

carbaryl residue using QuEChERS method. Untreated samples were analyzed for carbaryl residue and in all cases not detected. Treated samples were collected and their carbaryl residue was determined at day 0, 3, 7, 14 and 21. The samples were found to contain residues of 12.51, 6.25, 4.58, 2.77 and 2.12 mg/kg, and 6.04, 1.70, 1.44, 1.43 and 0.83 mg/kg, respectively. The recoveries of carbaryl residue in durian determination were ranged in 70-108%.

6. คำนำ

การกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลผลิต และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรเป็นการพิจารณาร่วมกันของคณะกรรมการมาตรฐานอาหารสากล (Codex) FAO/WHO ซึ่งจะพิจารณาจาก ข้อมูลผลการทดลองที่ประเทศสมาชิกได้ทำการศึกษาภายใต้การปฏิบัติการทางการเกษตรที่เหมาะสม (GAP) โดยมีการดูแลรักษาการป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่เหมาะสมถูกต้องกับชนิดของพืช การกำหนดค่าปริมาณสูงสุด MRL จะขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุพิษและชนิดของพืช เนื่องจากคณะกรรมการชุดนี้ส่วนใหญ่จะพิจารณาพืชและ วัตถุพิษที่ใช้กันมากไปในยุโรป และประเทศในซีกโลกตะวันตก ดังนั้นพืชเมืองร้อนจึงต้องทำการทดลอง เพื่อให้มีการกำหนดค่านี้ขึ้นเพื่อผลประโยชน์ในการต่อรองทางด้านการค้าเสรี เนื่องจากบางประเทศที่นำเข้า สินค้าเกษตรนำค่าที่กำหนดนี้มาเป็นข้ออ้างในการกีดกันทางการค้าสำหรับพืชและวัตถุพิษที่ไม่มีการกำหนดไว้โดย Codex นอกจากนี้ประสิทธิภาพของวัตถุพิษ และอัตราการสลายตัวในพืชแต่ละชนิดยังมีความ แตกต่างกันในแต่ละสภาพพื้นที่ การเกษตร โดยการทดลองจะต้องทำซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง ต่างสถานที่ หรือต่างฤดูกาล นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างที่ได้จากฉีดพ่นวัตถุพิษที่อัตราแนะนำและสองเท่าของอัตรา แนะนำ ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวต่าง ๆ หลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย มาประกอบการพิจารณาร่วมกับข้อมูลศึกษา ความเป็นพิษของวัตถุพิษชนิดนั้น ๆ ทุเรียน (Durian) จัดเป็นไม้ผลเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของไทย เป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี ในปัจจุบันประเทศไทยมีการปลูกทุเรียนในแถบภาคตะวันออก นอกจากนั้นยังได้มีการขยายไปในแถบภาคกลาง และภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือบ้างเล็กน้อย ถึงแม้ว่าจะมีราคาผลผลิตเป็นแรงจูงใจ แต่ปัญหาเรื่องโรคและแมลงระบาดทำให้พื้นที่ปลูกทุเรียนไม่ค่อยขยายเท่าที่ควร Carbaryl มีชื่อทางการค้าคือ เซฟวิน 85% w/w จัดเป็นวัตถุพิษในกลุ่ม carbamate ที่ใช้ในการป้องกันและกำจัดแมลงชนิดถูกตัวตายและกินตาย สามารถกำจัดแมลงได้หลากหลายชนิดทั้งเพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่นมะม่วง หนอนเจาะขี้ และแมลงปีกแข็งต่าง ๆ แมลงใต้ดิน เช่น มด ปลวก ดั้วดิน มีความเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก ปลา และไม่มีสารตกค้างหลงเหลือในสภาพแวดล้อม การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ Carbaryl ในทุเรียน จึงเป็นการศึกษาเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประกอบการพิจารณาการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) จากการใช้วัตถุพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย ตามมาตรฐานของ Codex เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเป็นข้อมูลด้านสารพิษตกค้างใน

การแก้ปัญหาการปนเปื้อนของ วัตถุมีพิษการเกษตรในผลผลิต เพื่อประโยชน์ในการต่อรื่องทางด้านสินค้าเกษตรส่งออก

7. วิธีดำเนินการ

7.1 อุปกรณ์

7.1.1 การทำแปลงทดลอง

- ผลิตภัณฑ์คาร์บาริล 85% w/w
- เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น กระจกตวง ปีกเกอร์ ขวดแก้ว เป็นต้น
- เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร 3 สูบ (Piston Power Sprayer)
- ชุดป้องกันสารพิษ
- นาฬิกาจับเวลา
- Metronome
- เครื่องวัดความเร็วลม
- เครื่องบันทึกอุณหภูมิ (Temperature Data Logger)
- เทอร์โมมิเตอร์
- ตู้แช่ตัวอย่าง -20°C
- เชือกฟางและหมุดหัวน็อต

7.1.2 ห้องปฏิบัติการ

- สารมาตรฐานคาร์บาริล
- เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ เช่น autosampler vial กระจกตวง ปีกเกอร์ ขวดแก้ว ขวดปรับปริมาตร และแท่งแก้วคนสาร เป็นต้น
- หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร
- เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่งและ 5 ตำแหน่ง
- ไมโครปิเปตขนาด 10-100 ไมโครลิตร และ 100-1,000 ไมโครลิตร
- ไซริงค์ พิลเตอร์ PTFE 0.2 ไมครอน
- เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ Homogenizer และ Centrifuge
- สารเคมีต่าง ๆ ได้แก่ Acetonitrile, C18, Ethyl acetate, Magnesium sulphate anhydrous ($MgSO_4$), Primary-secondary amine (PSA), Sodium acetate (CH_3COONa), Sodium chloride ($NaCl$), Sodium citrate dihydrate ($C_6H_5Na_3O_7 \cdot 2H_2O$) และ Di-sodium hydrogen citrate esequihydrate ($C_6H_6Na_2O_7 \cdot 1.5H_2O$)

- เครื่องตรวจวิเคราะห์ Liquid chromatography tandem mass spectrometer (LC/MS-MS)

7.2 วิธีการ

7.2.1 การทำแปลงทดลอง

- ตรวจสอบและเลือกแปลงทดลอง แต่ละแปลงทดลองต้องห่างกันอย่างน้อย 20 เมตร และพิจารณาเลือกแปลงทดลองที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน เช่น อายุ ชนิดของดินที่ปลูก และการดูแลรักษา

- วางแผนการทดลอง เป็นแบบ Supervised Trial แบ่งการทดลองเป็น 2 กรรมวิธี (treatment) คือ

กรรมวิธีที่ 1 แปลงทดลองที่ไม่ใช้วัตถุมีพิษคาร์บาริล เป็นแปลงควบคุม

กรรมวิธีที่ 2 แปลงทดลองที่ใช้วัตถุมีพิษคาร์บาริลที่ระดับความเข้มข้นตามอัตราแนะนำ

- ทำแปลงทดลองทุเรียนพันธุ์หมอนทองจำนวน 2 แปลง โดยแปลงที่ 1 มีจำนวน 8 ต้น ทำในพื้นที่อำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี และแปลงที่ 2 มีจำนวน 9 ต้น ทำในพื้นที่อำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี ในแต่ละแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 แปลงทดลองย่อย คือ แปลงควบคุม ซึ่งเป็นแปลงที่ไม่ใช้วัตถุมีพิษคาร์บาริลและแปลงที่ใช้วัตถุมีพิษคาร์บาริล 85% w/w 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ในอัตราการใช้น้ำ 15 ลิตรต่อต้น

- ก่อนการพ่นวัตถุมีพิษคาร์บาริล จะทำการ Calibrate เครื่องพ่นวัตถุอันตรายและปรับการเดินของผู้พ่นวัตถุอันตราย เพื่อให้การพ่นสารมีความแม่นยำและสม่ำเสมอ ในการทำ Calibrate เครื่องพ่นวัตถุอันตราย ทำโดยการพ่นน้ำเป็นเวลา 1 นาที ทำซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย ส่วนการปรับการเดินของผู้พ่นวัตถุอันตราย จะจับเวลาการเดิน ในทุกๆการเดินจะเดินสไลด์ไปทางด้านซ้ายมือและมี Metronome ช่วยควบคุมจังหวะการเดิน ทำซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย ซึ่งในการทำ Calibrate เครื่องพ่นวัตถุอันตรายและปรับการเดินของผู้พ่นนั้น แต่ละครั้งต้องแตกต่างกันไม่เกิน 5% จากการทำการทดลองติดต่อกัน 3 ครั้ง จึงจะอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ

- การพ่นวัตถุมีพิษคาร์บาริลในแปลงที่ 1 และ 2 ทำการพ่นในวันที่ 27 เมษายน, 3 และ 9 พฤษภาคม 2560

- การเก็บตัวอย่างหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย เก็บหลังการพ่นสารที่ 0, 3, 7, 14 และ 21 วัน ในการสุ่มเก็บตัวอย่างทุเรียนสำหรับการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริลแต่ละตัวอย่าง จะสุ่มเก็บอย่างน้อย 2 กิโลกรัมหรือ 6 ผล ตัวอย่างละ 2 ซ้ำต่อการเก็บแต่ละครั้ง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงควบคุม และแปลงที่ใช้วัตถุมีพิษคาร์บาริล ตามลำดับ

- หลังการสุ่มเก็บตัวอย่างจากแปลงทดลอง ขนส่งตัวอย่างจากแปลงทดลองไปสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 (สวพ. 6) เมื่อถึง สวพ. 6 แกะเมล็ดตัวอย่างทิ้ง และหั่นตัวอย่าง แล้วเก็บในตู้แช่ตัวอย่าง -20°C เพื่อรอการขนส่งกลับห้องปฏิบัติการกลุ่มงานสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

7.2.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างคาร์บาริล

- การเตรียมตัวอย่าง บดเนื้อและเปลือกตัวอย่างทุเรียนด้วยไนโตรเจนเหลวด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ $-20\pm 5^{\circ}\text{C}$

- วิธีวิเคราะห์ (QuEChERS Method, EN 15662:2008) สุ่มซั่งตัวอย่างทุเรียน 10 กรัม ใส่หลอดเซนติฟิวก์พลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร สกัดด้วย acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที เติม MgSO_4 4 กรัม NaCl 1 กรัม $\text{C}_6\text{H}_5\text{Na}_3\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 1 กรัม และ $\text{C}_6\text{H}_6\text{Na}_2\text{O}_7 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$ 0.5 กรัม แล้วเขย่าเป็นเวลา 1 นาที นำไป centrifuge ด้วยความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นดูดสารละลาย 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดเซนติฟิวก์ขนาด 15 มิลลิลิตรที่มี MgSO_4 225 มิลลิกรัม PSA 30 มิลลิกรัม และ C18 มิลลิกรัม เขย่าเป็นเวลา 1 นาที นำไป Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที แล้วกรองสารละลายที่ได้ด้วยไซริงค์ ฟิลเตอร์ใส่ขวดแก้วขนาด 0.5 มิลลิลิตร ดูดสารละลายที่ได้ 1 มิลลิลิตรใส่ autosampler vial และเป่าให้แห้งด้วยเครื่อง nitrogen evaporator แล้วเติม ethyl acetate 0.5 มิลลิลิตรลงไป นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง GC/MS-MS

- การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS: Agilent 7890A Series และ Agilent 7000B Triple Quadrupole GC/MS-MS มีรายละเอียด ดังนี้

Liquid Chromatograph

Column: Phenomenex Kinetex™ 1.7 μm XB-C18 100 Å, LC Column 100 x 2.1 mm
Mobile phase: A คือ สารละลาย 5 mM ammonium formate และ 0.1% formic acid ในน้ำ
B คือ acetonitrile
Flow rate: 500 $\mu\text{L}/\text{min}$

Column Oven Control Temperature: 50°C

Injection volume: 2 μL

Mass Spectrometer

Ionization Mode: ESI Positive mode

Gas temperature: 350°C

Gas flow: 5 L/min

Nebulizer: 45 psi

Sheath Gas Heater: 375°C

Sheath Gas Flow: 11

Capillary: 3,500 V

MS/MS Scan Parameter:

Multi Reaction Monitoring (MRM)

- การเตรียมสารละลายมาตรฐานของวัตถุมีพิษคาร์บาริลด้วย matrix blank ที่ 8 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานคาร์บาริล (แกน x) กับ peak area (แกน y) ซึ่งมีค่า correlation ของ linear regression (r) ไม่น้อยกว่า 0.995
- การตรวจสอบประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างคาร์บาริลในตัวอย่างจากแปลงทดลองที่ 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.01, 0.1 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

7.3 เวลาและสถานที่

การทดลองในแปลงทดลองทำระหว่างเดือนเมษายน-มิถุนายน พ.ศ. 2560 ที่อำเภอมะขามและอำเภอแหลมสิงห์ จังหวัดจันทบุรี และการทดลองในห้องปฏิบัติการทำระหว่างเดือนพฤษภาคม-กันยายน พ.ศ. 2560 ที่ห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริลในทุเรียน แบ่งผลการทดลองเป็น 2 ส่วน คือ ผลการทดลองในแปลงทดลองและในห้องปฏิบัติการ มีรายละเอียด ดังนี้

8.1 แปลงทดลอง

การพ่นสารคาร์บาริลในแปลงทดลองทุเรียนทั้ง 2 แปลง แปลงละ 3 ครั้ง แต่แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน โดยเดินพ่นสาร 2 ด้านตามแนวต้นทุเรียน มีการพิจารณาประสิทธิภาพการพ่นสาร ซึ่งแสดงถึงปริมาณวัตถุมีพิษคาร์บาริลที่ลงแปลงทดลอง พบว่า ประสิทธิภาพของการพ่นสารคาร์บาริลทุกครั้งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (เกณฑ์ยอมรับอยู่ระหว่าง 95-110%) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของการปนวัตถุมีพิษคาร์บาริลในแปลงทุเรียน

แปลงทดลอง	ประสิทธิภาพการพ่นสาร (%)		
	1	2	3
1	100	100	100
2	100	100	100

8.2 ห้องปฏิบัติการ

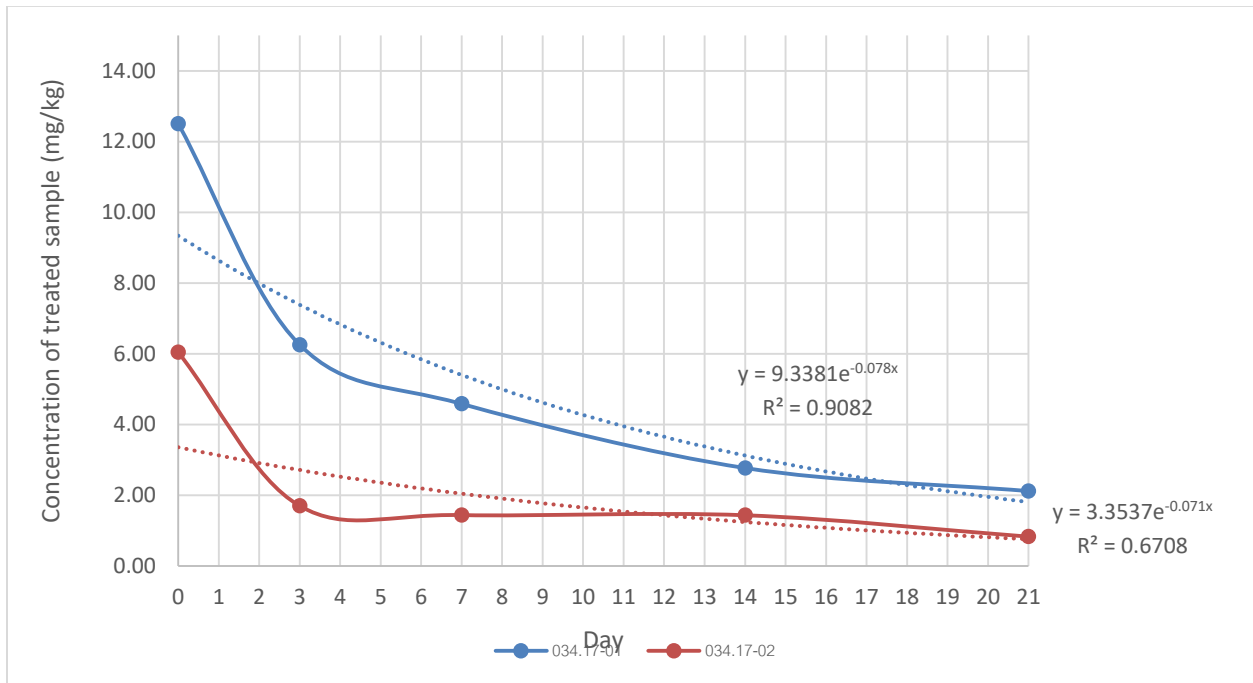
การวิเคราะห์สารพิษตกค้างคาร์บาริลด้วยเครื่อง LC/MS-MS

ในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริล พบว่าแปลงควบคุมหรือแปลงทดลองที่ไม่ใช้วัตถุมีพิษคาร์บาริล ทุกตัวอย่างตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริลน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นต่ำสุดของวิธีทดสอบที่สามารถวิเคราะห์ได้ในตัวอย่าง (Limit of quantification หรือ LOQ) และจากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตรายคาร์บาริลตามอัตราแนะนำในทุเรียน พบปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริลหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย 0, 3, 7, 14 และ 21 วัน ในแปลงที่ 1 คือ 12.51, 6.25, 4.58, 2.77 และ 2.12 mg/kg และ แปลงที่ 2 คือ 6.04, 1.70, 1.44, 1.43 และ 0.83 mg/kg ดังแสดงตารางที่ 1 และพบว่าปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริลลดลง เมื่อจำนวนวันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่ามีการสลายตัวของวัตถุมีพิษคาร์บาริล เมื่อจำนวนวันหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 3 เมื่อพิจารณาอัตราการสลายตัวของวัตถุมีพิษคาร์บาริลของแปลงที่ 1 และ 2 เท่ากับ 0.6427 และ 0.3444 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ

นอกจากนี้ ในการสกัดตัวอย่างจากแต่ละแปลงได้มีการตรวจสอบประสิทธิภาพของการวิเคราะห์พบว่า ร้อยละการกลับคืน (%Recovery) ในการสกัดตัวอย่างอยู่ในช่วง 80-108%

ตารางที่ 2 ปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริลในทุเรียนจากแปลงทดลองที่ใช้วัตถุอันตรายคาร์บาริลตาม อัตราแนะนำ

จำนวนวันหลัง การพ่นสารครั้งสุดท้าย (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริล (มก./กก.)	
	แปลงที่ 1	แปลงที่ 2
0	12.51	6.04
3	6.25	1.70
7	4.58	1.44
14	2.77	1.43
21	2.12	0.83



ภาพที่ 3 กราฟแสดงการสลายตัวของสารพิษตกค้างคาร์บาริลในทุเรียนแปลงที่ 1 (—●—) และ 2 (- -■ - -)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การพ่นสารคาร์บาริลในแปลงทดลองมีเปอร์เซ็นต์ของวัตถุมีพิษคาร์บาริลต่อพื้นที่อยู่ในช่วง 100% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ 70-108%)

การวิจัยปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริลในทุเรียน โดยพ่นวัตถุมีพิษคาร์บาริลตามอัตราแนะนำ พบว่าการสลายตัวเมื่อจำนวนวันหลังการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น และสารพิษตกค้างคาร์บาริลมีปริมาณในแปลงที่ 1 คือ 12.51, 6.25, 4.58, 2.77 และ 2.12 mg/kg และ แปลงที่ 2 คือ 6.04, 1.70, 1.44, 1.43 และ 0.83 mg/kg โดยประสิทธิภาพของการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างคาร์บาริลในทุเรียนจากแปลงทดลอง มีร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 74-91%

10. การนำไปใช้ประโยชน์

ทุเรียนจัดอยู่ในกลุ่มหลัก 006 ผลไม้เขตร้อนและกิ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้ (Assorted tropical and sub-tropical fruits-inedible peel) ซึ่ง Codex ไม่กำหนดค่า MRLs ของคาร์บาริล จึงข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการสลายตัวของวัตถุอันตรายคาร์บาริลในทุเรียนไปเสนอ เพื่อพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ของ Codex, ASEAN และประเทศไทย (มกอช., 2559 และ FAO, 2013)

การศึกษาการสลายตัวของวัตถุอันตรายคาร์บาริลในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ทำให้ทราบการสลายตัวของคาร์บาริลที่แท้จริง เมื่อนำค่าปริมาณสารพิษตกค้างที่ 14 วันหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายตามฉลากกำหนดไปคำนวณค่าความปลอดภัยต่อการบริโภค พบว่า ไม่มีตัวอย่างทุเรียนจากแปลงทดลองก่อให้เกิดอาการเฉียบพลันจากการบริโภค

การใช้วัตถุอันตรายคาร์บาริลตามอัตราแนะนำที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยวตาม PHI กำหนด จะไม่พบผลผลิตที่มีปริมาณสารพิษตกค้างคาร์บาริลในทุเรียนเกินค่า MRL ทำให้เป็นที่ยอมรับของประเทศคู่ค้า

11. คำขอขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับความเอื้อเพื่อให้ใช้สถานที่ของห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 จังหวัดจันทบุรี

12. เอกสารอ้างอิง

- คำริห์ รุ่งสุข. 2543. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์. เชียงใหม่: ภาควิชาอารักขาพืช มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2557. สารพิษตกค้าง: ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด PESTICIDE RESIDUES: MAXIMUM RESIDUE LIMITS. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. การจัดกลุ่มสินค้าเกษตร: พืช CLASSIFICATION OF AGRICULTURAL COMMODITIES: CROP. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สำนักพิมพ์แม็ค. กรุงเทพฯ. “ผลไม้ไทย”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.maceducation.com/e-knowledge/2341109100/10.htm> (8 กุมภาพันธ์ 2561).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2013. “DISCUSSION PAPER ON THE REVIEW OF THE COMMODITY GROUPS IN THE DATABASE FOR MAXIMUM RESIDUE LIMITS FOR PESTICIDES TO DETERMINE THE NEED FOR REVISION OF RELEVANT GROUP MRLs (revised fruit commodity groups of the Classification of Foods and Animal Feeds)”. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCPR/CCPR45/pr45_07e.pdf (8 กุมภาพันธ์ 2561).

13. ภาคผนวก

การเตรียมสารมาตรฐานคาร์บาริล

เตรียม Stock standard solution 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยชั่งสารมาตรฐานที่เป็น primary standard ให้ได้เนื้อสารประมาณ 10 มิลลิกรัมใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ละลายสารมาตรฐานและปรับปริมาตรด้วยตัวทำละลาย Acetonitrile เขย่าให้เข้ากัน และถ่ายสารละลายมาตรฐานที่ได้ใส่ขวดแก้ว พร้อมติดฉลากระบุชื่อสาร batch number ความเข้มข้น วันที่เตรียม ชื่อผู้เตรียม ตัวทำละลายที่ใช้ และ วันหมดอายุ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ โดยสารมาตรฐานมีอายุการใช้งาน 1 ปี (นับจากวันที่เตรียม) ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน สามารถคำนวณได้ ดังนี้

$$\text{ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน } (\mu\text{g/mL}) = \frac{\text{น้ำหนักที่ชั่ง (mg)} \times \text{ความบริสุทธิ์ของสาร (\%)} \times 1000}{\text{ปริมาตรที่เตรียม (mL)} \times 100}$$

เตรียม Intermediate standard solution 100, 10 และ 1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในตัวทำละลาย Acetonitrile และ Working standard solution ที่ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในตัวทำละลาย Matrix blank โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$N_1V_1 = N_2V_2$$

โดย	N_1	เป็นความเข้มข้นของสารตั้งต้น ($\mu\text{g/mL}$)
	N_2	เป็นความเข้มข้นของสารที่ต้องการเตรียม ($\mu\text{g/mL}$)
	V_1	ปริมาตรของสารตั้งต้นที่ต้องดูด (mL)
	V_2	ปริมาตรของสารตั้งต้นที่ต้องการเตรียม (mL)