ศึกษาความใช้ได้ของชุดตรวจสอบพิษตกค้างของโพรเฟนโนฟอสในผักผลไม้

Profenofos Residue Test Kit Validation

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

ศึกษาความใช้ได้ของชุดตรวจสอบสารตกค้างโพรเฟนโนฟอสในผักผลไม้โดยนำชุดตรวจสอบที่คิดค้นมาในปี 2552 มาหาอายุการใช้งานของแผ่นตรวจสอบที่ความเข้มข้น 0.05 ppm พบว่า ที่อายุ 2 เดือนได้ % recovery 85.80% ที่อายุ 4 เดือนได้ % recovery 85.30% ที่อายุ 6 เดือนได้ % recovery 84.20% ที่อายุ 8 เดือนได้ % recovery 83.10% ที่อายุ 10 เดือนได้ % recovery 84.60% ที่อายุ 12 เดือนได้ % recovery 83.50% และได้ทดลองหาค่า linearity range โดยการนำมาวัดการดูดกลืนแสง UV ที่ช่วงคลื่น 285 nm. โดยใช้เครื่อง HPTLC ได้ค่า linearity range อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.01-0.10 ppm ค่า R = 0.9839 เมื่อนำมาหาค่า Precision ที่ความเข้มข้น 0.03, 0.04, 0.06, 0.08 ppm. มีค่า n = 10 ได้ค่า SD= 7.4423 , %RSD = 2.6473 , HR= 0.2091 (0.03 ppm) ได้ค่า SD= 9.7665 , %RSD= 2.5685 , HR= 0.2119 (0.04 ppm) ได้ค่า SD= 13.9607 , %RSD= 2.1601 , HR= 0.1894 (0.06 ppm) ได้ค่า SD= 20.6355 , %RSD= 2.1658 , HR= 0.2395 (0.08 ppm) ได้ค่า SD= 30.6649 , %RSD= 3.2673 , HR= 0.3074 (0.10 ppm) เห็นได้ว่าค่า HR ตั้งแต่ความเข้มข้น 0.03-0.10 ppm สามารถเชื่อถือได้ในการนำไปทดสอบในภาคสนาม เนื่องจากมีค่า HR น้อยกว่า 2 และเมื่อนำไปให้เกษตรกรใช้ตรวจในแปลงปลูกพริก จังหวัดอุบลราชธานี ขอนแก่นและกาญจนบุรี พบว่า ผู้นำกลุ่มเกษตรกรสามารถตรวจพบสารโพรเฟนโนฟอสในพริกร้อยละ 15 และตัวอย่างพริกที่ตรวจไม่พบด้วยชุดตรวจสอบนำมายืนยันด้วย GC (FPD) ในห้องปฏิบัติการพบว่าปริมาณที่พบน้อยกว่า 0.03 ppm.

รหัสโครงการ 05 01 49 01 01 03 01 52

คำนำ

ในปี 2551 หลังจากพบว่าตั้งแต่ปี 2546-2551 พบสารพิษตกค้างของคลอไพริฟอสตกค้างในผักและผลไม้มากที่สุดในสารพิษกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต และสารพิษคลอไพริฟอสมีความเป็นพิษสูงทั้งในสัตว์เลือดอุ่นและระบบนิเวศน์ ทำให้เกิดปัญหาในการส่งออก ปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้ประดิษฐ์ชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างของคลอไพริฟอส สำหรับใช้ตรวจสอบในภาคสนามได้สำเร็จและมีการนำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง ประกอบกับทางราชการได้รณรงค์ให้เกษตรกรเปลี่ยนมาใช้สารพิษชนิดอื่นทดแทนคลอไพริฟอส เพื่อจะได้ลดปัญหาสารพิษตกค้างของคลอไพริฟอส โดยการกำหนดให้สารคลอไพริฟอสเป็น

สารพิษที่ต้องเฝ้าระวัง (Watch list) ในการนำมาใช้ในทางการเกษตร เพื่อจะได้ลดปัญหาการปนเปื้อนของสารพิษคลอไพริฟอสในผักและผลไม้ที่ส่งออกด้วย (OSS, 2546-2551)

จากการที่เกษตรกรเปลี่ยนมาใช้สารโพรเฟนโนฟอสแทนสารคลอไพริฟอสนี้เอง ทำให้สารโพรเฟนโนฟอสถูกตรวจพบในผักส่งออกปี 2551 สูงถึง 9.7% และในผลไม้ถูกตรวจพบ 1.17% โดยเฉพาะในพริกส่งออกถูกตรวจพบสูงสุดถึง 5.96 ppm (พบเกินค่า MRLs 130 ตัวอย่างจากพริก 1,843 ตัวอย่าง) ในขณะที่ค่า Codex MRLs กำหนดไว้ที่ 0.05 ppm และในผักคื่นฉ่ายถูกตรวจพบสูงถึง 9.38 ppm (พบเกินค่า MRLs 1 ตัวอย่าง จากผักคื่นฉ่าย 1 ตัวอย่าง) ในขณะที่ค่า Codex MRLs กำหนดไว้ที่ 0.05 ppm ในใบมะกรูดถูกตรวจพบสูงสุดถึง 0.96 ppm (พบเกินค่า MRLs 3 ตัวอย่างจากใบมะกรูด 311 ตัวอย่าง) ในขณะที่ค่า Codex MRLs กำหนดไว้ที่ 0.05 ppm ในตะไคร้ถูกตรวจพบสูงสุดถึง 0.33 ppm (พบเกินค่า MRLs 1 ตัวอย่าง จากตะไคร้ 352 ตัวอย่าง) ในขณะที่ค่า Codex MRLs กำหนดไว้ที่ 0.05 ppm (OSS, 2551; Codex MRLs, 2009)

ส่วนในผลไม้ส่งออกถูกตรวจพบสารโพรเฟนโนฟอสเช่นเดียวกับในผัก ในปี 2551 ถูกตรวจพบในทุเรียน 0.44 ppm (พบเกินค่า MRLs 2 ตัวอย่าง จากทุเรียน 764 ตัวอย่าง) ในลำไยถูกตรวจพบ 0.25 ppm (พบเกินค่า MRLs 2 ตัวอย่าง จากลำไย 4,132 ตัวอย่าง) ในมะม่วงถูกตรวจพบ 0.11 ppm (พบเกินค่า MRLs 4 ตัวอย่างจากมะม่วง 3,038 ตัวอย่าง) ในมังคุดถูกตรวจพบ 0.37 ppm (พบเกินค่า MRLs 3 ตัวอย่าง จากมังคุด 714 ตัวอย่าง) (OSS, 2551)

ชุดตรวจสอบสารโพรเฟนโนฟอสเบื้องต้นนี้มีคุณสมบัติและลักษณะเด่น คือ เป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ มีความแปลกใหม่ สามารถพกพาไปใช้ตรวจสารพิษตกค้างในภาคสนามได้ ประหยัดเงินและเวลาในการตรวจวิเคราะห์ (จากเดิมตรวจด้วย GC ราคา 3,500 บาท /ตัวอย่างแต่ใช้ชุดตรวจสอบราคา 180 บาท / ตัวอย่าง) และตรวจสอบได้รวดเร็วกว่าเดิม (ตรวจด้วย GC ใช้เวลา 2 วัน / ตัวอย่าง แต่ตรวจด้วยชุดตรวจสอบใช้เวลา 15 นาที / 12 ตัวอย่าง) 1 ชุดสามารถตรวจสอบได้ 24 ตัวอย่าง และปริมาณต่ำสุดที่ตรวจได้มีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัย (Codex MRLs) (อุดมลักษณ์, 2552)

ชุดตรวจสอบสารโพรเฟนโนฟอสที่คิดค้นขึ้นมานี้เหมาะกับที่จะใช้ในปัจจุบันอย่างยิ่ง เนื่องจากพบว่าในปี 2551-2552 สารโพรเฟนโนฟอสถูกตรวจพบตกค้างในผักและผลไม้ส่งออกรองลงมาจากคลอไพริฟอส (OSS, 2551; 2552) ซึ่งสอดคล้องกับการทำประเมินการใช้สารพิษของเกษตรกรในแปลงปลูกปี 2552 เพื่อลดความเสี่ยงภัยและความรุนแรงของผลกระทบการใช้วัตถุมีพิษ พบว่าคลอไพริฟอสและโพรเฟนโนฟอสเกษตรกรนิยมใช้ในแปลงปลูกผักทั้งในภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อุดมลักษณ์และคณะ, 2552)

ในงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาความใช้ได้ของชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างของสารโพรเฟนโนฟอสในผักผลไม้ที่นำไปใช้ในภาคสนาม ที่ทำให้ผู้ตรวจมีความสะดวก รวดเร็วประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการตรวจที่เป็นการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนออกจากแปลงสู่แหล่งจำหน่าย เกิดความเชื่อมั่นในชุดตรวจสอบ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์ 1. มีดหั่นตัวอย่างและเขียง

2. เครื่องปั่น (Vortex mixer) ปรับความเร็วได้ 2 ระดับ คือ ระดับต่ำและระดับสูง

3. เครื่องกรอง (Suction filter pump)

4. เครื่องลดปริมาตร (Rotary vacuum evaporator)

5. แผ่นตรวจสอบชุดโมโนโครโตฟอส (กวก.3)

6. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น beaker ขนาด 100, 250, 400 ml; cylinder ขนาด 100, 250 ml; round bottom flask ขนาด 250 ml; syringe หยด TLC

7. สารเคมี เช่น acetone (AR),hexane (AR)

8. สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอส และผลิตภัณฑ์โพนเฟนโนฟอส (10%w/v)

วิธีการ 1. ทดสอบหาอายุการใช้งานของแผ่นตรวจสอบที่ใช้ในชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอส โดยการหาค่า %recovery ที่ความเข้มข้น 0.05 ppm ที่อายุ 2,4,6,8,10 และ 12 เดือนตามลำดับ

2. หา % การคืนกลับของสารพิษ (Recovery) ของโพรเฟนโนฟอสในผักคะน้า ชั่งตัวอย่างผักคะน้าที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ มา 5 กรัม ใส่ในขวดสกัดตัวอย่าง เติม acetone ลงไป 5 ml ปิดฝาขวดแล้วเขย่า 2-3 นาที จะได้เป็น control

3. ถ้าเป็น blank ใช้ acetone ใส่ในขวดสกัดตัวอย่าง 5 ml แล้วสกัดเหมือน control แต่ไม่ใส่ผักคะน้า

4. ส่วนตัว Recovery ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 0.15 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.03 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 0.20 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.04 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 0.25 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.05 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 0.30 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.06 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 0.35 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.07 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 0.40 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.08 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 0.45 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.09 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 0.50 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.10 ppm) ทุกขวดเติม acetone ลงไป 10 ml แล้วสกัดเหมือน control

5. เตรียมผลิตภัณฑ์โพนเฟนโนฟอส (10%w/v) ให้มีความเข้มข้น ตามที่ระบุในข้อ 4

6. หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์โพนเฟนโนฟอสความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมไว้ ในข้อ 5 และตัวอย่างในข้อ 2, 3, 4 มาหยดลงบนแผ่นตรวจสอบของชุดโพนเฟนโนฟอส เป็น 4 จุด เรียงความเข้มข้นตามลำดับ เพื่อนำมาหาค่า %recovery, linearity, linearity range, SD, %RSD, Predicted HR และค่า HR (n=10)

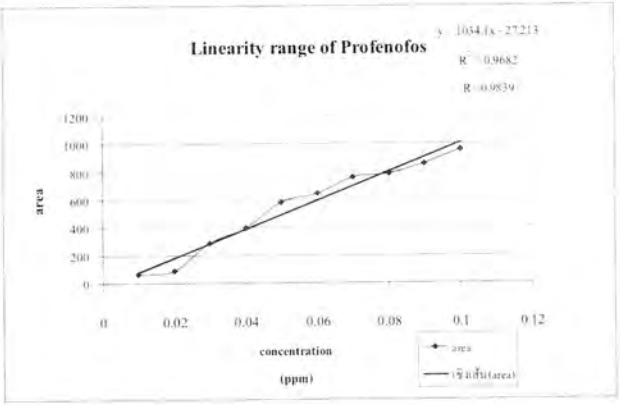
7. ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำมาอบในถังที่มี reducing agent ครึ่งวินาที จะมองเห็นจุดสีเหลืองบนพื้นสีส้ม ชัดเจนมาก ได้ค่า Rf 0.41 สามารถหา Limit of determination ได้จากการ plot graph ระหว่างค่า SD กับความเข้มข้น (LOD= $3S_0$, LOQ= $10\ S_0$)

เวลาและสถานที่ดำเนินการ

ปี 2553 ที่กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองหา linearity, linearity range ที่ความเข้มข้น 0.01-0.10 ppm ของชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอสได้ค่า R^2 = 0.9682 , R= 0.9839



ภาพที่ 1. แสดง linearity, linearity range ที่ความเข้มข้น 0.01-0.10 ppm

จากภาพแสดงว่าชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอสนี้มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีเพราะค่า R= 0.9839 มีค่าเข้าใกล้ 1

ตารางที่ 1. แสดงค่า SD, mean, n, %RSD, Horrat, Predicted Horwitz ของชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอส

ค่า	0.03 ppm.	0.04 ppm.	0.06 ppm.	0.08 ppm.	0.10 ppm.
SD	7.4423	9.7665	13.9607	20.6355	30.6649
mean	281.1208	380.2373	646.3077	788.8817	938.5493
n	10	10	10	10	10
%RSD	2.6473	2.5685	2.1601	2.1658	3.2673
Horrat	0.2091	0.2119	0.1894	0.2395	0.3074
Predicted Horwitz	12.6580	12.1216	11.4040	10.9207	10.5600

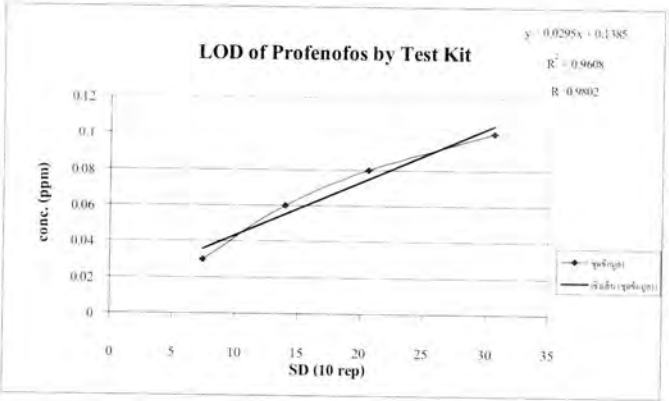
N = 10

%RSD = SD x 100 / mean

HR. (Horrat) = %RSD experiment/ Predicted Horwitz RSD Should be less than 2

Predicted Horwitz RSD=0.66x2(1-0.5 log C) c = ppm.

เห็นได้ว่าค่า Horrat (HR.) มีค่าน้อยกว่า 2 แสดงว่าชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอสมีความเชื่อถือได้ทางวิทยาศาสตร์ เมื่อนำค่า SD มา plot กับค่าความเข้มข้นต่างๆ จะได้ค่า S_0, 3 S_0 (LOD), 10 S_0 (LOQ)



ภาพที่ 2. แสดงค่า LOD และ LOQ ของชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอส ได้ค่า S_0 = 0.01 ppm. 3 S_0 (LOD) = 0.03 ppm, 10 S_0 (LOQ)= 0.3 ppm. ,R^2 = 0.9608 , R= 0.9802

จากภาพแสดงว่าชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอสนี้มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีเพราะค่า R= 0.9802 มีค่าเข้าใกล้ 1

ตารางที่ 2. แสดงอายุการใช้งานของแผ่นตรวจสอบของชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอส ได้ค่า % recovery ที่ความเข้มข้น 0.05 ppm. ดังนี้

อายุการเก็บแผ่นตรวจ	2 เดือน	4 เดือน	6 เดือน	8 เดือน	10 เดือน	12 เดือน
%recovery	85.80	85.30	84.20	83.10	84.60	83.50

อายุการใช้งานของแผ่นตรวจสอบที่ความเข้มข้น 0.05 ppm. สามารถมีอายุเก็บได้นาน 1 ปี

หลังจากทดสอบความใช้ได้ให้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง ได้นำชุดตรวจสอบนี้ไปให้หัวหน้ากลุ่มเกษตรกรที่ทำการปลูกพริกในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีและศรีสะเกษทดลองใช้ ผู้นำไปใช้พอใจมาก เนื่องจากใช้ง่าย สามารถใช้ได้เอง สะดวกในการพกพา ประหยัดเงินและเวลาในการตรวจ

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

ชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอสมีอายุการใช้งานของแผ่นตรวจสอบที่ความเข้มข้น 0.05 ppm อย่างน้อยเป็นเวลา 1 ปี จากการทดลองพบว่า ที่อายุ 2 เดือนได้ % recovery 85.80% ที่อายุ 4 เดือนได้ % recovery 85.30% ที่อายุ 6 เดือนได้ % recovery 84.20% ที่อายุ 8 เดือนได้ % recovery 83.10% ที่อายุ 10 เดือนได้ % recovery 84.60% ที่อายุ 12 เดือนได้ % recovery 83.50%

เมื่อศึกษาความเชื่อมั่นของชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอสได้ค่า linearity range อยู่ในช่วงความเข้มข้นช่วงความเข้มข้น 0.01-0.10 ppm. ค่า R = 0.9839 ค่า Precision ที่ความเข้มข้น 0.03, 0.04, 0.06, 0.08 ppm. มีค่า n=10 ได้ค่า SD= 7.4423 , %RSD= 2.6473 , HR= 0.2091 (0.03 ppm) ได้ค่า SD= 9.7665 , %RSD= 2.5685 , HR= 0.2119 (0.04 ppm) ได้ค่า SD= 13.9607 , %RSD= 2.1601 , HR= 0.1894 (0.06 ppm) ได้ค่า SD= 20.6355 ,

%RSD= 2.1658 , HR= 0.2395 (0.08 ppm) ได้ค่า SD= 30.6649 , %RSD= 3.2673 , HR= 0.3074 (0.10 ppm) เห็นได้ว่าค่า HR ตั้งแต่ความเข้มข้น 0.03-0.10 ppm. สามารถเชื่อถือได้ในการนำไปทดสอบในภาคสนาม เนื่องจากมีค่า HR น้อยกว่า 2

ชุดตรวจสอบสารโพรเฟนโนฟอสเบื้องต้นนี้มีคุณสมบัติและลักษณะเด่น คือ เป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ มีความแปลกใหม่ สามารถพกพาไปใช้ตรวจสารพิษตกค้างในภาคสนามได้ ประหยัดเงินและเวลาในการตรวจวิเคราะห์ (จากเดิมตรวจด้วย GC ราคา 3,500 บาท /ตัวอย่างแต่ใช้ชุดตรวจสอบราคา 180 บาท / ตัวอย่าง) และตรวจสอบได้รวดเร็วกว่าเดิม (ตรวจด้วย GC ใช้เวลา 2 วัน / ตัวอย่าง แต่ตรวจด้วยชุดตรวจสอบใช้เวลา 15 นาที / 12 ตัวอย่าง) 1 ชุดสามารถตรวจสอบได้ 24 ตัวอย่าง และปริมาณต่ำสุดที่ตรวจได้มีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัย (Codex MRLs)

ชุดตรวจสอบสารโพรเฟนโนฟอสที่คิดค้นขึ้นมานี้เหมาะกับที่จะใช้ในปัจจุบันอย่างยิ่ง เนื่องจากพบว่าในปี 2551-2552 สารโพรเฟนโนฟอสถูกตรวจพบตกค้างในผักและผลไม้ส่งออกรองลงมาจากคลอไพริฟอส (OSS, 2551; 2552) ซึ่งสอดคล้องกับการทำประเมินการใช้สารพิษของเกษตรกรในแปลงปลูกปี 2552 เพื่อลดความเสี่ยงภัยและความรุนแรงของผลกระทบการใช้วัตถุมีพิษ พบว่าคลอไพริฟอสและโพรเฟนโนฟอสเกษตรกรนิยมใช้ในแปลงปลูกผักทั้งในภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อุดมลักษณ์ และคณะ, 2552)

การนำไปใช้ประโยชน์

หน่วยงานที่จะนำไปตรวจสารตกค้างในผักผลไม้ ได้แก่

หน่วยงานราชการที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน

หน่วยงานเอกชนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ศูนย์วิจัยพืชผักนานาชาติ (Asian Vegetable Research and Development Center, AVRDC) เกษตรกรผู้ปลูกผักส่งออก และปลูกผักเพื่อส่งแหล่งจำหน่ายทั่วประเทศ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณนายยงยุทธ ไผ่แก้ว ในการช่วยฉีด GC ยืนยันผลการตรวจวิเคราะห์ และขอขอบคุณนางสาวณัฏฐ์ชยธร ขัตติยะพุฒิเมธ สวพ. 3 นางสุภาภรณ์ บังพรม สวพ. 4 นายไกสีห์ ชูดี ศูนย์วิจัยพืชสวนกาญจนบุรี ที่พาไปตรวจสารตกค้างในแหล่งปลูกพริกและถั่วฝักยาวในพื้นที่ โดยใช้ชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอสและท้ายสุดขอขอบคุณ นายบุญมี เสียงเพราะ นักวิชาการเกษตร (พนักงานราชการ) ในการช่วยทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ; 2552. "ชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างโพรเฟนโนฟอส" ผลงานวิจัยนวัตกรรมสนับสนุนปัจจัยการผลิตปี 2552 ผลงานวิจัยประจำปี กลุ่มวิจัยวัตถุมีการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (8 หน้า)

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ และจิราพร โชติสมิทธิกุล; 2552 . "การประเมินข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ Cypermethrin, EPN และผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติจากเกษตรกร" ผลงานวิจัยประจำปี กลุ่มวิจัยวัตถุมีการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (8 หน้า)

Codex MRLs, Thai MRLs, 2009. Available on http://www.aseansec.org/agr_pub/crops1.doc. (2009)

OSS, ศูนย์บริการทางวิชาการแบบเบ็ดเสร็จ, 2551. "ข้อมูลสารพิษตกค้างในผักผลไม้ส่งออก" ประจำปี 2546-2551

OSS, ศูนย์บริการทางวิชาการแบบเบ็ดเสร็จ, 2552. "ข้อมูลสารพิษตกค้างในผักผลไม้ส่งออก" ประจำปี 2551-2552

ภาคผนวก
ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์สารโพรเฟนโนฟอสในภาคสนาม

ภาพที่ 1. ชุดตรวจสอบโพรเฟนโนฟอส

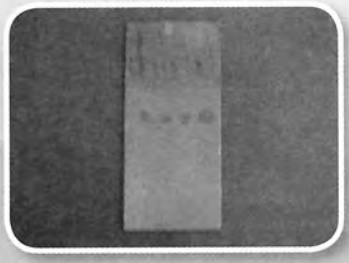
ภาพที่ 2. การสกัดตัวอย่างผัก

ภาพที่ 3. ตัวอย่างผักพร้อมตรวจสอบ

ภาพที่ 4. การหยดสารพิษลงบนแผ่นตรวจสอบ

ภาพที่ 5. นำแผ่นตรวจสอบใส่ในขวดแยกสาร

ภาพที่ 6. การทำให้เห็นจุดสารพิษชัดเจนยิ่งขึ้น



ภาพที่ 7. แสดงจุดสารโพรเฟนโนฟอส 2.9 ซม.

ภาพที่ 8. แสดงจุดสารโพรเฟนโนฟอส 2.9 ซม. ในพริก ถั่วฝักยาว