

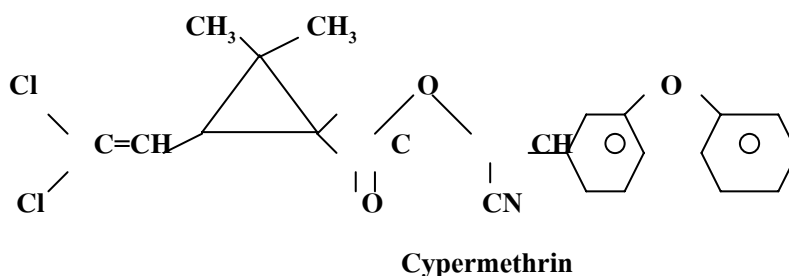
ชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างไซเปอร์เมทริน (ภาค.4)

อุดมลักษณ์ อุณจิตต์วรรณะ

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

การประดิษฐ์นี้เป็นการนำเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดที่มีการเคลือบซิลิกาชนิดพิเศษที่ผสมกับสารที่เป็นสี (Chromogenic agent) ด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมพอดีที่สามารถใช้แยกสารพิษไซเปอร์เมทรินออกจากส่วนประกอบทางเคมีชนิดอื่นที่มีอยู่ในผักและผลไม้ตามธรรมชาติ เช่น แป้ง น้ำตาล กลีโอะแร้ และเม็ดสี (pigments) ต่างๆ ที่มีอยู่ในส่วนของเนื้อและส่วนของเปลือกของผักและผลไม้ที่รับประทาน โดยใช้ของเหลวผสมในสัดส่วนที่พอเหมาะเป็นตัวพาที่จะทำการแยกสารพิษไซเปอร์เมทรินออกจากสารเคมีอื่นๆ

สารไซเปอร์เมทรินมีสูตรโครงสร้าง ดังนี้



สิ่งประดิษฐ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาใช้ตรวจวิเคราะห์พืชผักและผลไม้ก่อนและหลังการเก็บเกี่ยวในแปลงเกษตรดีที่เหมาะสม (Good Agricultural Practice, GAP) ของเกษตรกรในโครงการของกรมวิชาการเกษตรในปัจจุบัน และตรวจสอบการปนเปื้อนก่อนส่งออกที่ด่านสุโขทัย โกลกและด่านเชียงแสน จะขยายไปยังแหล่งปลูกอื่นๆ ในอนาคต เพื่อจะคัดเลือกพืชผักและผลไม้ให้ปราศจากการปนเปื้อนของสารไซเปอร์เมทรินก่อนออกสู่แหล่งจำหน่ายและผู้บริโภค หรือถ้ามีการปนเปื้อนจะยอมให้มีได้ในปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์ความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล

ชุดตรวจสอบประกอบด้วยขวดสกัดตัวอย่างพืชผักที่มีน้ำยาสกัดบรรจุอยู่ เมื่อสกัดเสร็จแล้วนำมาตรวจสอบด้วย TLC ที่พัฒนาขึ้นมาโดยย่อส่วนมาจากชุดปกติ แต่ยังคงส่วนที่จำเป็นในการวิเคราะห์ไว้ โดยนำตัวอย่างที่สกัดแล้ว มาหยดลงบนแผ่นพลาสติกที่เคลือบด้วยซิลิกาชนิดพิเศษที่ผสมกับสารที่เป็นสี (chromogenic agent) เพื่อลดขั้นตอนการ spray เมื่อหยดตัวอย่างลงไปแล้วปล่อยให้แห้ง หลังจากนั้นนำมาจุ่มในขวดปากกว้างที่ทำหน้าที่เป็น Chromatotank แบบประหยัดซึ่งมีของเหลวผสมในอัตราที่พอเหมาะและอิมัลชันบรรจุอยู่ ทำหน้าที่เป็นตัวแยกสารพิษ เมื่อของเหลวผสมเคลื่อนที่มาจนถึงขีดบนของแผ่นพลาสติกที่ทำเครื่องหมายไว้ เาแผ่นพลาสติกออกมาจากขวดปากกว้าง ปล่อยให้แห้ง จะมองเห็นจุดของสารพิษเป็นสีน้ำตาล เมื่อวางทิ้งไว้สีจะหายไป ถ้านำมา

อบที่ 110° c หรือตากแดดจัด 10 นาที จะมองเห็นจุดสีน้ำเงินเข้ม และไม่มีอาการหายไป สามารถแยกสารพิษไซเปอร์เมทรินได้

ชุดตรวจสอบนี้ทำเป็นกล่องกระดาษน้ำหนักไม่เกิน 1 กิโลกรัมหลังจากบรรจุอุปกรณ์ทุกอย่างลงไป ใช้ชื่อว่า ชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างไซเปอร์เมทริน “ กวก. 4 ” (Test Kit for Cypermethrin Residue “DOA no. 4”) ชุดตรวจสอบนี้ใช้หลักการของ TLC แต่นำมาย่อส่วนของตัวกลางที่อยู่กับที่ (Stationary phase) และตัวกลางที่เป็นตัวพา (Mobile phase) ที่ใช้แยกสารพิษ เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ตรวจที่แปลงเกษตรกรรม และลดขั้นตอนยุ่งยากที่ทำในห้องปฏิบัติการคือไม่มีขั้นตอนการ spray สารที่เป็นสี โดยผสมสีลงไปพร้อมกับสารซิลิกาตอนเริ่มต้น การแปรผลใช้เปรียบเทียบกับรูปที่ให้มาอยู่ในคู่มือการใช้งานที่บรรจุอยู่ในกล่องชุดตรวจสอบ ขั้นตอนและวิธีทำจะบอกอย่างละเอียดในคู่มือที่ให้มา อ่านแล้วเข้าใจง่าย สามารถทำเองได้ วิธีนี้ประหยัดเงินในการวิเคราะห์ประมาณ 48 เท่า เมื่อเทียบกับวิธี GC และประหยัดเวลา สามารถตรวจสอบได้ภายใน 30 นาที (วิธี GC ใช้เวลาวิเคราะห์ 2 วัน)



ภาพที่ 1 ชุดตรวจสอบ กวก. 4

การประดิษฐ์ชุดตรวจสอบนี้ได้มาจากการวิจัยและพัฒนาวิธีการตรวจสอบสารพิษตกค้างอย่างง่ายและรวดเร็วโดยวิธีเคมี โดยพัฒนามาจากการวิเคราะห์ด้วย TLC แต่นำมาย่อขนาดและลดขั้นตอนยุ่งยากต่างๆลง แต่ยังคงมีประสิทธิภาพใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้และผลิตภัณฑ์การเกษตรอื่นๆ ในการตรวจสอบปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษก่อนออกสู่แหล่งจำหน่าย และก่อนออกสู่ผู้บริโภค ทำให้สามารถจำแนกได้ว่า ผลผลิตหรือสินค้านั้นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ระดับใดของความปลอดภัยที่ได้มีการกำหนดเป็นมาตรฐานสากล และมาตรฐานภายในประเทศเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน

ในการประดิษฐ์ใช้หลักการของ TLC ในการแยก โดยอาศัยหลักที่ว่าสารพิษไซเปอร์เมทรินที่ต้องการแยกจากสารประกอบตัวอื่นๆ จะต้องละลายได้ในตัวกลางที่ใช้เป็นตัวแยก (mobile phase) ซึ่งเป็นของเหลว 2 ชนิดผสมกันด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสม และในขณะที่เดียวกันส่วนของไซเปอร์เมทรินที่ละลายออกมาจะต้องถูกดูดซับได้ หรือเกิดปฏิกิริยาเคมีได้กับตัวกลางที่อยู่กับที่ (stationary

phase) ซึ่งเป็นแผ่นพลาสติกเคลือบด้วยซิลิกาชนิดพิเศษผสมกับสีที่สามารถทำให้เห็นชัดเจนแยกสารพิษไซเปอร์เมทรินออกมาแล้ว การตรวจสอบสารพิษของชุดตรวจสอบนี้ใช้วิธีการวัดด้วยสายตา (visual) โดยการเหนี่ยวนำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีก่อนระหว่างสารพิษที่ละลายใน mobile phase กับ stationary phase จนสามารถแยกออกมาเป็นจุดเห็นได้ชัดเจน เมื่อปล่อยทิ้งไว้สีจะจางหายไป ต้องนำไปอบที่ 110°C หรือนำไปตากแดดจัด 10 นาที จะมองเห็นเป็นจุดสีน้ำเงินเข้มบนพื้นสีเขียวเหลือง ความเข้มของสีของจุดที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณความเข้มข้นของสารไซเปอร์เมทริน ในการประดิษฐ์ชุดตรวจสอบนี้กำหนดขอบเขตของการวัดในช่วง 0.2-1.0 ส่วนในล้านส่วน (part per million, ppm)

การที่ต้องประดิษฐ์ให้ขีดความสามารถในการตรวจสอบอยู่ในช่วงนี้ เป็นเรื่องที่ต้องดำเนินการด้วยความยาก เพราะค่าความปลอดภัย (MRL) ระดับสากลของสารพิษกลุ่มไพเรทรอยด์ (มี cypermethrin, permethrin, fenvalerate, deltamethrin, lambda-cyhalothrin) จะอยู่ในเกณฑ์ความเข้มข้นที่ประดิษฐ์ นอกจากนี้ยังต้องจัดความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของตัวอย่างผลผลิต สารที่ใช้สกัดให้มีสัดส่วนพอเหมาะที่จะได้ค่าตรวจวัดอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

เมื่อสารไซเปอร์เมทรินตกค้างอยู่ในผักผลไม้และผลิตผลอื่นๆ ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า สารเคมีบางส่วนจะซึมเข้าไปในส่วนเนื้อผักและผลไม้ และบางส่วนยังคงอยู่บนผิวของผักและผลไม้ที่นำมาบริโภค โดยจะเคลือบอยู่ภายนอก จึงต้องสกัดสารพิษนี้ออกมาโดยวิธีแยกส่วน โดยใช้ความแตกต่างของความสามารถในการละลายของสารพิษในของเหลวที่เป็นตัวทำละลายทางเคมี และเมื่อนำสารละลายที่มีสารไซเปอร์เมทรินมาตรวจวิเคราะห์ด้วย TLC ของชุดประดิษฐ์พบว่า สารไซเปอร์เมทรินมีการแยกอย่างชัดเจนจากองค์ประกอบอื่นๆ ทำให้สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เป็นจุดสีน้ำเงินเข้ม ณ ตำแหน่งที่ปรากฏเป็น 2 จุด ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยผู้ประดิษฐ์ได้คิดค้นเพื่อกำหนดให้การเกิดจุดสีสามารถมองเห็นได้ชัดเจน และปริมาณที่ตรวจสอบได้จะต้องอยู่ในช่วงเกณฑ์กำหนดค่าปลอดภัยตามมาตรฐานสากล และการตรวจสอบสามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 15 นาทีต่อตัวอย่าง (ตั้งแต่เริ่มสกัดตัวอย่างจนกระทั่งตรวจวัดด้วยสายตาแล้วเสร็จ) เมื่อนำสิ่งประดิษฐ์ (กวก. 4) มาใช้ตรวจสอบสารพิษตกค้างไซเปอร์เมทริน สามารถตรวจตัวอย่างได้ 24 ตัวอย่างต่อ 1 ชุด โดยใช้เวลา 30 นาที

ขั้นตอนและกรรมวิธีตรวจสอบสารพิษตกค้างไซเปอร์เมทริน

ชุดตรวจสอบสารพิษไซเปอร์เมทริน ประกอบด้วย

1. ขวดสกัดตัวอย่าง 12 ขวด ($S_1 - S_{12}$)
2. ขวดบรรจุของเหลวปิดฝา E จำนวน 6 ขวด (ไว้สำหรับสกัด ($S_{13} - S_{24}$))
3. ขวดปากกว้างพร้อมฝาปิดบรรจุของเหลว M_1 จำนวน 2 ขวด
4. ขวดปากแคบพร้อมฝาปิดบรรจุของเหลว M_2 จำนวน 2 ขวด
5. แผ่นพลาสติกเคลือบซิลิกาชนิดพิเศษ 6 แผ่น (4 ตัวอย่าง/ แผ่น)

6. หลอดแคปพิลลารีสำหรับหยดน้ำยา (capillary tube) 24 หลอด
7. อุปกรณ์อื่นๆ มี ปากกิบ 1 อัน ถุงมือ 1 คู่ ผ้าปิดจมูก 1 แผ่น จุกยางที่ใช้ดูด และพลาสติกเจอร์ไปเปิดอย่างละ 1 อัน
8. คู่มือการใช้ 1 เล่ม



ภาพที่ 2 อุปกรณ์ต่างๆที่บรรจุภายในชุดตรวจสอบ กวก. 4

ที่มาของชุดตรวจสอบ

1. ขวดสกัดตัวอย่างได้พัฒนามาเพื่อใช้สกัดตัวอย่างพืชผักปริมาณน้อยๆ ใช้ตัวทำละลายในการสกัดปริมาณเพียง 5 ml และเมื่อใส่ตัวอย่างชิ้นเล็กๆลงไปจนถึงขีดบนของขวดที่ทำเครื่องหมายไว้จะเป็น 10 ml ทำให้ทราบว่าตัวอย่างที่ใส่ลงไปคือ 5 กรัม (ตามหลักของอาร์เคมีดีส) ทำให้ประหยัดเงินและเวลาในการสกัด
2. ขวดปากกว้างพัฒนามาเพื่อใช้แทน chromatotank ซึ่งมีราคาแพงมาก สำหรับใช้ใส่ของเหลวผสมเพื่อใช้เป็นตัวกลางที่เป็นตัวพาไป (mobile phase)
3. แผ่นพลาสติกเคลือบซิลิกาชนิดพิเศษซึ่งผสมกับสารที่เป็นสี (chromogenic agent) เพื่อใช้เป็นตัวกลางที่อยู่กับที่ (stationary phase) แต่แผ่นพลาสติกนี้แผ่นใหญ่ (20x 20 ซม.) มาตัดแบ่งเป็นขนาดเล็ก (4x10 ซม.) จะได้ 10 แผ่นเล็ก ทำให้ประหยัดเงินได้ 10 เท่าของวิธี TLC ปกติ และประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ประมาณ 30 เท่า เนื่องจากตัดขั้นตอนการ Spray chromogenic agent ออกไป
4. หลอดแคปพิลลารีใช้แทนเข็ม (syringe) ที่มีราคาแพงมาก โดยเข็มราคาอันละ 2,500 บาท แต่หลอดแคปพิลลารีราคาอันละ 10 บาท ถูกกว่า 250 เท่า
5. ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ นำมาใช้เพื่อป้องกันอันตรายกับผู้ทำการตรวจสอบ เช่น ผ้าปิดจมูก ถุงมือ ฯลฯ

6. ชุดตรวจสอบนี้สะดวกในการนำไปใช้ในแปลงเกษตรกรได้ และมีประสิทธิภาพอยู่ในกรอบของค่าความปลอดภัยสากลของสารกลุ่มไพเรทรอยด์ (Maximum Residue Limit, MRL) ซึ่งอยู่ในช่วง 0.2-1.0 ppm (1 ชุดสามารถตรวจสอบได้ 24 ตัวอย่างภายใน 30 นาที)

ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์

1. การเตรียมตัวอย่าง
2. การสกัดตัวอย่าง
3. การเตรียมตัวกลางที่เป็นตัวพา (mobile phase) ที่ใช้แยกสารพิษ
4. การเตรียมตัวกลางที่อยู่กับที่ (stationary phase) มาสำหรับใช้หยดตัวอย่างที่ตรวจสอบ
5. การวิเคราะห์
6. การแปลผล

กรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์

1.การเตรียมตัวอย่าง นำพืชผักหรือผลไม้ที่ต้องการวิเคราะห์มาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆขนาด 0.5x0.5 ซม. สุ่มมาจากส่วนต่างๆที่บริโภคได้

2.การสกัดตัวอย่าง นำขวดสกัดตัวอย่างที่มีน้ำยาสกัดอยู่ในขวดเปิดฝาออก ใช้ปากคีบ (Forceps) คีบชิ้นตัวอย่างที่หั่นไว้ จับใส่ขวดที่มีน้ำยา จนน้ำยาไหลขึ้นมาถึงขีดบนที่ทำไว้ข้างขวด แล้วปิดฝาขวด เขย่าทุก 2 นาที 5 ครั้ง เป็น 10 นาที วางไว้

3.การเตรียมตัวกลางที่เป็นตัวพา (Mobile phase) นำขวดปากกว้างพร้อมฝาปิดบรรจุของเหลว M_1 มา 1 ขวด นำของเหลวจากขวดปากแคบที่มีของเหลว M_2 มาเทลงในขวดปากกว้างที่มีของเหลว M_1 แล้วเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน วางทิ้งไว้ให้อิ่มตัว เป็นตัวกลางที่เป็นตัวพาสารพิษ มีคุณสมบัติในการแยกสาร (1 ขวดตรวจได้ 12 ตัวอย่าง ชุดตรวจสอบ 1 ชุดมี 2 ขวดจะตรวจได้ 24 ตัวอย่าง)





ภาพที่ 3 ผักและผลไม้ที่ใช้ตรวจสอบด้วยชุด กวก.4 ของกรมวิชาการเกษตร

ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเตรียมและสกัดตัวอย่าง (กวก. 4)



ลำไย



สับเป็นชิ้นเล็กๆ

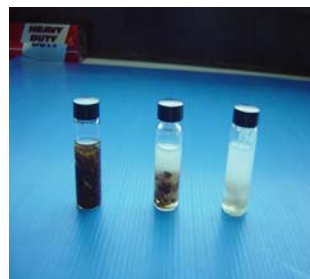


ขวดมีน้ำยาที่ใช้สกัด

ขวดสกัดตัวอย่าง



ใส่ฝักให้ถึงขีด

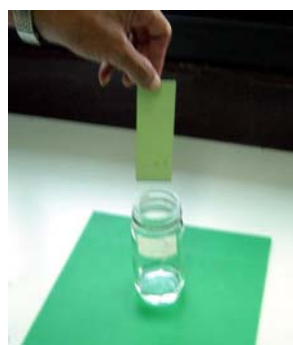


เขย่าแล้ววางทิ้งไว้

ภาพที่ 5 ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ กวก. 4



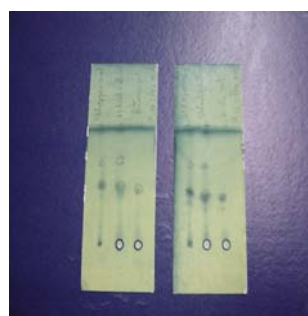
หยดตัวอย่างที่สกัดลงบนแผ่นพลาสติก



จุ่มลงในขวดของเหลวผสม



รอให้ของเหลวผสมไหลขึ้นมาถึงขีดบน



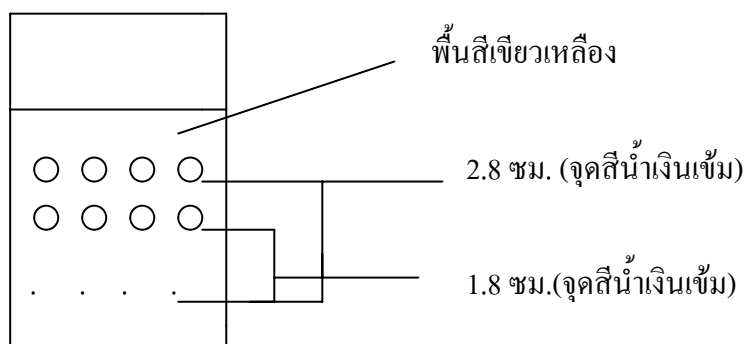
วางทิ้งไว้ให้แห้งแล้วตากแดด 30 นาที

4.การเตรียมตัวกลางที่อยู่กับที่ (Stationary phase) นำแผ่นพลาสติกที่เคลือบด้วยซิลิกาชนิดพิเศษมาวัดจากด้านล่างขึ้นไป 1 ซม. จุดด้วยดินสอ 4 จุด และวัดขึ้นไป 7 ซม. จีดเส้นจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง (1 แผ่นตรวจได้ 4 ตัวอย่าง)

5.การวิเคราะห์ไซเปอร์เมทริน นำตัวอย่างที่สกัดไว้ในข้อ (1) มาหยดลงบนแผ่นพลาสติกที่เตรียมไว้ในข้อ (4) จะตรวจได้ 4 ตัวอย่างใน 1 แผ่น การหยดใช้หลอดแคบปิลาลีขนาด 5 μ l แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

เมื่อแห้งแล้วนำแผ่นพลาสติกไปจุ่มในขวดปากกว้างที่เตรียมของเหลวผสมอีเอ็มตัวในข้อ (3) หลังจากนั้นปล่อยให้ของเหลวผสมไหลขึ้นไปตามแผ่นพลาสติกเคลือบซิลิกา จนกระทั่งถึงขีดที่ขีดไว้บนแผ่นตามที่ทำเครื่องหมายไว้ แล้วเอาแผ่นพลาสติกออกจากขวดปากกว้างนั้น

นำแผ่นพลาสติกที่เอาออกมาจากขวดวางทิ้งไว้ให้แห้ง จะมองเห็นจุดสีน้ำตาล 2 จุดเรียงต่อกันบนแผ่นพลาสติกพื้นสีเขียวเหลือง เมื่อวางทิ้งไว้จุดจะหายไป ต้องนำมาอบที่ 110° C หรือตากแดดจัด 10 นาที จะมองเห็นจุดสีน้ำตาลเงินเข้ม 2 จุดเรียงต่อกัน วัดระยะทางจากจุดเริ่มต้นเคลื่อนไปได้ 2.8 และ 1.8 ซม. บนพื้นสีเขียวเหลือง ดังแสดงในภาพที่ 1 (มีอยู่ในคู่มือเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ)



ภาพที่ 6 แสดงจุดสีและระยะทางที่ปรากฏตำแหน่งไซเปอร์เมทริน

6.การแปลผล ถ้าพบมีจุดสีน้ำตาลเงินเข้มเกิดขึ้น 2 จุดเรียงต่อกันในแผ่นพลาสติก เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับคู่มือที่ให้มาในชุดตรวจสอบ แล้วพบว่าระยะที่เกิดขึ้นของจุดเท่ากันพอดีกับในคู่มือ แสดงว่า ตรวจพบสารพิษไซเปอร์เมทรินปนเปื้อนในตัวอย่างปริมาณมากกว่า 0.2 ppm. ขึ้นไป แต่ถ้าไม่มีจุดสีน้ำตาลเงินเข้มเกิดขึ้น แสดงว่า ไม่มีสารไซเปอร์เมทรินปนเปื้อนในความเข้มข้น ตั้งแต่ 0.2 ppm ขึ้นไป แต่อาจจะมีปนเปื้อนในปริมาณที่น้อยกว่า 0.2 ppm ซึ่งตรวจสอบไม่ได้