อนข้างหนัก คือ ปัญหาที่เกิดจากการดูดกลืนแสงในเปลวไฟ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ 2 ทาง คือ

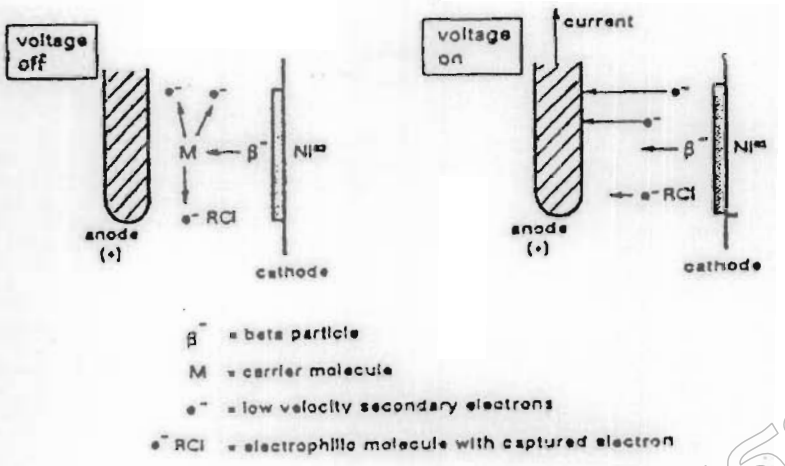
1) เกิด Hydrocarbon quenching เป็นการเกิดการชนกัน (collision) ของCO_2 ในเปลวไฟ โดยเฉพาะเมื่อมีปริมาณของ CO_2 สูง ๆ ในทำนองเดียวกันก็อาจเกิดขึ้นกับอะตอมซัลเฟอร์ชนิดต่าง ๆ ได้เหมือนกัน อย่างไรก็ตาม ถ้าการแยกได้ผลดีก็อาจช่วยลดพีกเหล่านี้ได้

2) เกิด Self quenching ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นต่อเมื่อในเปลวไฟมีปริมาณอะตอมชนิดต่าง ๆ (hetero atom species) สูงมาก ทำให้มีการชนกันเอง พลังงานของโฟตอนที่เกิดขึ้นจะถูกดูดกลืนไปเป็นผลทำให้ปริมาณของแสงที่จะไปยัง PM tube เปลี่ยนแปลงไป

ดังนั้น ภาวะของเปลวไฟจึงเป็นส่วนที่สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งอัตราการไหลของแก๊สไฮโดรเจน/อากาศ หรือไฮโดรเจน/ออกซิเจน ต้องควบคุมให้พอเหมาะ มิฉะนั้นจะไปมีผลต่ออุณหภูมิของเปลวไฟด้วย sulphur response จะลดลงเมื่ออุณหภูมิของดีเทคเตอร์เพิ่มขึ้น แต่ phosphorus response จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของดีเทคเตอร์มากขึ้น ประการสุดท้าย การเกิดการควบแน่นของน้ำหรือตัวทำละลายที่มีคลอรีนหรือสารตัวอย่างเองในดีเทคเตอร์ จะทำให้เกิดการผุกร่อนหรือทำให้กระจกของช่องแสงเกิดการฝ้าได้ การวัดแสงก็จะปิดพลาดไป (แม้น อมรชัย และอมร เพชร, 2534)

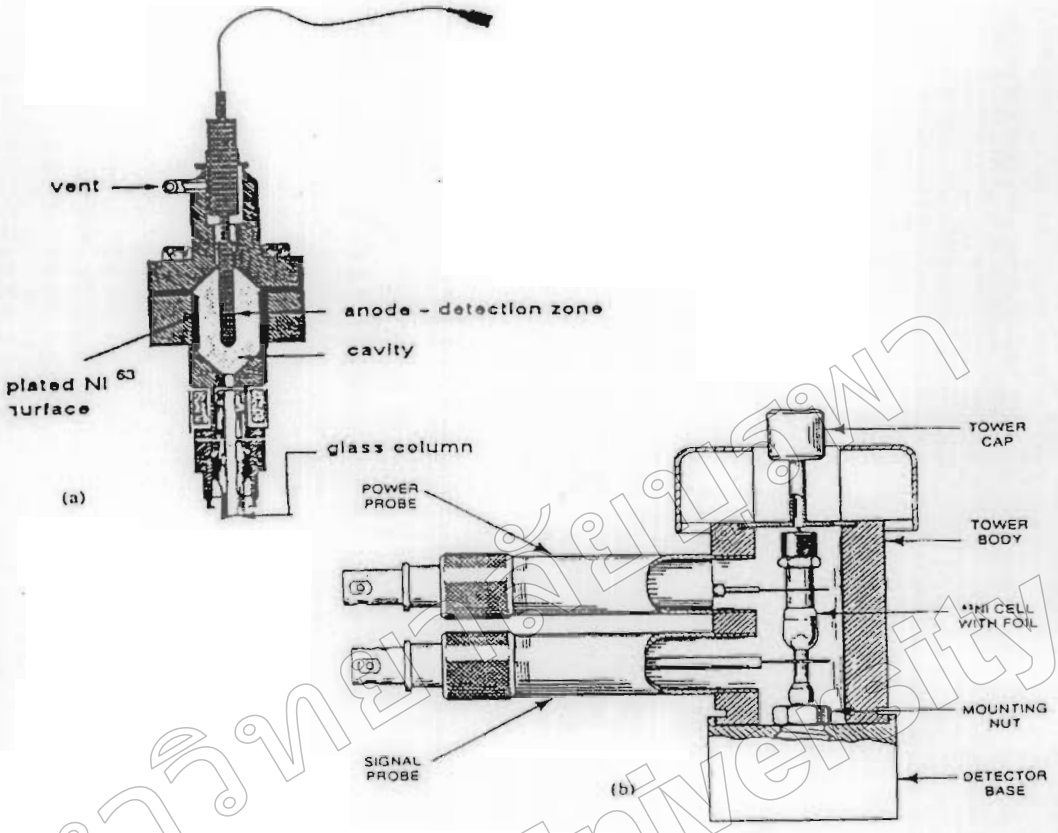
2.7.4.2 Electron Capture Detector (ECD) เป็นดีเทคเตอร์ใช้ตรวจวัดสารประกอบที่มีฮาโลเจนอะตอมเป็นองค์ประกอบ เช่น ยาฆ่าแมลง ยาปราบวัชพืช เป็นต้น ซึ่งจับอิเล็กตรอนได้ดี ดังรูปที่ 10 โดยมีหลักการ คือ ก๊าซตัวพาที่ออกจากคอลัมน์เข้าสู่ดีเทคเตอร์จะถูกทำให้เกิดการไอออไนซ์ ทำให้อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นนี้วิ่งไปสะสมที่ Collector electrode ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสอง และมีอิเล็กตรอนเหลืออยู่อีกจำนวนหนึ่งเป็นกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น เมื่อมีสารตัวอย่างออกจากคอลัมน์เข้าสู่ดีเทคเตอร์ โมเลกุลของสารตัวอย่างจะดูดกลืนอิเล็กตรอนไว้จำนวนหนึ่งตามปริมาณของสารตัวอย่าง ทำให้กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากอิเล็กตรอนลดลง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้เกิดเป็นสัญญาณส่งไปยังเครื่องบันทึก ก๊าซตัวพาที่เหมาะสมสำหรับ ECD คือ ไนโตรเจน ฮีเลียม หรืออาร์กอน +10% มีเทน ความไวของเครื่องขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของก๊าซตัวพาซึ่งจะทำให้เกิดกลุ่มหมอกอิเล็กตรอน และอุณหภูมิของดีเทคเตอร์ (อุณหภูมิสูงสุดที่สามารถตั้งโปรแกรมสำหรับดีเทคเตอร์ ECD ได้ คือ 400 องศาเซลเซียส) เนื่องจากก๊าซออกซิเจนและน้ำสามารถดูดกลืนอิเล็กตรอนได้ ดังนั้นถ้าก๊าซตัวพามีน้ำหรือออกซิเจนปนอยู่จะทำให้สภาพความไวของเครื่องดีเทคเตอร์ลดลง ลักษณะและส่วนประกอบของดีเทคเตอร์ ECD แสดงไว้ในรูปที่ 11

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



รูปที่ 2-10 การจับอิเล็กตรอนของสารและการวัดกระแสของ ECD
(แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

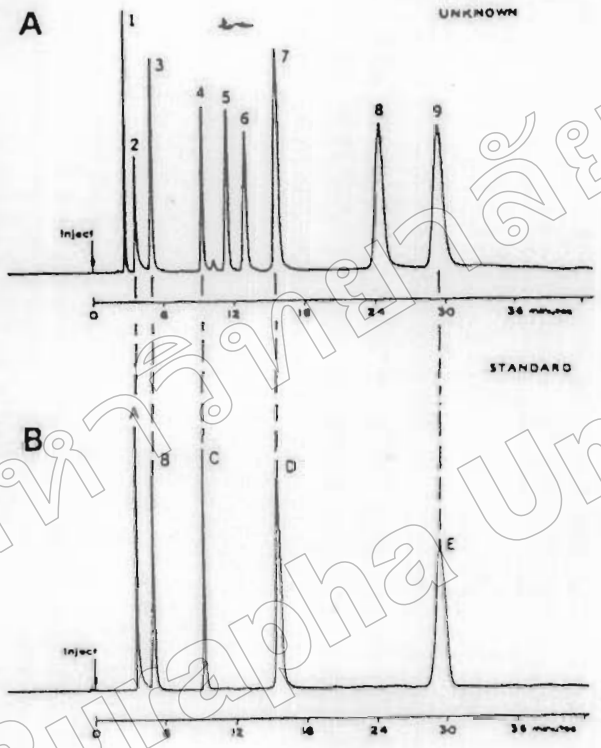


รูปที่ 2-11 ลักษณะส่วนประกอบของ Electron Capture Detector (ECD)
(แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.8 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (Qualitative and Quantitative Analysis by Gas Chromatography)

2.8.1 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) ทำการตรวจพิสูจน์ชนิดของสารที่อยู่ในของผสมตัวอย่างและสารมาตรฐานที่สภาวะเดียวกัน แล้วนำค่ารีเทนชันไทม์มาเปรียบเทียบดังรูป 2-12 ซึ่งจะสามารถบอกได้ว่าแต่ละพีกนั้นเป็นของสารใด



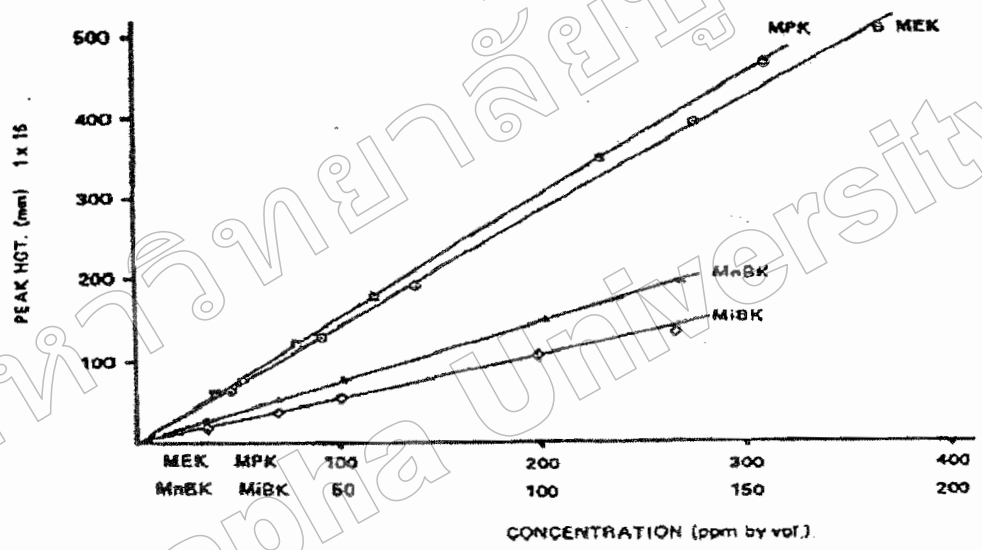
รูปที่ 2-12 การวิเคราะห์เพื่อตรวจพิสูจน์สารต่าง ๆ ในตัวอย่าง โดยการเปรียบเทียบกับสารตัวอย่าง

A = โครมาโตแกรมของสารตัวอย่าง

B = โครมาโตแกรมของสารมาตรฐาน (แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2.8.2 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) จะทำโดยการเตรียมสารมาตรฐานให้มีความเข้มข้นต่าง ๆ นำมาทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ แล้วนำโครมาโตแกรมที่ได้มาหาความสูงพีกหรือพื้นที่ใต้พีก นำค่าที่ได้ไปเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้พีกหรือความสูงพีกกับความเข้มข้นของสารมาตรฐานจะได้กราฟมาตรฐานเป็นกราฟเส้นตรง เรียกว่ากราฟมาตรฐาน จากนั้นนำสารตัวอย่างมาวิเคราะห์ที่สภาวะเดียวกับสารมาตรฐาน ทำการหาพื้นที่ใต้พีกหรือความสูงของพีกแล้วนำไปหาปริมาณโดยการเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน ดังรูป 2-13



รูปที่ 2-13 ตัวอย่างกราฟมาตรฐานของ 2-บิวทาโนน (MEK), 2-เพนทาโนน (MPK) 2-เฮกซาโนน (MnBK) และ 2-เพนทาโนน (MiBK) (แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม, 2534)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Katan et al.(2004) ศึกษาความถูกต้องของวิธี resistive heating-gas chromatography กับ flame photometric detector (RH-GC-FPD) สำหรับหาสารกำจัดแมลงตกค้างกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตในผักและผลไม้ ผลการศึกษา คือมีระดับมาตรฐานที่ต่ำที่สุด (lowest calibrated level, LCL) เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร กับช่วงความเป็นเส้นตรงเท่ากับ 0.01-0.5 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ความถูกต้องในรูปเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนเฉลี่ยระหว่าง 70 และ 116 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นที่ตรวจสอบ 0.01 และ 0.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และความเที่ยงในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (relative standard deviation, % R.S.D) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์ เพราะฉะนั้นวิธี resistive heating-gas chromatography โดยใช้ flame photometric detector (RH-GC-FPD) จึงเหมาะสมที่ใช้ตรวจสอบสารกำจัดแมลงตกค้างกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟตทั้ง 37 อนุพันธ์ และได้รับการตอบรับที่ดีกับผลจากการวิเคราะห์ของตัวอย่างเดียวกันโดยใช้ Mass Spectrometry (MS) ยืนยัน

Yanhong et al.(2006) ศึกษาความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างกลุ่มออร์แกนโนฟอสเฟต 8 อนุพันธ์ในแหล่งตลาดขายสินค้า ในเมืองซีอัน (Shaanxi) ของประเทศจีน วิเคราะห์โดย gas chromatography กับ flame photometric detector (GC-FPD) ในตัวอย่างผัก ผลไม้ 200 ตัวอย่าง (ธัญพืช 60 ตัวอย่าง ผัก 80 ตัวอย่าง และผลไม้ 60 ตัวอย่าง) พบสารตกค้าง 18 ตัวอย่าง 5 อนุพันธ์ คือ dichlorvos dimethoate parathion-methyl pirimiphos-methyl และ parathion พบในความเข้มข้นในช่วง 0.04-0.257 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ dimethoate ที่ตรวจพบในผลไม้ปริมาตร 0.004 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และ parathion ที่ตรวจพบในผักปริมาตร 0.006 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งเกินข้อจำกัดตกค้างสูงสุด (the maximum residue limits, MRLs) ตามมาตรฐานกระทรวงสุขภาพของจีน ส่วนอีก 3 อนุพันธ์คือ demeton diazinon และ sumithion ไม่พบในตัวอย่างธัญพืช ผักและผลไม้

Prados-rosales et al.(2003) การวิเคราะห์สารกำจัดแมลงที่ตกค้างในเมล็ดทานตะวันโดยวิธี Soxhlet extraction ในเตาไมโครเวฟ ก่อนวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี (gas chromatography) การวิเคราะห์นี้เป็นการพัฒนาปัจจัยหลักที่มีผลต่อการสกัดอย่างมีประสิทธิภาพ คือ คลื่นไมโครเวฟ เวลาฉายรังสี ปริมาณของสารสกัดและจำนวนรอบเป็นการทำให้สมบูรณ์ซึ่งดีกว่าการสกัดแบบดั้งเดิม งานวิจัยนี้ได้พบสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีน ได้แก่ endosulfan และ hexachlorocyclohexane ในเมล็ดทานตะวัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Li et al.(2007) การวิเคราะห์หาสารโพรไซมิโดน procymidone ที่ตกค้างในโสมใช้เทคนิค Gas-Chromatrography กับ electron Capture detector (GC-ECD) และ Gas-Chromatrography กับ Mass-spectrometry (GC-MS) พร้อมกับเครื่องฉีด solvent-free solid หรือ เครื่องฉีด Keele เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับวิธีดั้งเดิมซึ่งใช้กระบอกฉีด ได้ค่าความถูกต้องในรูปเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนเฉลี่ยในช่วง 86-92 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นที่ตรวจสอบ 0.1และ 1.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สาร procymidone ที่สกัดได้อยู่ในความเข้มข้นช่วง 0.2 ถึง 0.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งได้ผลเหมือนกันกับวิธีดั้งเดิม แต่การใช้เครื่องฉีด Keele สามารถข้ามขั้นตอนการเตรียมแบบวิธีดั้งเดิม

Shim et al.(2003) การวิเคราะห์การตกค้างสารกำจัดเชื้อรา vinclozolin ในผักกาดหอมโดยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (gas chromatograph, GC) และใช้เครื่องฉีด Keele จะได้กราฟมาตรฐานแสดงความเป็นเส้นตรงของสารกำจัดเชื้อรา vinclozolin ในช่วงความเข้มข้น 0.05-1.00 ไมโครกรัม/กรัม และมีค่า correlation coefficient (R^2) เฉลี่ยเท่ากับ 0.9994 และจะได้ความถูกต้องในรูปเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์

Colume et al.(2000) การวิเคราะห์การตกค้างสารกำจัดราและสารกำจัดแมลงโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟีกับ Mass Spectrometry (gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS) ในตัวอย่างผลไม้มากกว่า 20 ชนิด โดยใช้ตัวอย่างผลไม้ปริมาณ 5-20 กรัม ผลการวิเคราะห์พบสารกำจัดราและสารกำจัดแมลงความเข้มข้นในช่วง 0.1-1250 นาโนกรัม/กรัม มีความแม่นยำสูง ความถูกต้องในรูปเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเข้มข้นที่ตรวจสอบ 5-25 นาโนกรัม/กรัม ของที่สารกำจัดราและสารกำจัดแมลงหามาได้

Zawiyah et al.(2007) ศึกษาการตกค้างของสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ในผักและผลไม้ จากตลาดในประเทศมาเลเซีย โดยใช้ gas chromatography กับ electron capture detector (GC-ECD) ในการหาความเข้มข้นของยากำจัดแมลงตกค้าง และใช้ SAX/PSA (Strong Anion Exchanger/Primary Secondary Amine) ใช้ในการ clean up ผลการศึกษาตรวจพบ Cypermethrin 38 ตัวอย่างจากผัก 302 ตัวอย่าง ได้ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ย 0.47 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในตัวอย่างมะเขือเทศ ผักชีฝรั่ง ผักชี พริก มะเขือยาว ถั่วฝรั่งเศส และมัสตาร์ดเขียว มีปริมาณเฉลี่ยของ Cypermethrin ในช่วง 0.16-1.48 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณเฉลี่ยสำหรับทุกตัวอย่างต่ำกว่าข้อจำกัดตกค้าง (the maximum residue limits, MRLs) ยกเว้นมะเขือยาว

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

Zawiyah et al.(2006) ศึกษาสารตกค้างในกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ในผักและผลไม้ (องุ่น ส้ม มะเขือเทศ แครอท และมัสตาร์ดเขียว) โดยใช้ solid phase extraction (SPE) clean-up วิเคราะห์โดย gas chromatography กับ electron capture detector (GC-ECD)และใช้ SAX/PSA (Strong Anion Exchanger/Primary Secondary Amine) เป็นตัวดูดซับ จะได้กราฟมาตรฐานแสดงความเป็นเส้นตรงของสารกลุ่มออร์แกนโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ในช่วงความเข้มข้น 0.01-0.50 มิลลิกรัม/ลิตรและมีค่า correlation coefficient (R^2) ในช่วง 0.99799-0.99983 ค่า LOD ในช่วง 0.003-0.015 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่า LOQ ในช่วง 0.01-0.05มิลลิกรัม/กิโลกรัมและได้ค่าความถูกต้องในรูปเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนเฉลี่ยในช่วง 70-120 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้น captafol ในองุ่น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University