



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กองการเจ้าหน้าที่ กลุ่มสรรหาและบรรจุแต่งตั้ง โทร./โทรสาร ๐ ๒๕๗๙ ๘๕๑๓

ที่ กษ ๐๙๐๒/๑๕๗๗ วันที่ ๒๗ กรกฎาคม ๒๕๖๖

เรื่อง ประกาศรายชื่อผู้ได้รับการคัดเลือก

เรียน ลนค./ผอ.กอง/สถาบัน/สำนัก/ศทส./สวพ. ๑ - ๘/สชช./กตบ./กพร./สนก./กปร./กกย./กวม. และ กศก.

กปผ. ส่งคำขอเข้ารับการประเมินบุคคลเพื่อขอประเมินผลงานให้ดำรงตำแหน่งสูงขึ้น ของนางสาวมัลลิกา ทองเขียว ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ (ตล.๓๐๗๘) กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กปผ. ขอเข้ารับการประเมินบุคคลเพื่อประเมินผลงานให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ ตำแหน่งเลขที่และส่วนราชการเดิม ซึ่งกรมฯ ได้เห็นชอบการประเมินบุคคลแล้ว เมื่อวันที่ ๒๔ กรกฎาคม ๒๕๖๖

ขอประกาศรายชื่อผู้ได้รับการคัดเลือก ชื่อผลงาน พร้อมเค้าโครงผลงาน และสัดส่วนของผลงาน โดยสามารถดูเค้าโครงผลงาน (บทคัดย่อ) และสัดส่วนของผลงานได้จาก Website ของ กกจ. และหากประสงค์ จะทักท้วงโปรดแจ้งที่ กกจ. ภายในเวลา ๓๐ วัน นับแต่วันประกาศ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

  
กมลปรีชา งามหา  
ผู้อำนวยการกองการเจ้าหน้าที่

## แบบเสนอเค้าโครงผลงานและข้อเสนอแนวคิดที่เสนอเพื่อขอรับการประเมิน

## 1. ผลงาน จำนวนไม่เกิน 3 เรื่อง (โดยเรียงลำดับความดีเด่นหรือความสำคัญ)

## ผลงานลำดับที่ 1

เรื่อง วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟลอนิซามิด (flonicamid) ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

ทะเบียนวิจัยเลขที่ 03-35-60-01-02-00-06-61

ระยะเวลาดำเนินการ มีนาคม 2562 - กันยายน 2563

สัดส่วนของผลงาน

รายชื่อ/ตำแหน่ง/สังกัด ผู้ขอประเมินและผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	สัดส่วนของ ผลงาน(%)	รับผิดชอบในฐานะ
นางสาวมลลิกา ทองเขียว ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	85	หัวหน้าการทดลอง
นายวิทยา บัวศรี ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	5	ผู้ร่วมการทดลอง
นางสาวศศิมา มั่งนิมิตร ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	5	ผู้ร่วมการทดลอง
นางสาวลักษมี เตชานุรักษ์นุกูล ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	5	ผู้ร่วมการทดลอง

### เค้าโครงผลงาน (บทคัดย่อ)

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างฟลอนิซามิด (flonicamid) ในมะเขือเปราะ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (Maximum Residue Limits, MRLs) ทำการทดลอง ครั้งที่ 3-5 จากแปลงมะเขือเปราะ 3 สถานที่ ได้แก่ ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร และ จังหวัดราชบุรี (อ. โพธาราม และ อ. เมือง) แต่ละแปลงทดลองแบ่งเป็น 2 แปลงย่อย คือแปลงที่ไม่พ่นสารใช้เป็นแปลงควบคุม (untreated) และแปลงที่มีการพ่นสาร (treated) ทำการพ่นสาร flonicamid สูตร 50% WG อัตรา 3 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตรตามคำแนะนำการใช้สารในฉลาก อัตราการใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ โดยพ่นสารจำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน โดยเว้นระยะก่อนการเก็บเกี่ยว 7 วัน (Pre-harvest interval, PHI) ภายหลังการพ่นครั้งสุดท้าย สุ่มเก็บตัวอย่างมะเขือเปราะเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของ flonicamid ที่ระยะเวลา 0, 3, 5, 7, 14 และ 21 วัน โดยวิธีการสกัด acidified QuEChERS และวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC-MS/MS ผลการทดลองจากการใช้สาร flonicamid ในอัตราที่กำหนด ที่ระยะเวลา 0, 3, 5, 7, 14 และ 21 วัน พบว่ามีปริมาณสารพิษตกค้างเฉลี่ยที่ 0.06, 0.03, 0.03, 0.02, 0.01 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และตรวจไม่พบสารพิษตกค้างของ flonicamid จากแปลงที่ไม่พ่นสาร นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้าง flonicamid จากการทดลองครั้งที่ 3-5 ร่วมกับข้อมูลจากการทดลองครั้งที่ 1-2 รวมทั้งหมด 5 การทดลอง พิจารณากำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้าง flonicamid ในมะเขือเปราะมีค่า Rounded MRLs ที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คณะอนุกรรมการมาตรฐานอาหารพิจารณาระหว่างประเทศสาขาสารพิษตกค้างได้นำข้อมูลการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง flonicamid ในมะเขือเปราะ เสนอข้อมูลเพื่อพิจารณากำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างระหว่างประเทศ ASEAN harmonized MRLs ของ flonicamid ในกลุ่มผักบรีโกลผล นอกเหนือจากตระกูลแตง ยกเว้น เห็ดและข้าวโพดหวาน (Fruiting vegetables other than cucurbits, except mushrooms and sweet corn) เท่ากับ 0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม



## ผลงานลำดับที่ 2

เรื่อง การพัฒนาตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ไตรฟลอกซีสโตรบิน (trifloxystrobin) และฟลูโอไพเรม (fluopyram) ในมะละกอและการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างจากการใช้สาร trifloxystrobin+ fluopyram ในมะละกอ

ทะเบียนวิจัยเลขที่ ข้อตกลงความร่วมมือระหว่างกรมวิชาการเกษตร และ โครงการ International Research Project Number 4 (IR-4) ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากกรมวิชาการเกษตรสหรัฐอเมริกา เกี่ยวกับสารกำจัดศัตรูพืชและลดความเสี่ยงจากสารกำจัดศัตรูพืชสำคัญของประเทศไทยและสหรัฐอเมริกา (ปี 2562-2567)

ระยะเวลาดำเนินการ มิถุนายน 2563 – ธันวาคม 2564

## สัดส่วนของผลงาน

รายชื่อ/ตำแหน่ง/สังกัด ผู้ขอประเมินและผู้มีส่วนร่วมในผลงาน	สัดส่วนของ ผลงาน(%)	รับผิดชอบในฐานะ
นางสาวมัลลิกา ทองเขียว ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	60	หัวหน้าการทดลอง
นายประชาติปัติย์ พงษ์ภิญโญ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	10	ผู้ร่วมการทดลอง
นายปิยะศักดิ์ อรรคบุตร ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	10	ผู้ร่วมการทดลอง
นางสาวภาสินี ไชยชนะ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ ด่านตรวจพืชเชียงแสน สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร	10	ผู้ร่วมการทดลอง
นายวิทยา บัวศรี ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	5	ผู้ร่วมการทดลอง
นายปกป้อง ทะนันชัย ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	5	ผู้ร่วมการทดลอง

### เค้าโครงผลงาน (บทคัดย่อ)

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างไตรฟลอกซีโตรบิน (trifloxystrobin) + ฟลูโอไพแรม (fluopyram) และสารอนุพันธ์ในมะละกอ รวมทั้งการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างจากการใช้สาร trifloxystrobin+fluopyram ในแปลงมะละกอ ซึ่ง trifloxystrobin มีสารอนุพันธ์ ได้แก่ CGA-321113, CGA- 357261, CGA-357262 และ CGA-331409 สำหรับสาร fluopyram มีสารอนุพันธ์ ได้แก่ AE F148815 ศึกษาโดยวิธีสกัด Modified Bayer Method GM-006-P18-01-Shake-MgSO<sub>4</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ด้วยการวิเคราะห์แบบ internal standard และหาปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC-MS/MS ผลการศึกษาพบว่า trifloxystrobin, CGA-321113, CGA-357261, CGA-357262, CGA-331409, fluopyram และ AE F148815 มีช่วงความเป็นเส้นตรงสำหรับการตรวจวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้น 0.0002-0.2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R<sup>2</sup>) มากกว่า 0.995 หาปริมาณ trifloxystrobin, fluopyram และกลุ่มสารอนุพันธ์ในตัวอย่างมะละกอ มีร้อยละการได้กลับคืน (%recovery) เฉลี่ยอยู่ในช่วง 72-119 ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) อยู่ในช่วง 4-16 มีช่วงความเป็นเส้นตรงของวิธีการสกัดที่ 0.0005-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ค่า R<sup>2</sup> > 0.995 ขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD) และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (LOQ) เท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีสามารถสรุปได้ว่าการสกัดด้วยวิธี Modified Bayer Method GM-006-P18-01-Shake-MgSO<sub>4</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องแม่นยำ สามารถนำไปใช้สำหรับการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างมะละกอจากแปลงทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการทดลองการใช้สารในแปลงมะละกอทั้งหมด 2 แปลงทดลอง ดำเนินการบนพื้นฐานการปฏิบัติที่ดีภายใต้หลักการ OECD-GLP ในแต่ละแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 แปลงย่อย คือ แปลงควบคุม (untreated) เป็นแปลงที่ไม่มีการพ่นสาร และแปลงที่มีการพ่นสาร (treated) ตามสูตร trifloxystrobin 250 กรัมต่อลิตร + fluopyram 250 กรัมต่อลิตร อัตราการใช้สาร 556 มิลลิลิตรต่อเฮกตาร์ อัตราการใช้น้ำ 800-1,800 ลิตรต่อเฮกตาร์ โดยการพ่นทางใบ (foliar directed applications) พ่นสารจำนวน 4 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างมะละกอเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของ trifloxystrobin + fluopyram และสารอนุพันธ์ ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 7 และ 10 วัน ภายหลังจากการพ่นสารครั้งสุดท้าย ผลการทดลองพบว่า แปลงที่ 1 และ 2 พบสารพิษตกค้างของ trifloxystrobin เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.01-0.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบสารพิษตกค้างของ CGA-321113, CGA-357261, CGA-331409 ในช่วง 0.01-0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ fluopyram อยู่ในช่วง 0.12-0.61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ตรวจไม่พบสาร CGA-357261 และ AE F148815 ของทั้ง 2 แปลงทดลอง ตัวอย่างจากแปลงที่ไม่พ่นสารตรวจไม่พบสารพิษตกค้างของ trifloxystrobin+fluopyram และสารอนุพันธ์



## 2. ข้อเสนอแนวคิด จำนวน 1 เรื่อง

เรื่อง การพัฒนา ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างของบูโพรเฟซีน (buprofezin) โดยวิธีสารมาตรฐานภายนอก (external standard) สารมาตรฐานภายใน (internal standard) และการเติมสารมาตรฐาน (standard addition) ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และ GC-MS/MS

## 3. ชื่อผลงานเผยแพร่ (ถ้ามี)

1) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอิมิดาโคลพริด (imidacloprid) ในมะเขือเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ตีพิมพ์ใน “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560 กปผ.”

2) การคัดเลือกสารสกัดจากพืชตัวแทน (Representative Matrix) เพื่อการหาปริมาณสารพิษตกค้างในการตรวจวิเคราะห์แบบรวมในผักและผลไม้ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ตีพิมพ์ใน “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2562 กปผ.”

3) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอิมิดาโคลพริด (imidacloprid) ในมะเขือเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1-6 ตีพิมพ์ใน “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2562 กปผ.”

4) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเฟนโพรพาทริน (fenpropathrin) ในมะเขือเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 5 และ 6 ตีพิมพ์ใน “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2562 กปผ.”

5) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างเบต้าไซฟลูธริน ในมะเขือเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 1-6 ตีพิมพ์ใน “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2562 กปผ.”

6) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟลอนิคามิด (flonicamid) ในมะเขือเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1-5 ตีพิมพ์ใน “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2563 กปผ.”

7) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอินดอกซาคาร์บ (indoxacarb) ในมะเขือเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1-6 ตีพิมพ์ใน “ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2564 กปผ.”

8) การใช้ผลิตภัณฑ์ผสมสำเร็จรูปว่านน้ำและหางไหลนาโนเทคโนโลยีร่วมกับสารอินดอกซาคาร์บในการป้องกันกำจัดหนอนใยผัก ตีพิมพ์ใน “การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 15, 2565”

9) ประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สูตรผสม สะเดา+หางไหลนาโนอิมัลชันร่วมกับสารเคมี indoxacarb ควบคุมหนอนใยผัก *Plutella xylostella* (Linnaeus) ในคะน้า ตีพิมพ์ใน “การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 15, 2565”

## 4. ชื่อเอกสารวิชาการ (ถ้ามี)

เรื่อง.....-.....

### แบบการเสนอข้อเสนอแนวคิดการพัฒนาหรือปรับปรุงงาน

ชื่อผู้ขอประเมิน นางสาวมัลลิกา ทองเขียว ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ (ตำแหน่งเลขที่ 3078)  
สังกัด กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร  
กรมวิชาการเกษตร

ขอประเมินบุคคลเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ (ตำแหน่งเลขที่ 3078)

สังกัด กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร  
กรมวิชาการเกษตร

1. เรื่อง การพัฒนา ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้างของบูโพรเฟซิน (buprofezin) โดยวิธีสารมาตรฐานภายนอก (external standard) สารมาตรฐานภายใน (internal standard) และการเติมสารมาตรฐาน (standard addition) ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และ GC-MS/MS

#### 2. หลักการและเหตุผล

กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง ได้ดำเนินการศึกษาศึกษา ค้นคว้า วิจัยเกี่ยวกับชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตและผลิตภัณฑ์การเกษตร ศึกษาและพัฒนารูปแบบการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรอย่างถูกต้องและเหมาะสม รวมทั้งให้บริการวิเคราะห์ตรวจสอบสารพิษตกค้าง ทำให้ทราบข้อมูลการตกค้างของสารพิษ (pesticide residues) ของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดในพืชชนิดต่างๆ

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเกษตรทั่วโลกอย่างแพร่หลาย ซึ่งสารเหล่านี้สามารถตกค้างบนผลผลิตทางการเกษตรและส่งผลกระทบต่อผู้บริโภคได้ถ้าหากมีค่าเกินปริมาณที่กำหนด ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลกจึงได้มีการกำหนดกฎหมายควบคุมปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อให้ปลอดภัยต่อผู้บริโภค สำหรับประเทศไทยในปี พ.ศ. 2560 กระทรวงสาธารณสุขได้ ประกาศเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับควบคุมปริมาณสารพิษตกค้างที่มีได้ในอาหาร (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2560) โดยมีระดับปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limit; MRL) ที่ยอมรับได้อยู่ในระดับไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; ppb) ถึงมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ( $\text{mg}/\text{kg}$ ; ppm) ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นต่ำ ดังนั้นการตรวจวัดปริมาณสารพิษตกค้างจึงจำเป็นต้องอาศัยเทคนิคที่มีความจำเพาะ (Selectivity) และความไวในการวิเคราะห์ (Sensitivity) สูง อีกประการหนึ่งประเทศไทยยังมีมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9002-2559 เป็นมาตรฐานการกำหนดปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (maximum residue limit for pesticide; MRL) ในสินค้าเกษตรที่ใช้เป็นอาหารและอาหารสัตว์ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการผลิต การค้า และการตรวจสอบสินค้าเกษตรที่ผลิต นำเข้า และส่งออกของประเทศ (สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559) โดยหน่วยงานภายในกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แก่ กรมวิชาการเกษตรในฐานะหน่วยงานศึกษาวิจัยสารพิษตกค้างจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร และสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) จัดทำข้อมูลเสนอคณะกรรมการวิชาการพิจารณามาตรฐานสินค้าเกษตร เรื่องสารพิษตกค้าง พิจารณากำหนดค่า Thai MRL

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างให้มีความถูกต้องแม่นยำ น่าเชื่อถือจึงเป็นสิ่งสำคัญมากในห้วงปฏิบัติการ ดังนั้น การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลผลิตและผลิตภัณฑ์การเกษตร ให้มีความถูกต้องและมีการตรวจสอบอยู่เสมอ ภายใต้เงื่อนไขทางด้านวิชาการจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในห้วงปฏิบัติการ



ตารางที่ 1 แสดงเกณฑ์การตัดสินใจและ parameters ของการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

Parameter	What/how	Criterion
Sensitivity/Linearity	Linearity check from five level	Deviation of back calculated concentration from true concentration $\leq \pm 20 \%$
Matrix effect	Difference of response from standard in matrix extract and standard in solvent	$\leq \pm 20 \%$
LOQ	Lowest spike level meeting the identification and method performance criteria for recovery and precision	$\leq$ MRL
Recovery	Average recovery for each spike level tested	70-120 %
Precision (RSDr)	Repeatability RSDr for each spike level tested	$\leq 20 \%$
Precision (RSDwR)	Within-laboratory reproducibility, derived from on-going method validation / verification	$\leq 20 \%$
Ion Ratio	Check compliance with identification requirements for MS techniques	Ion ratio from sample extracts should be within $\pm 30\%$ (relative) of average of calibration standards from same sequence
Retention Time		$\pm 0.1$ min.

ที่มา: SANTE. (2021)

เกณฑ์ต่างๆ เหล่านี้จะนำไปพิจารณาประกอบการตัดสินใจการเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ให้ความน่าเชื่อถือ เหมาะสมในการใช้งาน และเป็นที่ยอมรับตามระบบมาตรฐานสากล เช่น OECD-GLP, ISO/IEC 17025 เป็นต้น ซึ่งห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร ได้ดำเนินการตามระบบอยู่ ตลอดจนเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบผลของวิธีวิเคราะห์ที่ทำให้สถานะที่แตกต่างกัน

### 3. บทวิเคราะห์/แนวความคิด/ข้อเสนอ และข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข

#### บทวิเคราะห์

ในปัจจุบัน การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร สามารถวิเคราะห์ได้หลากหลายวิธีและเทคนิคตามกระบวนการที่ห้องปฏิบัติการเลือกใช้ ที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย คือเทคนิค LC-MS/MS และ GC-MS/MS เป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมในการหาปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร เนื่องจากมีความไวในการวิเคราะห์ซึ่งสามารถวิเคราะห์สารที่สนใจได้ในระดับไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ; ppb) หรือน้อยกว่าและยังมีรูปแบบการทำงานแบบที่จำเพาะเจาะจงต่อสารที่ต้องการวิเคราะห์ (Selected Reaction Monitoring: SRM หรือ Multiple Reaction Monitoring: MRM) อีกด้วย สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และ GC-MS/MS จำเป็นจะต้องมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างก่อนนำมาวิเคราะห์ซึ่งมีหลากหลายวิธี เช่น QuEChERS Method (EN15662, 2008), QuEChERS Method (AOAC,2007), Ethyl Acetate Method หรือ SweEt Method (EURL-FV, 2010)



เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีการได้ถูกพัฒนาและยอมรับกันในระดับสากล และในแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อจำกัดแตกต่างกันไป แต่วิธี QuEChERS (Quick-Easy-Cheap-Effectiveness-Rugged-Safe) เป็นวิธีที่สามารถทำได้สะดวก รวดเร็ว และมีขั้นตอนไม่ยุ่งยากซับซ้อนจึงนิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย

ตัวอย่างผลิตผลทางการเกษตร เช่น ผักและผลไม้ต่างๆ ส่วนใหญ่จะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน เช่น รงควัตถุ (สี) ยางเหนียว น้ำมันหอมระเหย ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณน้ำในพืช สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ สิ่งต่างๆ เหล่านี้เรียกว่า สารรบกวน (matrix) ดังนั้น ในขั้นตอนการสกัดสามารถกำจัดและลดสารรบกวนได้ในระดับหนึ่งแล้ว เทคนิคการเตรียมสารมาตรฐานก่อนการนำไปวิเคราะห์ มีความสำคัญมากเช่นกัน สารมาตรฐานซึ่งเป็นวัสดุสำคัญที่ใช้เป็นตัวเปรียบเทียบปริมาณสารที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อให้รู้ปริมาณสารที่แน่นอนในตัวอย่ง จึงเกิดแนวคิดในการพัฒนา ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีและเปรียบเทียบผลในวิธีการที่มีการเตรียมสารมาตรฐานในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยสารที่ใช้ในการทดสอบคือ บุปุโรเฟซิน ซึ่งเป็นสารที่สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งเทคนิค LC-MS/MS และ GC-MS/MS และเลือกกะเพรา (basil) ซึ่งเป็นพืชที่มี matrix ที่ค่อนข้างหลากหลาย เช่น สี น้ำมันหอมระเหย เป็นพืชที่จัดอยู่ในประเภทที่ 5 สมุนไพรและเครื่องเทศ (herbs and spicy) ครอบคลุมสมุนไพรที่เป็นไม้ล้มลุก เช่น โหระพา ใบแมงลัก ใบยี่ห่วย และ สะระแหน่ เป็นต้น อีกทั้งพืชในกลุ่มนี้เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่มีการส่งออกที่สำคัญและมีการแจ้งเตือนเรื่องสารพิษตกค้างจาก Rapid Alert มาเป็นระยะๆ ดังนั้นจึงควรมีวิธีวิเคราะห์ที่มีความถูกต้อง เหมาะสม และน่าเชื่อถือ เพื่อเฝ้าระวังการวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างในกลุ่มพืชดังกล่าว

### แนวความคิด/ข้อเสนอ

แนวคิดในการพัฒนา คือ การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการสกัดสาร บุปุโรเฟซิน ในกะเพรา โดยวิธี QuEChERS (EN15662, 2008) และวิเคราะห์ปริมาณสารด้วยเทคนิค LC-MS/MS และ GC-MS/MS ในสภาวะวิธีการเตรียมสารละลายมาตรฐานที่แตกต่างกันคือ การเตรียมสารมาตรฐานโดยวิธีสารมาตรฐานภายนอก (external standard) วิธีสารมาตรฐานภายใน (internal standard) วิธีการเติมสารมาตรฐาน (standard addition) (วรวิทย์, 2565) ซึ่งจะอธิบายพอสังเขป ดังนี้

#### 1. วิธีสารมาตรฐานภายนอก (External standard)

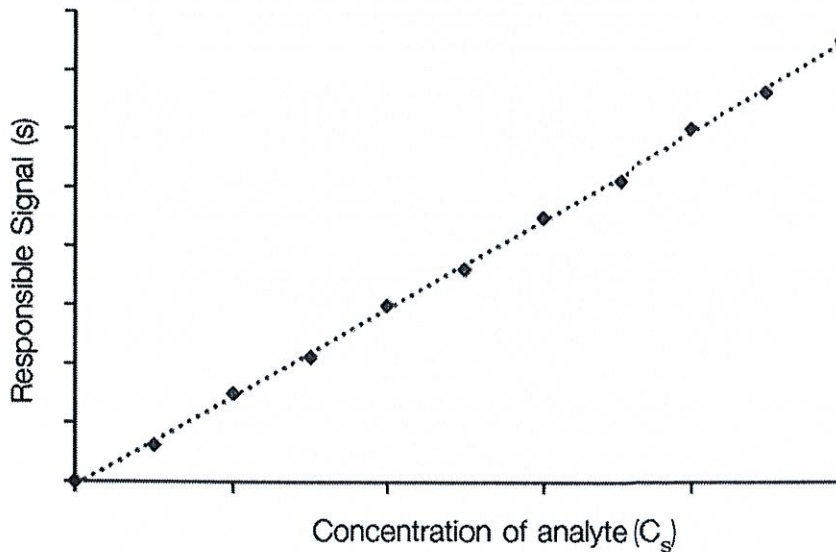
การสร้างกราฟมาตรฐานภายนอก เป็นการกำหนดช่วงความเข้มข้นให้เหมาะสม โดยช่วงความเข้มข้นที่สัมพันธ์กับสัญญาณที่วัดได้มีความเป็นเส้นตรงมากที่สุด เรียกว่า ช่วงความเป็นเส้นตรง (linearity range) โดยเครื่องมือบางประเภทจะมีคู่มือระบุสัญญาณตอบสนองที่ใช้สอบเทียบสภาพไว้ จึงอาจนำมาเป็นแนวทางในการเตรียมชุดสารละลายมาตรฐานเพื่อสร้างกราฟมาตรฐานได้ ส่วนเครื่องมือที่ไม่มีคู่มือระบุสัญญาณตอบสนอง ผู้วิเคราะห์ต้องทดลองหาช่วงความเข้มข้นจากสัญญาณของเครื่องมือ วิธีการสร้างกราฟมาตรฐานภายนอกมีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีสารที่สนใจ (analyte) ในความเข้มข้นแตกต่างกัน 4-5 ความเข้มข้น และ แบลงค์ (blank) โดยใช้ reagent blank ซึ่งเตรียมตามกระบวนการเดียวกับสารละลายมาตรฐานเพียงแต่ไม่มี analyte เป็นองค์ประกอบ หรืออาจใช้ตัวทำละลายเป็น blank

2. วิเคราะห์สารละลายมาตรฐานด้วยเครื่องมือ โดยนำสัญญาณตอบสนองมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณ (แกน y) กับความเข้มข้นของ analyte (แกน x) และหาสมการเส้นตรงของกราฟลักษณะกราฟมาตรฐานแสดงดังภาพที่ 1

3. เตรียมสารละลายตัวอย่างเช่นเดียวกับกระบวนการเตรียมสารละลายมาตรฐาน โดยอาจต้องทำละลาย ทำการย่อย (digestion) หรือการเจือจาง (dilution) สารตัวอย่างก่อนเตรียมสารละลายตัวอย่าง

4. วิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง แทนค่าผลลัพธ์หรือสัญญาณที่ได้ในสมการเส้นตรงเพื่อคำนวณเป็นความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง แล้วคำนวณกลับเป็นความเข้มข้นของตัวถูกละลายในสารตัวอย่างจริง



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานของวิธีมาตรฐานภายนอกที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Responsible Signal (s) กับ Concentration of analyte ( $C_s$ )

เมื่อทำการวิเคราะห์สารตัวอย่าง ความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่วิเคราะห์ควรอยู่ในช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน โดยสัญญาณที่วัดได้ต้องไม่ต่ำกว่าสัญญาณที่วัดได้ของความเข้มข้นของสารมาตรฐานตัวที่มีความเข้มข้นน้อยที่สุด ในกรณีที่สารตัวอย่างมีสัญญาณต่ำกว่า อาจต้องทำการเพิ่มความเข้มข้น (pre-concentration) ก่อน แต่ถ้าสัญญาณสูงกว่าสัญญาณที่วัดได้ของความเข้มข้นของสารมาตรฐานตัวที่สูงที่สุด จะต้องทำการเจือจาง (dilution) ให้ความเข้มข้นอยู่ในช่วงความเป็นเส้นตรง

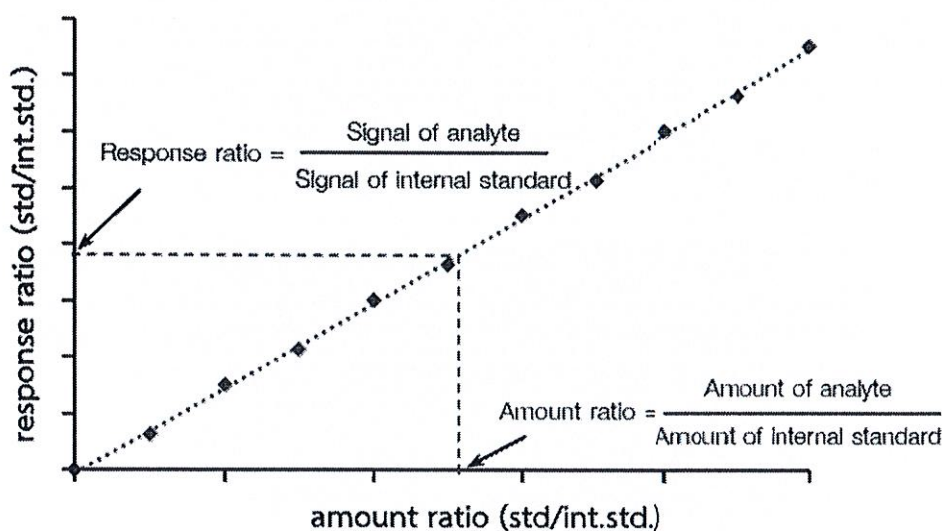
วิธี external standard นิยมใช้กันมากที่สุดในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เนื่องจากทำได้ง่าย โดยใช้สารละลายมาตรฐานเพียงชุดเดียว จึงเหมาะสำหรับงานวิเคราะห์ประจำ (routine analysis) ที่วิเคราะห์สารตัวอย่างจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม วิธี external standard ก็มีข้อจำกัดที่ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนเชิงระบบ เนื่องจาก matrix ของสารละลายตัวอย่างจะไม่เหมือนกับ matrix ของสารละลายมาตรฐานและ blank ได้ทั้งหมดทุกส่วน และการเตรียมสารละลายตัวอย่างจากตัวอย่างจริงเพื่อให้ matrix ใกล้เคียงกับสารละลายมาตรฐานที่สุดอาจทำให้เกิดการปนเปื้อน (contamination) หรือสูญเสียสารที่สนใจวิเคราะห์จากสารตัวอย่าง

## 2. วิธีสารมาตรฐานภายใน (Internal standard)

การวิเคราะห์แบบ internal standard เป็นการเติม internal standard ลงไปทั้งในตัวอย่างและสารมาตรฐานความเข้มข้นเท่ากัน เมื่อนำสัญญาณที่วัดได้มาเขียนกราฟจะเป็นการเปรียบเทียบสัดส่วน (ratio) ระหว่างสัญญาณของสารมาตรฐานต่อสาร internal standard วิธีการนี้ สัญญาณของสารที่สนใจจะแปรผันตรงกับสัญญาณของสาร internal standard ดังนั้น สัญญาณของสาร internal standard เป็นตัวเปรียบเทียบ ช่วยลดควบคุมความผิดพลาดที่เกิดขึ้น วิธีนี้ทำได้โดยเติมสารมาตรฐานภายใน (internal standard) ซึ่งเป็นสารคนละชนิดกับสารที่สนใจวิเคราะห์ลงในสารละลายมาตรฐาน, blank และสารละลายตัวอย่าง ซึ่งทำได้ดังนี้



1. เตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีสารที่สนใจวิเคราะห์ซึ่งทราบความเข้มข้นหลายความเข้มข้นและ blank ก่อนปรับปริมาตรด้วยตัวทำละลายให้เติม internal standard ความเข้มข้นเท่ากันในทุกขวด
2. วิเคราะห์ blank และสารละลายมาตรฐาน จากนั้นเขียนกราฟโดยให้แกน x เป็นความเข้มข้น ของสารที่สนใจวิเคราะห์และแกน y เป็นอัตราส่วนระหว่างสัญญาณของสารที่สนใจวิเคราะห์ต่อสัญญาณของ internal standard และทำการเส้นตรง
3. เตรียมสารละลายตัวอย่างด้วยกระบวนการเดียวกับการเตรียมสารละลายมาตรฐานและเติม internal standard ความเข้มข้นเท่ากับที่เติมในสารละลายมาตรฐาน
4. วิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง หาอัตราส่วนของสัญญาณของสารที่สนใจวิเคราะห์ต่อสัญญาณของ internal standard แล้วแทนค่าในสมการเส้นตรงเพื่อคำนวณเป็นความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง แล้วแปลงกลับเป็นความเข้มข้นของสารที่สนใจวิเคราะห์ในตัวอย่าง



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐานของวิธีมาตรฐานภายใน (Internal Standard)

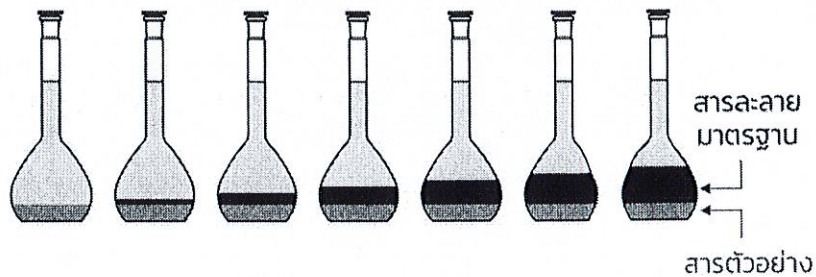
ข้อดีของวิธี internal standard คือสามารถลดความคลาดเคลื่อนจาก instrumental drift และผลของ matrix ได้หากสารที่สนใจวิเคราะห์กับ internal standard ตอบสนองต่อเครื่องมือหรือ matrix ในทิศทางเดียวกัน เพราะการ drift ดังกล่าว แม้จะทำให้การตอบสนองเปลี่ยนไป แต่อัตราส่วนของ สัญญาณระหว่างสารที่สนใจวิเคราะห์กับ internal standard จะยังคงมีค่าเท่าเดิม ส่วนข้อจำกัดคือการทำ internal standard ที่เหมาะสมนั้นทำได้ยาก เพราะจะต้องไม่มีในสารตัวอย่างและต้องตอบสนองต่อเครื่องมือและวิธีวิเคราะห์ คล้ายคลึงกับสารที่สนใจวิเคราะห์ที่เราพิจารณา และไม่รบกวนหรือถูกรบกวน จากสารที่สนใจวิเคราะห์ โดยส่วนใหญ่วิธี internal standard นิยมใช้กับวิธีวิเคราะห์เทคนิคการแยก (separation analytical methods) เช่น GC และ HPLC มากกว่าทางเทคนิคสเปกโทรสโกปี อย่างไรก็ตามสารที่เป็น internal standard ควรต้องมีสมบัติคล้ายกับสารที่สนใจวิเคราะห์ ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง และต้องสารนั้นต้องมีความบริสุทธิ์

### 3. วิธีเติมสารมาตรฐาน (Standard addition)

วิธีเติมสารมาตรฐาน (Standard addition) หรือเรียกอีกอย่างว่า spiked method เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณของสารที่สนใจที่มีสารที่มี matrix เจือปนมาก (matrix effect) ซึ่งอาจจะมีผลต่อการวิเคราะห์ได้และไม่อาจใช้วิธี matrix-matched calibration ได้

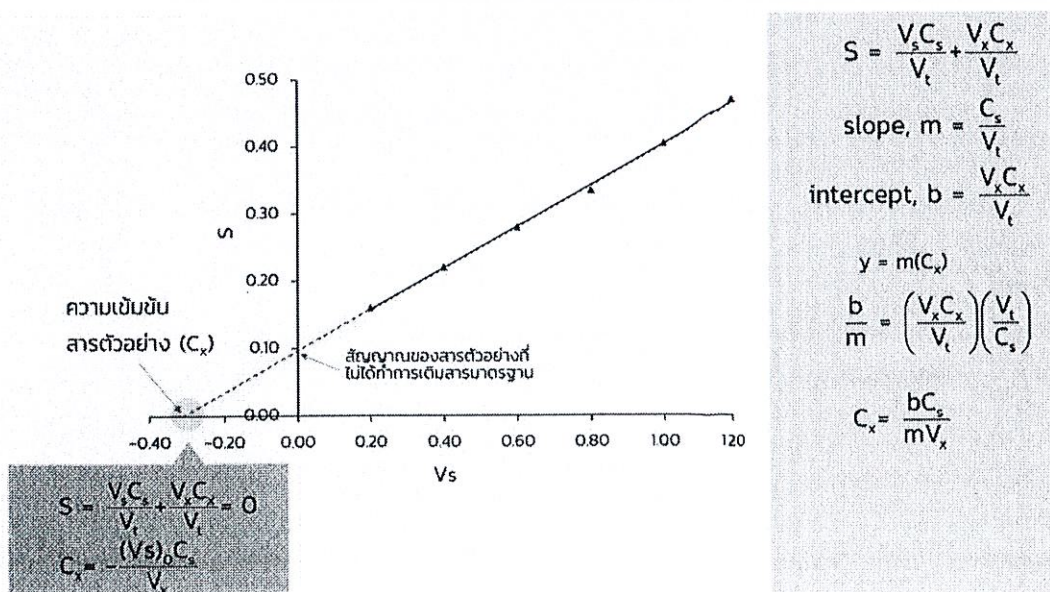
หลักการของวิธีนี้ คือการเติมสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนลงในสารตัวอย่างจะทำให้การวิเคราะห์สารที่สนใจ โดยขั้นตอนวิธีเติมสารละลาย ทำได้ดังนี้

1. เตรียมสารละลายตัวอย่างที่ไม่ทราบความเข้มข้น ( $C_x$ ) ปริมาตรแน่นอน ( $V_x$ ) เท่ากัน ในขวดวัดปริมาตรอย่างน้อย 5 ขวด
2. เติมสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น ( $C_s$ ) ปริมาตรที่แตกต่างกันเป็นลำดับ ( $V_s$ )
3. เติมสารอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในปฏิกิริยา ให้เท่ากันทุกๆ ขวด และปรับปริมาตรด้วยตัวทำละลาย (ปริมาตรรวม  $V_t$ )



ภาพที่ 3 แสดงวิธีการเติมสารมาตรฐาน (Standard addition)

4. วิเคราะห์สารละลายมาตรฐานที่เติมสารตัวอย่าง (spiked sample) ด้วยเครื่องมือได้สัญญาณตอบสนองเป็น  $S$  นำสัญญาณตอบสนอง ( $S$ ) มาเขียนกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณตอบสนอง (แกน  $y$ ) กับความเข้มข้นของ analyte (แกน  $x$ ) จะได้ลักษณะกราฟมาตรฐานจากวิธีเติมสารมาตรฐานแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟมาตรฐานของวิธีการเติมสารมาตรฐาน (Standard addition) และสมการการคำนวณความเข้มข้นของสารตัวอย่าง (ที่มา: วรวิทย์, 2565)



ข้อดีวิธี standard addition คือสามารถลดผลจาก matrix และตัวรบกวนที่อาจส่งผลกระทบต่อ การวิเคราะห์เนื่องจากในสารละลายมาตรฐานแต่ละขวดที่ใช้เตรียมสำหรับสร้างกราฟมาตรฐานนั้นจะมีผลของ matrix ของสารตัวอย่างที่เติม (spike) ลงไปอยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกันมาก จึงทำให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น แต่ก็มีข้อจำกัดเช่นกันคือความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่เติมลงไปต้องอยู่ในช่วงความเป็นเส้นตรงในช่วงใช้งาน (linear working range) และชนิดของสารที่เติมและสารที่สนใจต้องเหมือนกัน นอกจากนี้สารละลายมาตรฐานหนึ่งชุดที่ใช้สร้างกราฟมาตรฐานจะใช้วิเคราะห์สารตัวอย่างได้เพียงตัวอย่างเดียว จึงทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีและเวลา แต่ในบางกรณีอาจใช้วิธีการเติมแบบสารเดี่ยว (single addition) ในการวิเคราะห์ซึ่งทำได้ง่ายกว่าและประหยัดทั้งเวลาและสารเคมีมากกว่า โดยวิเคราะห์สารละลายตัวอย่าง ได้สัญญาณ S1 จากนั้นเติมสารละลายมาตรฐานลงในสารตัวอย่าง แล้ววิเคราะห์อีกครั้งหนึ่ง ได้สัญญาณ S2 นำผลที่ได้จากทั้งสองครั้งมาคำนวณหาความเข้มข้นของสารที่สนใจวิเคราะห์ในตัวอย่าง

### เอกสารอ้างอิง

1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (2560). เลขที่ 378 พ.ศ. 2560 เรื่องอาหารที่มีสารพิษตกค้าง
2. สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2559). มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.9002-2559 สารพิษตกค้าง-ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 133 ตอนพิเศษ 288 ง วันที่ 13 ธันวาคม พุทธศักราช 2559.
3. วรวิทย์ จันทรสุวรรณ. (2565). เคมีวิเคราะห์: หลักการและเทคนิคการคำนวณเชิงปริมาณ (พิมพ์ครั้งที่ 2). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
4. AOAC (2007). *AOAC Official Method 2007.01 Pesticide Residues in Foods by Acetonitrile Extraction and Partitioning with Magnesium Sulfate Gas Chromatography/Mass Spectrometry and Liquid Chromatography/Tandem Mass Spectrometry*. First Action 2007
5. EN 15662 (2008). *Foods of Plant Origin-Determination of Pesticide Residues Using GC-MS and/or LC-MS/MS Following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Clean-up by Dispersive SPE-QuEChERS method*. p. 1-81.
6. EURL-FV (2010). *European Union Reference Laboratory for Pesticide Residue in fruits and Vegetables (EURL-FV). Analysis of pesticide residues in fruit and vegetables with ethyl acetate extraction using gas and liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection 0.1*. (<http://www.crl-pesticides.eu>)
7. SANTE/11312/2021. (2021). *Guidance document on analytical quality control and validation procedure for pesticide residues analysis in food and feed*. European Commission.

### ข้อจำกัดที่อาจเกิดขึ้น

1. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC-MS/MS และ GC-MS/MS มีการวิเคราะห์หลากหลายพีชในหน่วยงาน ซึ่งแต่ละพีชมีความแตกต่างกันทางด้านองค์ประกอบทางเคมี ถ้าวิธีการสกัดที่ไม่สามารถกำจัด matrix ได้อย่างดี อาจทำให้เครื่องมือปนเปื้อนได้ง่ายซึ่งจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมและบำรุงรักษา

2. งบประมาณที่มีค่อนข้างจำกัดในการขยายผลของงาน ในการซื้อสารมาตรฐานและสารมาตรฐานภายใน (internal standard) ซึ่งบางสารจะมีราคาสูง ถ้าหากมีการขยายผลในการดำเนินการออกไป เช่น การขยายขอบข่ายจาก single residue เป็น multi-residue รวมถึงการขยายขอบข่ายให้ครอบคลุมจำนวนกลุ่มพีชที่วิเคราะห์ ซึ่งมี matrix ที่แตกต่างกัน ที่ต้องใช้งบประมาณเพิ่มขึ้นในการดำเนินการ

### แนวทางแก้ไข

การบูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นๆ ภายในหรือภายนอกหน่วยงานที่มีความพร้อมด้านทรัพยากรบุคคล ความพร้อมทางด้านเครื่องมือ เป็นต้น ในการทำ inter-laboratory testing ที่สามารถเปรียบเทียบผลการทดสอบกันได้

### 4. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารบูโพรเพซิน ในกะเพรา ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และ GC-MS/MS ที่มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ ที่สามารถขยายผลในพืชและสารอื่นๆ ได้

2. วิธีการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีที่ได้สามารถนำไปขอการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการในระบบ ISO/IEC 17025

3. การบูรณาการความร่วมมือกับหน่วยงานอื่นๆ ที่สามารถเปรียบเทียบผลกันได้ถ้าหากผลการวิเคราะห์นั้นๆ มีข้อสงสัย

### 5. ตัวชี้วัดความสำเร็จ

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารบูโพรเพซิน ในกะเพรา โดยวิธีสารมาตรฐานภายนอก (external standard) สารมาตรฐานภายใน (internal standard) และการเติมสารมาตรฐาน (standard addition) ด้วยเทคนิค LC-MS/MS และ GC-MS/MS

(ลงชื่อ) .....

(นางสาวมัลลิกา ทองเขียว)

ผู้ขอประเมิน

(วันที่) 12 / มิ.ย. / 66 .....