

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาพืชเศรษฐกิจเฉพาะพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง
2. **โครงการวิจัย** วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพริกชี้ในภาคใต้ตอนล่าง
กิจกรรม วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพริกชี้ในภาคใต้ตอนล่าง
กิจกรรมย่อย การวิจัยและพัฒนาการปนเปื้อนและการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ปลอดภัยในพริกชี้
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)** ระยะเวลาการพ่นสารกำจัดศัตรูพืชที่ปลอดภัยต่อการตกค้างในพริกชี้
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) Duration of harvest after spraying pesticide for safety of residues in Chilli.
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง นางสาวสาวิตรี เขมวงค์ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8
ผู้ร่วมงาน นางสาวนันทิการ์ เสนแก้ว สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8
5. **บทคัดย่อ**

การศึกษาการสลายตัวของสารเคมีทางการเกษตร 6 ชนิด คือ dimethoate, malathion, chlorpyrifos, ethion, cypermethrin และ dicofol ในพริกชี้ โดยได้ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในช่วงเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนสิงหาคม 2556 วางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized Complete Block) ซึ่งแต่ละการทดลองมี 4 ซ้ำ (replication) แต่ละซ้ำมี 6 กรรมวิธี (treatment) ได้แก่ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวตัวอย่างพริกชี้มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ 0 วัน (3 ชั่วโมง หลังจากพ่นสารเคมี), 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน หลังจากพ่นสารเคมีครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างพริกไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างโดยใช้เทคนิคทางแก๊สโครมาโตกราฟี ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 พบปริมาณสาร dimethoate ตกค้างในพริกมีค่าเฉลี่ย 11.66, 2.70, 0.72, 0.20, 0.10 และ 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณสาร malathion ตกค้างในพริกมีค่าเฉลี่ย 7.97, 0.88, 0.17, 0.05, 0.03 และ 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณสาร chlorpyrifos ตกค้างในพริกมีค่าเฉลี่ย 3.08, 1.14, 0.73, 0.41, 0.29 และ 0.23 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณสาร ethion ตกค้างในพริกมีค่าเฉลี่ย 9.27, 5.43, 3.91, 2.47, 1.92 และ 1.43 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ปริมาณสาร cypermethrin ตกค้างในพริกมีค่าเฉลี่ย 5.03, 4.37, 3.45, 2.82, 1.47 และ 0.93 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปริมาณสาร dicofol ตกค้างในพริกมีค่าเฉลี่ย 8.22, 6.67, 4.42, 4.05, 2.63 และ 0.66 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จากข้อมูลการตกค้างที่ตรวจพบสามารถสร้างสมการถดถอย และประมาณระยะที่ควรเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายของแต่ละสาร คือ dimethoate, malathion, chlorpyrifos, ethion, cypermethrin และ dicofol ในเบื้องต้นอยู่ที่ประมาณ 8, 10, 9, 8, 15 และ 12 วันตามลำดับ

6. คำนำ

พริกเป็นพืชเศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีสำคัญในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง เนื่องจากเกษตรกรนิยมปลูกเพื่อเสริมรายได้ และปัญหาการพบสารตกค้างทางการเกษตรจากกระบวนการผลิต ก็เป็นอีกปัญหาที่สำคัญและตรวจพบได้อย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมาช่วยในกระบวนการผลิต

จากการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้างทางการเกษตร กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8 ปี 2547-2548 พบว่าสารพิษตกค้างในพริกที่ตรวจพบบ่อยครั้งได้แก่ chlorpyrifos, profenofos, parathion methyl ethion และ cyperthrin ซึ่งเป็นสารพิษในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และ ไพรีทรอยด์ และชนิดของสารพิษตกค้างที่ตรวจวิเคราะห์พบมากที่สุดในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างคือ chlorpyrifos อย่างไรก็ตามข้อมูลดังกล่าวจะเน้นการวิเคราะห์ตรวจสอบสินค้าส่งออกเป็นส่วนใหญ่ โดยขาดการประเมินผลตกค้างจากสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตที่มีการบริโภคภายในประเทศ และในปี 2549-2552 จึงได้เน้นการวิเคราะห์ เพื่อตรวจหาสารตกค้างในผลผลิตพริก จากตัวอย่างพริกที่ได้จากแปลงของเกษตรกรที่ขอรับรองแหล่งผลิต GAP ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่เน้นการผลิตเพื่อจำหน่ายและบริโภคภายในประเทศ พบว่าแม้ในแปลงผลิตพริกตามระบบ GAP เอง ก็ยังตรวจพบสารตกค้างเช่นเดียวกัน โดยในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างตรวจพบสารตกค้างมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ cypermethrin, chlorpyrifos และ profenofos ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาสารพิษตกค้างในพริกจากแหล่งผลิต GAP บริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ที่พบสารตกค้างทั้ง 3 ชนิด ในพริกมากเป็น 3 อันดับแรกเช่นเดียวกัน (นาตยา และคณะ, 2551) แต่ในการศึกษาการตกค้างของผลผลิตพริกที่สุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดสดอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตรวจพบชนิดสารมากกว่า โดยตรวจพบทั้งหมด 13 ชนิด แต่ที่ตรวจพบมาก 3 อันดับแรก คือ ethion, triazophos และ cypermethrin (สร้อยญา และ นลินี, 2549)

ปัจจุบันพืชผักปลอดสารพิษหรือปลอดภัยจากสารพิษ กำลังเป็นที่นิยมบริโภคอย่างมาก เนื่องจากประชาชนภายในประเทศเริ่มตระหนักถึงโทษของสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในพืชผักผลไม้ และสิ่งแวดล้อม รวมถึงให้ความสำคัญกับการบริโภคอาหารที่มีประโยชน์และปลอดภัยต่อสุขภาพมากยิ่งขึ้น แต่กระบวนการผลิตทางการเกษตรภายในประเทศมีการนำสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้าช่วยในการเพาะปลูกจำนวนมาก ซึ่งหากเกษตรกรใช้สารเคมีอย่างไม่ถูกต้องและเหมาะสม อาจส่งผลให้เกิดการตกค้างของสารที่ใช้ในกระบวนการผลิตในผลผลิต อีกทั้งอาจส่งผลต่อสุขภาพของเกษตรกรโดยตรง โดยผลกระทบในเบื้องต้นจากการใช้สารเคมีที่พบมาก ได้แก่ คอแห้ง ปวดศีรษะ มึนงงและเวียนศีรษะ อ่อนเพลีย หน้ามืด และหายใจลำบาก (สกุลรัตน์ และ กรรณิการ์, 2536) ดังนั้นในการทดลองนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาถึงระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างหลังจากการฉีดพ่นสารเคมีครั้งสุดท้ายก่อนนำไปจำหน่าย เพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปแนะนำเกษตรกรในเบื้องต้นถึงระยะเก็บเกี่ยวที่ทำให้ผลผลิตปลอดภัยต่อการบริโภค

7. วิธีดำเนินการ

7.1 อุปกรณ์ และสารเคมี

- อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas Chromatography (GC) ยี่ห้อ Agilent technologies model 6890

ประกอบด้วย หัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector (FPD) และหัวตรวจวัดชนิด Electron Capture Detector (ECD)

2. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง ความละเอียดในการอ่าน 0.01
3. เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ความละเอียดในการอ่าน 0.0001
4. Rotary Evaporator พร้อมอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
5. N-Evaporator
6. Homogenizer ความเร็วรอบ 8000 - 24,000 รอบ/วินาที (rpm)
7. เครื่องสับตัวอย่าง (food processor)
8. Dispenser ช่วงการใช้งาน 20-100 มิลลิลิตร
9. Volumetric flask ขนาด 5, 10, 25, 100 มิลลิลิตร
10. Cylinder ขนาด 50 มิลลิลิตร
11. Micropipette ขนาด 1-10 ไมโครลิตร, 20-200 ไมโครลิตร, 200-1000 ไมโครลิตร, 1-5 มิลลิลิตร
12. Flat bottom flask ขนาด 250 มิลลิลิตร
13. Auto sampler vial ขนาด 2 มิลลิลิตร
14. Funnel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร
15. กระดาษกรองเบอร์ 1 ของ "Whatman" ขนาด 185 มิลลิเมตรหรือเทียบเท่า
16. ขวดแก้วแบบมีฝาปิด (Duran)
17. Pasture pipette
18. เต้าเผา
19. Freezer
20. Oven
21. เครื่องฟ่นวัดอุณหภูมิแบบสุบโยคสะพายหลัง

- สารเคมี

1. สารเคมีในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง
2. Acetone (Analytical grade)
3. Dichloromethane (Analytical grade และ Pesticide grade)
4. Sodium chloride (Analytical grade)
5. Hexane (Pesticide grade)
6. Ethyl acetate (Pesticide grade)
7. Silica gel
8. Sodium sulphate anhydrous granular ที่เผาด้วยอุณหภูมิ 500°C นาน 3

ข้าวโม่ง และเก็บในตู้อบที่อุณหภูมิ 130°C (กองวัดภูมิพิช, 2544)

- สารมาตรฐาน (Pesticide standard) ใช้สารที่มีความบริสุทธิ์สูง ชื่อการค้า

Dr. Ehrenstorfer และสารที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 6 ชนิด คือ malathion, ethion, chlorpyrifos, dicofol และ cypermethrin

7.2 วิธีการ

7.2.1 การเตรียมแปลงทดลอง

เตรียมแปลงสำหรับปลูกพริกชี้ ขนาด 4 x 5.6 ตารางเมตร/แปลงย่อย จำนวน 24 แปลงย่อย ระยะปลูก 80 x 100 เซนติเมตร จำนวน 28 ต้น /แปลงย่อย (672 ต้น/แปลง) โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB (Randomized Complete Block) ซึ่งแต่ละการทดลองมี 4 ซ้ำ (replication) แต่ละซ้ำมี 6 กรรมวิธี (treatment) ได้แก่ ระยะเวลาเก็บเกี่ยวตัวอย่างพริกชี้มาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ 0 วัน (3 ชั่วโมงหลังจากพ่นสารเคมี), 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน หลังจากพ่นสารเคมีครั้งสุดท้าย

7.2.2 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างทางการเกษตร

ตัวอย่างพืชที่จะนำมาตรวจสอบสารตกค้างทางการเกษตร จะเตรียมและสกัดโดยดัดแปลงมาจากวิธีของ Steinwondter (Steinwondter, 1985) ดังนี้

การเตรียมตัวอย่าง

หั่นตัวอย่างเป็นชิ้นเล็กและนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น (food processor) คลุกเคล้าให้เข้ากัน ตักก่อนนำตัวอย่างที่ได้ไปชั่งปริมาณ 25 ± 0.02 กรัม ใส่ในขวดแก้วมีฝาปิด ขนาด 250 มิลลิลิตร และติดป้ายระบุหมายเลขตัวอย่างแล้วทำการวิเคราะห์ทันที ในกรณีที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที ให้เก็บตัวอย่างในตู้แช่อุณหภูมิ -20°C

การสกัดตัวอย่าง

เติม acetone ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ลงในตัวอย่างที่ชั่งไว้ และปั่นด้วย homogenizer ที่ระดับความเร็วประมาณ 13,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที เติม Sodium chloride ประมาณ 10 กรัม และ dichloromethane 40 มิลลิลิตร ปั่นอีกครั้งด้วย homogenizer นาน 1 นาที ทิ้งไว้ให้ตกตะกอน เทส่วนใสลงในขวดแก้ว ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม sodium sulphate anhydrous ประมาณ 20 กรัม ปิดฝาขวดและตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เขย่าเป็นครั้งคราว กรองส่วนใสผ่านกรวยกรองซึ่งภายในบรรจุ sodium sulphate anhydrous รองรับด้วยกระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร ถ่ายสารละลายลงใน flat bottom flask ขนาด 250 มิลลิลิตร นำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40°C จนเกือบแห้ง แล้วเติม ethyl acetate ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ล้างตัวอย่างให้ทั่วด้วย pasture pipette จากนั้นดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในขวดตรวจวัดชนิด flame photometric detector (FPD) และดูดสารละลายที่เหลือปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใส่ในขวดแก้วมีฝาปิดเพื่อนำมากำจัดสิ่งปนเปื้อน

การกำจัดสิ่งปนเปื้อนในตัวอย่างวิเคราะห์ (Clean up)

นำสารละลายที่ได้จากการสกัดมาลดปริมาตรโดยใช้ก๊าซไนโตรเจน เติม hexane ปริมาตร 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าด้วย vortex เพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นจึงนำมากำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วยการกรองผ่านคอลัมน์ที่อยู่ในบรรจุสารสำหรับกรองตัวอย่างหลายชั้น โดยชั้นแรกจากส่วนล่างของคอลัมน์ จะใช้กระดาษกรอง ต่อมาเป็นชั้นของ sodium sulphate anhydrous และ silica gel ที่ผ่านการอบและ deactivate ด้วยน้ำ 10% ชั้นบนสุดเป็นชั้นของ sodium sulphate anhydrous การกรองค่อยๆหยุดสารละลายตัวอย่าง ผ่านคอลัมน์ โดยมี mobile phase คือ hexane : dichloromethane อัตราส่วน 4:1 และ hexane : dichloromethane อัตราส่วน 1:1 รองรับสารที่กรองผ่านคอลัมน์ด้วย flat bottom flask นำสารที่ผ่านการกำจัดสิ่งปนเปื้อนไปลดปริมาตรจนเกือบแห้ง แล้วล้าง flat bottom flask ด้วย hexane ปริมาตร 2 มิลลิลิตร โดยใช้ pasture pipette จากนั้นจึงนำสารที่ได้ไปตรวจหาปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่ม organochlorine และ pyrethroid ด้วยเครื่อง GC โดยใช้ตัวตรวจวัดชนิด electron capture detector (ECD)

การวัดสารพิษตกค้างกลุ่ม Organophosphates มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. วัดสารมาตรฐาน โดยการทำให้ Calibration curve ด้วยสารมาตรฐานอย่างน้อย 3 ระดับ ความเข้มข้น โดยมีข้อกำหนดให้ค่า Calibration factor (R^2) ≥ 0.995
2. วัด Solvent Blank เพื่อตรวจสอบสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบทุกครั้ง
3. วัดสารละลายตัวอย่าง
4. การเตรียมเครื่อง GC มีสถานะการใช้งานดังนี้

Detector : Flame Photometric Detector (FPD-Detector)

Column : Capillary column HP-5
(5% Phenyl Methyl Siloxane)

: Model, Agilent 19091J-413

: Length, 30 เมตร

: Diameter (i.d.), 0.32 มิลลิเมตร

: Film thickness, 0.25 ไมโครเมตร

Temperature : Injector 250°C

: Detector 250 °C

Carrier gas : Helium, flow rate 2.2 มิลลิลิตร/นาที

: Air, flow rate 100 มิลลิลิตร/นาที

: Hydrogen, flow rate 75 มิลลิลิตร/นาที

Make up gas : Nitrogen, flow rate 60 มิลลิลิตร/นาที

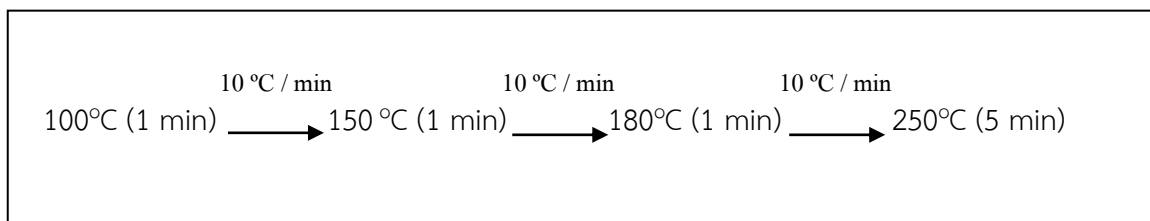
Injection mode : Splitless, purge time 1 นาที

: Injection volume, 1 ไมโครลิตร

Oven temperature program

: Initial temperature, 100°C

: Maximum temperature, 325°C



การวัดสารพิษตกค้างกลุ่ม Organochlorines และ Pyrethroids มีขั้นตอนการ ดำเนินการดังนี้

1. วัดสารมาตรฐาน โดยการทำให้ Calibration curve ด้วยสารมาตรฐานอย่างน้อย 3 ระดับ ความเข้มข้น โดยมีข้อกำหนดให้ค่า Calibration factor (R^2) ≥ 0.995
2. วัด Solvent Blank เพื่อตรวจสอบสารเคมีที่ใช้ในการทดสอบทุกครั้ง
3. วัดสารละลายตัวอย่าง
4. การเตรียมเครื่อง GC มีสถานะการใช้งานดังนี้

Detector : Electron Capture Detector (ECD-Detector)

Column : Capillary column DB-5

: Model, Agilent 122-5032

: Length, 30 เมตร

: Diameter (i.d.), 0.25 มิลลิเมตร

: Film thickness, 0.25 ไมโครเมตร

Temperature : Injector 250°C

: Detector 300 °C

Carrier gas : Helium, flow rate 2.0 มิลลิลิตร/นาที

Make up gas : Nitrogen, flow rate 60 มิลลิลิตร/นาที

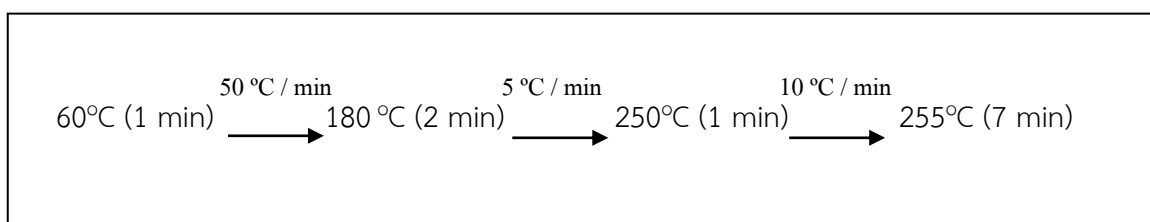
Injection mode : Splitless, purge time 1 นาที

: Injection volume, 1 ไมโครลิตร

Oven temperature program

: Initial temperature, 60°C

: Maximum temperature, 325°C



การคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง

นำสารละลายมาตรฐานกลุ่ม Organochlorines และ Pyrethroids อย่างน้อย กลุ่มละ 3 ความเข้มข้น ฉีดเข้าเครื่อง GC ที่มี ECD เป็นตัวตรวจวัด และสารละลายมาตรฐานกลุ่ม Organophosphates อย่างน้อย 3 ความเข้มข้น ฉีดเข้าเครื่อง GC ที่มี FPD เป็นตัวตรวจวัด จากนั้นฉีดสารละลายมาตรฐานเดี่ยวแต่ละชนิด วัดค่า Retention time (RT) ของสารมาตรฐานเดี่ยวเทียบกับสารมาตรฐานกลุ่ม สารชนิดเดียวกันจะมีค่า Retention time เท่ากัน นำ chromatogram ของสารมาตรฐานแต่ละกลุ่มมาวัดค่าพื้นที่ใต้พีค (peak area) ของสารแต่ละชนิด นำค่าความเข้มข้นและพื้นที่ใต้พีคของสารแต่ละชนิดมาเขียนกราฟโดยให้แกน X เป็นค่าความเข้มข้น แกน Y เป็นค่าพื้นที่ใต้พีคจะได้ calibration curve ของสารมาตรฐานแต่ละชนิด และเมื่อต้องการหาความเข้มข้นของสารพิษตกค้างในตัวอย่างที่ทดสอบ สามารถคำนวณโดยนำค่าพื้นที่ใต้พีคของสารนั้นไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เมื่อได้ค่าความเข้มข้นแล้วให้คุณด้วย 0.36 ซึ่งเป็นค่า multiplier ของวิธีทดสอบที่ใช้ในการวิเคราะห์ ครั้งนี้ การคำนวณค่า multiplier ของวิธีทดสอบสามารถคำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{ค่า multiplier} = \frac{V \times P}{W}$$

เมื่อ V = ปริมาตรของสารละลายตัวอย่างที่ปรับครั้งสุดท้าย (ml)
 W = น้ำหนักตัวอย่าง (g)
 P = ปริมาตรตัวทำละลายที่ใช้สกัดทั้งหมด (ml) หรือด้วยปริมาตรตัวทำละลายในขั้นตอนการสกัดที่แบ่งไปลดปริมาตร (ml)

7.3 เวลาและสถานที่ทำการทดลอง

1. ระยะเวลาเริ่มต้น ตุลาคม 2554 สิ้นสุด กันยายน 2556
2. สถานที่ดำเนินการทดลอง ได้แก่ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
3. สถานที่ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง ได้แก่ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของสารทั้งหมด 6 ชนิด คือ dimethoate, malathion, chlorpyrifos, ethion, cypermethrin และ dicofol ซึ่งเป็นสารที่มักตรวจพบการตกค้างในผลผลิตพริกชี้ฟ้าปลูกในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง โดยผสมสารตามอัตราแนะนำ ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ในช่วงเดือน ตุลาคม 2554 - สิงหาคม 2556 ได้ผลการทดลองสรุปดังตารางที่ 1 และสรุปแยกแต่ละชนิดสารได้ดังนี้ dimethoate ปริมาณที่ตรวจพบในแต่ละระยะที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ พบสารพิษตกค้างในพริกชี้ฟ้าปริมาณเฉลี่ย 11.66 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันฉีด

พ่นสารครั้งสุดท้าย (เก็บตัวอย่าง 0 วันหลังพ่นสาร) และตรวจพบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 2.70, 0.72, 0.20, 0.10 และ 0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 วันหลังพ่นสาร

malathion ปริมาณที่ตรวจพบในแต่ละระยะที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ พบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 7.97 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย (เก็บตัวอย่าง 0 วันหลังพ่นสาร) และตรวจพบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 0.88, 0.17, 0.05, 0.03 และ 0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 วันหลังพ่นสาร

chlorpyrifos ปริมาณที่ตรวจพบในแต่ละระยะที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ พบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 3.08 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย (เก็บตัวอย่าง 0 วันหลังพ่นสาร) และตรวจพบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 1.14, 0.73, 0.41, 0.29 และ 0.23 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 วันหลังพ่นสาร

ethion ปริมาณที่ตรวจพบในแต่ละระยะที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ พบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 9.27 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย (เก็บตัวอย่าง 0 วันหลังพ่นสาร) และตรวจพบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 5.43, 3.91, 2.47, 1.92 และ 1.43 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 วันหลังพ่นสาร

cypermethrin ปริมาณที่ตรวจพบในแต่ละระยะที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ พบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 5.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย (เก็บตัวอย่าง 0 วันหลังพ่นสาร) และตรวจพบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 4.37, 3.45, 2.82, 1.47 และ 0.93 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 วันหลังพ่นสาร

dicofol ปริมาณที่ตรวจพบในแต่ละระยะที่เก็บเกี่ยวตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์ พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ พบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 8.22 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันฉีดพ่นสารครั้งสุดท้าย (เก็บตัวอย่าง 0 วันหลังพ่นสาร) และตรวจพบสารพิษตกค้างในพริกซีปริมาณเฉลี่ย 6.67, 4.42, 4.05, 2.63 และ 0.66 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในวันที่ 3, 6, 9, 12 และ 15 วันหลังพ่นสาร

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตร (มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ของสารแต่ละชนิดตามกรรมวิธีต่าง ๆ

กรรมวิธี	ปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตพริกซี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)					
	dimethoate ^{1/}	malathion ^{1/}	chlorpyrifos ^{1/}	ethion ^{1/}	cypermethrin ^{1/}	dicofol ^{1/}
เก็บตัวอย่าง 0 วันหลังพ่นสาร	11.66 ^a	7.97 ^a	3.08 ^a	9.27 ^a	5.03 ^a	8.22 ^a
เก็บตัวอย่าง 3 วันหลังพ่นสาร	2.70 ^b	0.88 ^b	1.14 ^b	5.43 ^b	4.37 ^b	6.67 ^b
เก็บตัวอย่าง 6 วันหลังพ่นสาร	0.72 ^c	0.17 ^c	0.73 ^c	3.91 ^c	3.45 ^c	4.42 ^c
เก็บตัวอย่าง 9 วันหลังพ่นสาร	0.20 ^{cd}	0.05 ^c	0.41 ^d	2.47 ^d	2.82 ^d	4.05 ^c
เก็บตัวอย่าง 12 วันหลังพ่นสาร	0.10 ^{cd}	0.03 ^c	0.29 ^d	1.92 ^e	1.47 ^e	2.63 ^d
เก็บตัวอย่าง 15 วันหลังพ่นสาร	0.03 ^d	0.05 ^c	0.23 ^d	1.43 ^f	0.93 ^f	0.66 ^e
F-test	**	**	**	**	**	**

CV (%)	16.04	10.75	15.99	7.50	9.30	11.22
--------	-------	-------	-------	------	------	-------

** แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

1/ ตัวเลขในแถวตั้งที่กำกับด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์
โดยวิธี DMRT

เมื่อนำข้อมูลค่าเฉลี่ยสารพิษตกค้างทางการเกษตรทั้ง 6 ชนิดสาร มาเขียนกราฟแสดงการสลายตัว จะได้กราฟการสลายตัวและสมการถดถอย ดังนี้

1. สาร dimethoate	สมการคือ	$y = 11.66e^{-0.413x}$; $R^2 = 0.9852$
2. สาร malathion	สมการคือ	$y = 7.35e^{-0.429x}$; $R^2 = 0.8097$
3. สาร chlorpyrifos	สมการคือ	$y = 2.7e^{-0.184x}$; $R^2 = 0.9368$
4. สาร ethion	สมการคือ	$y = 8.3523e^{-0.123x}$; $R^2 = 0.9860$
5. สาร cypermethrin	สมการคือ	$y = -0.2841x + 5.1424$; $R^2 = 0.9887$
6. สาร dicofol	สมการคือ	$y = 7.9474e^{-0.162x}$; $R^2 = 0.9527$

จากสมการการถดถอยที่ได้แต่ละชนิดสาร เมื่อแทนค่า y ซึ่งเป็นค่าปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตร สูงสุดในพืชที่ยอมรับให้มีได้ ซึ่งเป็นค่าการตกค้างสูงสุดที่ปลอดภัยต่อการบริโภคของแต่ละชนิดสาร ดังนี้ dimethoate และ dicofol มีค่า MRL เท่ากับ 0.5 และ 1 mg/kg (codex MRL) ตามลำดับ ส่วน malathion, chlorpyrifos, ethion และ cypermethrin มีค่า MRL เท่ากับ 0.1, 0.5, 3, 1 mg/kg (มกอช. MRL) ตามลำดับ จะได้ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกชี้ที่อยู่ในระยะที่ปลอดภัยต่อการนำมาบริโภค ซึ่งเกษตรกรสามารถเก็บไปจำหน่ายได้ ดังนี้

1. สาร dimethoate	ควรเก็บผลผลิตหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายประมาณ 8 วัน
2. สาร malathion	ควรเก็บผลผลิตหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายประมาณ 10 วัน
3. สาร chlorpyrifos	ควรเก็บผลผลิตหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายประมาณ 9 วัน
4. สาร ethion	ควรเก็บผลผลิตหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายประมาณ 8 วัน
5. สาร cypermethrin	ควรเก็บผลผลิตหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายประมาณ 15 วัน
6. สาร dicofol	ควรเก็บผลผลิตหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายประมาณ 12 วัน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้สารเคมีทั้ง 6 ชนิด คือ dimethoate, malathion, chlorpyrifos, ethion, cypermethrin และ dicofol ในอัตราแนะนำและเก็บเกี่ยวผลผลิตที่ระยะ 0 วัน (3 ชั่วโมงหลังจากพ่นสารเคมี), 3, 6, 9, 12 และ 15 วัน หลังจากพ่นสารเคมีครั้งสุดท้าย พบว่าระยะที่ควรเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากพ่นสารครั้งสุดท้ายของแต่ละสารอยู่ที่ประมาณ 8, 10, 9, 8, 15 และ 12 วันตามลำดับ ซึ่งเป็นระยะที่ผลผลิตปลอดภัยต่อการบริโภค คือ มีการตกค้างของสารเคมีอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค อย่างไรก็ตามการสลายตัวของสารเคมีทางการเกษตร เร็วหรือช้าอาจขึ้นอยู่กับอีกหลายปัจจัย หนึ่งในปัจจัยที่สำคัญคือ สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศ ดังนั้นในการทดลองครั้งนี้จึงทำให้ทราบเพียงข้อมูลเบื้องต้น เพื่อเป็นแนวทางใน

การเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกชี้ในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง และในอนาคตควรมีการเพิ่มสภาพพื้นที่ในการศึกษาให้มากขึ้น เช่น มีการทดลองในจังหวัดอื่นๆในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างเพิ่มเติมด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากและครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น ซึ่งสามารถนำไปสรุปถึงระยะการเก็บเกี่ยวได้ถูกต้องและเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ภาคใต้ตอนล่างดียิ่งขึ้น

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลการทดลองสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการเก็บเกี่ยวผลผลิตหลังจากฉีดพ่นสารเคมีทางการเกษตร เพื่อแนะนำให้แก่เกษตรกรในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

11. คำขอบคุณ

-

12. เอกสารอ้างอิง

- นาคยา จันท์ส่อง, อธิพิล บังพรม, สุภาพร บังพรม และ สุนทรี มีเพ็ชร. 2551. การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพริกจากแหล่งผลิต GAP ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง. ใน รายงานการประชุมวิชาการ 36 ปี กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการเกษตร. น. 256-257.
- สกุลรัตน์ อุษณวารรงค์ และ กรรณิการ์ จิรสิริทรัพย์. 2536. การศึกษาระดับเบนโซเอโนโซลีนเอสเทอร์ของเกษตรกรหมู่บ้านกุดกว้าง. ศรีนครินทร์เวชสาร 8(4):215-219.
- สร้อยญา ช่วงพิมพ์ และ นลินี จาริกภาพกร. 2549. การบริการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพริกในภาคใต้ตอนล่าง. ผลงานฉบับเต็มเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7ว. กรมวิชาการเกษตร.
- สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ สารพิษตกค้าง : สารพิษตกค้างสูงสุด. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- Steinwandter H. 1985. Universal 5 min on-line method for extracting and isolating pesticide residues and industrial chemicals. Fresenius Z. anal chem. 322 : 752-754.

13. ภาคผนวก -