รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

1. ชื่อชุดโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล

2. ชื่อโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)

การศึกษาผลของสารสกัดจากพืช (Matrix effect) สำหรับการตรวจวิเคราะห์สาร 129 ชนิด ในผักและผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERS และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโทรกราฟี(High Performance Liquid Chromatography- Tandem Mass Spectrometry)

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ)

Performance and Matrix Effect Observed in QuEChERS Extraction and Tandem Mass Spectrometry Analyses of Pesticide Residues in Fruit and Vegetable

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง	ชนิตา ทองแซม	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ผู้ร่วมงาน	วีระสิงห์ แสงวรรณ	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
	ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร	กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

5. บทคัดย่อ

ผลการศึกษา matrix effect สำหรับการวิเคราะห์สาร 129 ชนิดในผักและผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERs โดยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโทรมิเตอร์ (High Performance Liquid Chromatography-Tandam Mass Spectrometry) จากการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด standard in matrix และ standard in solvent สร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณการวัดหรือพื้นที่ใต้พีคบนแกน y กับความเข้มข้นของสารในตัวอย่างบนแกน x นำความชันจากสมการเส้นตรง y=mx+b (m=slope) ของ standard in matrix และความชันของ standard in solvent มาคำนวณหา %ME ของตัวแทนผักและผลไม้ทั้ง 5 ชนิด พบว่ามะเขือเทศมี matrix effect น้อยที่สุด คือ 19 ชนิด จากสาร 129 ชนิด อยู่ในรูปแบบการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 9 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 10 ชนิด รองลงมาคือคะน้า มี matrix effect 63 ชนิด อยู่ในรูปแบบการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 33 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพ

สัญญาณ 30 ชนิด กะเพรา มี matrix effect 83 ชนิดอยู่ในรูปแบบของการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 47 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 53 ชนิด ส้ม มี matrix effect 90 ชนิด อยู่ในรูปแบบของการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 78 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 12 ชนิด และ มะม่วง มี matrix effect ทั้ง 129 ชนิด อยู่ในรูปแบบของการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 9 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 120 ชนิด ตามลำดับ

6. คำนำ

ปัจจุบันการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชค่อนข้างทำได้เกือบสมบูรณ์ในเทคนิคโครมาโตกราฟี ไม่ว่าจะเป็น เทคนิคก๊าซโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography; GC) หรือเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟี (Liquid Chromatography; LC) ที่ใช้ควบคู่กับเครื่องตรวจวัดชนิดต่างๆ เช่น electron-capture detector (ECD) nitrogen phosphorus detector (NPD) และ triple quadrupole tandem mass spectrometry (MS-MS) เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างที่เหมาะสมไม่ว่าจะใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแบบใด การเตรียมตัวอย่างยังคงเป็นขั้นตอนที่มีขีดจำกัดที่ทำให้ได้ประสิทธิภาพตามที่ต้องการได้ ทั้งจากค่าที่กำหนดไว้ตามกฎหมายที่มีระดับต่ำและลักษณะที่ซับซ้อนของเมทริกซ์ (matrix) ตัวอย่าง ซึ่งโดยทั่วไปสารที่เราต้องการวิเคราะห์จะมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ซึ่งวิธีการทางเคมีกายภาพที่ใช้เพื่อให้ได้สารที่ต้องการสามารถวิเคราะห์ด้วยโครมาโตกราฟีประกอบด้วยการสกัดหรือการแยกด้วยเทคนิคการสกัดที่เหมาะสมตามด้วยขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์

ในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา triple quadrupole tandem mass spectrometry (MS-MS) กลายเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่ดีที่สุดในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างที่มีความยุ่งยากอย่างเช่น สินค้าพืชผลทางการเกษตร โดยเทคนิคนี้ช่วยเพิ่มความสามารถในการแยกสาร (selectivity) นำไปสู่วิธีการวิเคราะห์ที่มีความไว (sensitivity) และความจำเพาะ (specificity) ของวิธีที่ดียิ่งขึ้น (Lucini and Molinari, 2011) เทคนิค Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) จึงนิยมใช้ตรวจวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชในพืชผลทางการเกษตร

ผลของตัวอย่าง (matrix effect) เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค LC-MS/MS โหมดอิเล็กโทรสเปรย์ไอออไนเซชัน (electrospray ionization; ESI) ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืช matrix effect ที่เกิดจากการตอบสนองขององค์ประกอบสารที่วิเคราะห์และองค์ประกอบที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของตัวอย่างนั้นๆ สำหรับเครื่องมือวัด LC/MS/MS ที่ใช้ ESI ปัจจุบัน matrix effect สามารถอยู่ในรูปแบบของการรบกวนหรือการระงับสัญญาณและการเพิ่มประสิทธิภาพ (เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์สารมาตรฐาน) ขึ้นอยู่กับตัวอย่าง (Zhang, 2020)

QuEChERS method (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe method) ซึ่งพัฒนาโดย S. J. Lethotay และคณะ (Lethotay et al., 2005) และ M. Anastassiades และคณะ (Anastassiades et al., 2003) เป็นวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลผลิตและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่ได้รับความสนใจเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว ใช้สารเคมีและเครื่องมือน้อย ซึ่งได้แบ่งวิธีตรวจสารพิษตกค้างเป็น 2 ขั้นตอน

กรมวิชาการเกษตร

คือขั้นตอนการสกัดโดยใช้สารละลายอินทรีย์กับ buffer และขั้นตอนกำจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up) โดยใช้ dispersive solid-phase extraction (d-SPE) ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้หลายชนิด (multiresidues method) ในระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ ได้

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพืชผักและผลไม้มากมาย ในงานวิจัยชิ้นนี้ผู้วิจัยได้เลือกผักและผลไม้จำนวน 5 ชนิด ที่คนไทยนิยมบริโภคภายในประเทศ ได้แก่ ส้มเขียวหวาน มะม่วง มะเขือเทศ คะน้า และกะเพรา ซึ่งได้จัดอยู่ในกลุ่มต่าง ๆ ตามมาตรฐานสินค้าเกษตรการจัดกลุ่มสินค้าเกษตร: พืช สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกษ. 9045-2559) ดังนี้

ส้มเขียวหวาน (mandarin) (รหัส FC 0206) เป็นพืชหลัก (major crop) จัดอยู่ในประเภทที่ 1 กลุ่มผลไม้ กลุ่มหลัก 001 ผลไม้ตระกลูส้ม(citrus fruit) กลุ่มย่อย 001B ส้มเปลือกล่อน (mandarins) กลุ่มย่อยนี้ใช้รหัส FC 0003 ครอบคลุมส้มเปลือกล่อน และพันธุ์ผสมที่คล้ายส้มเปลือกล่อน รวมทั้ง สินค้าเกษตรทุกชนิดที่อยู่ในกลุ่มย่อยนี้ ตัวอย่างชื่อวิทยาศาสตร์ของสินค้าเกษตรกลุ่มนี้ เช่น Citrus reticulata Blanco และลูกผสมและชนิดที่มีลักษณะส้มเปลือกล่อน รวมทั้ง Citrus nobilis Lour.; Citrus deliciosa Ten.; Citrus tangarina Hort.; Citrus mitis Blanco Syn. Citrus madurensis Lour.; Citrus unshiu Marcow เป็นต้น

มะม่วง (mango) (รหัส FI 0345) เป็นพืชหลัก (major crop) จัดอยู่ในประเภทที่ 1 กลุ่มผลไม้ กลุ่มหลัก 006 ผลไม้เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้ (assorted tropical and subtropical fruit: inedible peel) อยู่ในกลุ่มย่อย 006B ผลไม้เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้: ผลใหญ่ผิวเกลี้ยง ซึ่งกลุ่มย่อยนี้ใช้รหัส FI 2022 ครอบคลุมผลไม้เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้ เช่น กล้วย (banana) มังคุด (mangosteen) และ มะละกอ (papaya) เป็นต้น

มะเขือเทศ (tomato) (รหัส VO 0448) เป็นพืชหลัก (major crop) จัดอยู่ในประเภทที่ 2 กลุ่มผัก กลุ่มหลัก 012 ผักบริโภคผลนอกเหนือจากตระกูล (fruiting vegetable, other than cucurbits) สินค้าเกษตรกลุ่มนี้ใช้รหัส VO 0050 ครอบคลุมผักบริโภคทุกชนิดทั้ง 3 กลุ่มย่อย ซึ่งมะเขือเทศอยู่ในกลุ่มย่อย 012A มะเขือเทศ กลุ่มย่อยนี้ใช้รหัส VO 2045 ครอบคลุมมะเขือเทศ และสินค้าเกษตรทุกชนิดที่อยู่ในกลุ่มนี้ เช่น มะเขือเทศผลเล็ก (cherry tomato) ซันเบอร์รี (sunberry) และ เก๋ากี่สด (goji berry) เป็นต้น

คะน้า(Chinese broccoli) (รหัส VL 0401) เป็นพืชหลัก (major crop) จัดอยู่ในประเภทที่ 2 กลุ่มผัก กลุ่มหลัก 013 ผักใบ (leafy vegetables) กลุ่มย่อย 013B ผักใบตระกูลกะหล่ำ (brassica Leafy vegetables) กลุ่มย่อยนี้ใช้รหัส VL 0054 ครอบคลุมใบของผักตระกูลกะหล่ำ เช่น ผักกาดฮ่องเต้ ผักกาดเขียว และ ผักกวางตุ้งญี่ปุ่น เป็นต้น

กะเพรา (basil) (รหัส HH 0722) เป็นพืชรอง จัดอยู่ในประเภทที่ 5 สมุนไพรและเครื่องเทศ (herbs and spicy) อยู่ในกลุ่มหลัก 027 สมุนไพร (herb) กลุ่มย่อย 027A ไม้ล้มลุก (herbs- herbaceous plants) ซึ่งกลุ่มย่อยนี้ใช้รหัส HH 2095 ครอบคลุมสมุนไพรที่เป็นไม้ล้มลุก เช่น โหระพา ใบแมงลัก ใบยี่หร่า และสะระแหน่ เป็นต้น

ศรีนครินทรวิโรฒ

7. วิธีดำเนินการ

7.1 อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

7.1.1 เครื่องสับตัวอย่าง (Food Processor)

7.1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และ 5 ตำแหน่ง

7.1.3 เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifuge)

7.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่าง ได้แก่ มีดพร้อมเขียงหั่นตัวอย่าง

7.1.5 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ Teflon centrifuge tube Autopipette และ volumetric flask เป็นต้น

7.1.6 เครื่องมือตรวจวัดวัตถุมีพิษชนิด Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) ต่อกับเครื่อง Tandem mass spectrometry (LC-MS/MS)

7.2 สารเคมี ได้แก่

7.2.1 สารมาตรฐาน mix 129 ชนิด ดังตารางที่ 1 ในภาคผนวก

7.2.2 Acetonitrile

7.2.3 Extract powder; 4 g Magnesium sulphate anhydrous, 1 g sodium chloride, 1 g trisodium citrate dehydrate และ 0.5 g disodium hydrogencitrate sesquihydrate

7.2.4 สารกำจัดสิ่งปนเปื้อน; 45 mg GCB, 125 mg PSA, 750 mg $MgSO_4$

7.4 วิธีการ

7.4.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน Mix Standard Solution สำเร็จรูป

7.4.1.1 เตรียม Intermediate standard solution ความเข้มข้น 4 µg/mL

ใช้ auto pipette ดูด Mix Standard Solution สำเร็จรูป ความเข้มข้น 100 µg/mL ตามปริมาตรที่คำนวณได้ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.4 µg/mL ปริมาตร 10 mL ตามสูตรด้านล่าง ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 mL ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย acetonitrile

$$m1v1 = m2v2$$

โดยที่ m1 = ความเข้มข้นของสารตั้งต้น (µg/mL)

M2 = ความเข้มข้นของสารที่ต้องการเตรียม (µg/mL)

v1 = ปริมาตรสารตั้งต้นที่ต้องดูดมา (mL)

v2 = ปริมาตรสารสารที่ต้องการเตรียม (mL)

7.4.1.2 เตรียม Intermediate standard solution ความเข้มข้น 0.25 µg/mL

ใช้ auto pipette ดูด Mix Standard Solution สำเร็จรูป ความเข้มข้น 4 µg/mL ตามปริมาตรที่คำนวณได้ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.25 µg/mL ปริมาตร 10 mL ตามสูตรข้างต้น ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 mL ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย acetonitrile

กรมวิทยาศาสตร์

7.4.1.3 เตรียม working standard solution ความเข้มข้น 0.01 0.02 และ 0.04 µg/mL ใน acetonitrile

ใช้ auto pipette ดูด Mix Standard Solution สำเร็จรูป ความเข้มข้น 0.25 µg/mL ตามปริมาตรที่คำนวณได้ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.01 0.02 และ 0.04 µg/mL ตามลำดับ ปริมาตร 5 mL ตามสูตรข้างต้น ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 5 mL ปรับปริมาตรด้วยสารละลาย acetonitrile

7.4.1.4 เตรียม Intermediate standard solution ความเข้มข้น 0.25 µg/mL ในสารละลายตัวอย่าง (matrix)

ใช้ auto pipette ดูด Mix Standard Solution สำเร็จรูป ความเข้มข้น 4 µg/mL ตามปริมาตรที่คำนวณได้ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.25 µg/mL ปริมาตร 5 mL ตามสูตรข้างต้น ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 5 mL ปรับปริมาตรด้วย matrix

7.4.12 เตรียม working standard solution ความเข้มข้น 0.01 0.02 และ 0.04 µg/mL ในสารละลายตัวอย่าง (matrix)

ใช้ auto pipette ดูด Mix Standard Solution สำเร็จรูป ความเข้มข้น 0.25 µg/mL ตามปริมาตรที่คำนวณได้ที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.01 0.02 และ 0.04 µg/mL ตามลำดับ ปริมาตร 2 mL ตามสูตรข้างต้น ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 2 mL ปรับปริมาตรด้วย matrix

7.4.2 การเตรียม mobile phase

7.4.2.1 เตรียม ammonium formate ความเข้มข้น 1 molar

ชั่ง ammonium formate 3.15 g ลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วยน้ำ (LC-MS grade) จนถึงขีดวัดปริมาตร เขย่าจนสารละลายเข้ากัน เทใส่ขวดสีชาปิดฝาให้สนิท

7.4.2.2 เตรียม 0.01% formic acid ใน 5 mM ammonium formate (mobile phase)

เติมน้ำ (LC-MS grade) ปริมาตร 500 mL ลงในขวดวัดปริมาตร 1000 mL ดูดสารละลาย ammonium formate ความเข้มข้น 1 molar ปริมาตร 5 mL และ formic acid ปริมาตร 100 µL ลงในขวดวัดปริมาตรข้างต้น ปรับด้วยน้ำจนถึงขีดบอกปริมาตร เขย่าให้เข้ากัน นำสารละลายไปกรองผ่าน membrane filter ขนาด 0.22 µm เก็บ mobile phase ในขวดสีชาขนาด 1000 mL ปิดฝาให้สนิท

7.4.3 การเตรียมตัวอย่าง

7.4.3.1 ส้ม

นำมาวิเคราะห์ทั้งผล โดยหั่นตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ มีขนาดเท่า ๆ กัน แช่ในตู้แช่แข็ง (deep freezer) อย่างน้อย 1 คืน นำไปปั่นพร้อมไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ด้วยเครื่อง Food Processor ให้ตัวอย่างละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่าง 10±0.1 g ใส่ centrifuge tube ขนาด 50 mL

7.4.3.2 มะม่วง

นำมาวิเคราะห์ทั้งผล โดยเอาเมล็ดออก หั่นตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่า ๆ กัน แช่ในตู้แช่แข็ง (deep freezer) อย่างน้อย 1 คืน นำไปปั่นพร้อมไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ด้วยเครื่อง

ศรีวิชาการเกษตร

Food Processor ให้ตัวอย่างละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่าง 10±0.1 g ใส่ centrifuge tube ขนาด 50 mL

7.4.3.3 มะเขือเทศ

นำมาวิเคราะห์ทั้งผล โดยเอาขั้วออก หั่นตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาดเท่า ๆ กัน แช่ในตู้แช่แข็ง (deep freezer) อย่างน้อย 1 คืน นำไปปั่นพร้อมไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ด้วยเครื่อง Food Processor ให้ตัวอย่างละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่าง 10±0.1 g ใส่ centrifuge tube ขนาด 50 mL

7.4.3.4 คะน้า

นำมาวิเคราะห์ทั้งต้น โดยเอาส่วนใบที่เน่าหรือแห้งออก หั่นตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็กๆ มีขนาดเท่า ๆ กัน แช่ในตู้แช่แข็ง (deep freezer) อย่างน้อย 1 คืน นำไปปั่นพร้อมไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ด้วยเครื่อง Food Processor ให้ตัวอย่างละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่าง 10±0.1 g ใส่ centrifuge tube ขนาด 50 mL

7.4.3.5 กะเพรา

นำมาวิเคราะห์ทั้งหมด โดยเด็ดส่วนที่รับประทานได้ทั้งหมด แช่ในตู้แช่แข็ง (deep freezer) อย่างน้อย 1 คืน นำไปปั่นพร้อมไนโตรเจนเหลว (liquid nitrogen) ด้วยเครื่อง Food Processor ให้ตัวอย่างละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน ชั่งตัวอย่าง 5±0.05 g ใส่ centrifuge tube ขนาด 50 mL

7.4.4 วิธีทดสอบ

7.4.4.1 วิธีสกัด

A. ส้ม มะม่วง มะเขือเทศ และคะน้า

I. นำตัวอย่างที่ชั่งเตรียมไว้ เติม acetonitrile ปริมาตร 10 mL เขย่าด้วยมือเป็นเวลา 1 นาที

II. เติม 4 g magnesium sulphate, 1 g sodium chloride, 0.5 g di-sodium hydrogen citrate และ 1 g tri-sodium citrate dihydrate หรือสารสำเร็จรูป เขย่าด้วยมือแรงๆgเป็นเวลา 1 นาที

III. นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 3000 rpm เป็นเวลา 5 นาที

B. กะเพรา

นำตัวอย่างที่ชั่งเตรียมไว้ เติมน้ำปริมาตร 5 mL วางทิ้งไว้ 15-20 นาที จากนั้นนำไปสกัดตามขั้นตอน I, II และ III ตามลำดับข้างต้น

7.4.4.2 วิธี clean up

I. ดูดสารละลายสกัด 5 mL ใส่ centrifuge tube ขนาด 15 mL ที่มี 125 mg PSA, 750 mg magnesium sulphate, 50 mg GCB หรือสารผสมสำเร็จรูป

II. นำไป vortex นาน 1 นาที

กรมวิชาการเกษตร

III. นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4000 rpm เป็นเวลา 5 นาที

IV. กรองผ่าน PTFE

V. นำไปเตรียม standard in matrix ที่ความเข้มข้นระดับต่าง ๆ

VI. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS\MS

7.4.4.3 วิธีวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS

A. Set condition สำหรับเครื่อง LC-MS/MS ดังนี้

I. ตามเอกสารแนบ การหาปริมาณสารพิษตกค้างในกลุ่มผักใน ผลไม้ตระกูลส้ม และมะม่วง (TM-T04-R05)

II. การตรวจสอบความพร้อมของเครื่องมือก่อนการวิเคราะห์ (system suitability)

III. ทำการตรวจสอบตามตารางที่ 1 ข้อกำหนด system suitability ของเครื่อง LC-MS/MS

ตารางที่ 1 ข้อกำหนด system suitability ของเครื่อง LC-MS/MS

รายการ	เกณฑ์การยอมรับ	วิธีตรวจสอบ
การตรวจสอบการรั่วซึมของ fitting และ mobile phase	ไม่มีการรั่วซึมของ mobile phase หรือคราบเกลือติดตามข้อต่อ	เปิดเครื่องทำงานตามวิธีการใช้เครื่องมือ และทำการ flow mobile phase ผ่านระบบ สังเกตการรั่วซึมหรืออาจมีคราบเกลือติดตามข้อต่อ ใช้กระดาษแตะข้อต่อต่าง ๆ เปียกหรือไม่ หากพบการรั่วซึม ต้องทำการแก้ไขและทดสอบจนแน่ใจว่าไม่มีการรั่วซึม
Peak area	Precision: RSD ≤ 20%	ฉีดสารมาตรฐาน thiamethoxam, tebufenozide และ fenpyroximate ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 µg/mL ไม่น้อยกว่า 3 ครั้ง
Retention time (RT)	Precision: RSD ≤ 5%	
Signal/noise ratio	S/N ≥ 3	
Carry-over	Carry-over ≤ 0.2%	เปรียบเทียบ peak สารมาตรฐานกับ blank โดยการฉีด blank ตามด้วยสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นสูงสุด ตามด้วย blank คำนวณค่า response ตรงตำแหน่งของ peak ของสารมาตรฐาน

กรมวิชาการเกษตร

7.5 วิธีคำนวณ

7.5.1 ค่าเฉลี่ย (mean,$\bar{x}$)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{N}$$

7.5.2 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(N-1)}}$$

7.5.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (relative standard deviation; RSD)

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100$$

7.5.4 %Carry-over

$$\%carry - over = \frac{peak\ area\ blank}{peak\ area\ standard} \times 100$$

7.5.5 %matrix effect (%ME)

$$\%ME = \frac{slope\ in\ matrix - slope\ in\ solvent}{slope\ in\ solvent} \times 100$$

ระยะเวลา

ตุลาคม 2561 - กันยายน 2563

สถานที่ดำเนินการ

ห้องปฏิบัติการวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรุงเทพมหานคร

กรมวิชาการเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

ศึกษาผลของการสกัดพืช (Matrix effect) สำหรับการการตรวจวิเคราะห์สาร 129 ชนิดในผักผลไม้ด้วยวิธี QuEChERs และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโทรมิเตอร์ (High Performance Liquid Chromatography-Tandam Mass Spectrometry) โดยเลือกตัวแทนพืช 5 ชนิด ได้แก่

1.ส้ม (mandarin) ตัวแทนจากกลุ่มผลไม้ตระกูลส้ม (Citrus fruit)

2.มะม่วง (mango) ตัวแทนจากกลุ่มผลไม้เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้ (Assoerted tropical and sub-tropical fruit: inedible peel)

3.มะเขือเทศ (tomato) ตัวแทนจากกลุ่มผักบริโภคนอกเหนือจากตระกูลแตง (fruiting vegetable, other them cucurbits)

4.คะน้า (Chinese kale) ตัวแทนจากกลุ่มใบ (leafy vegetale)

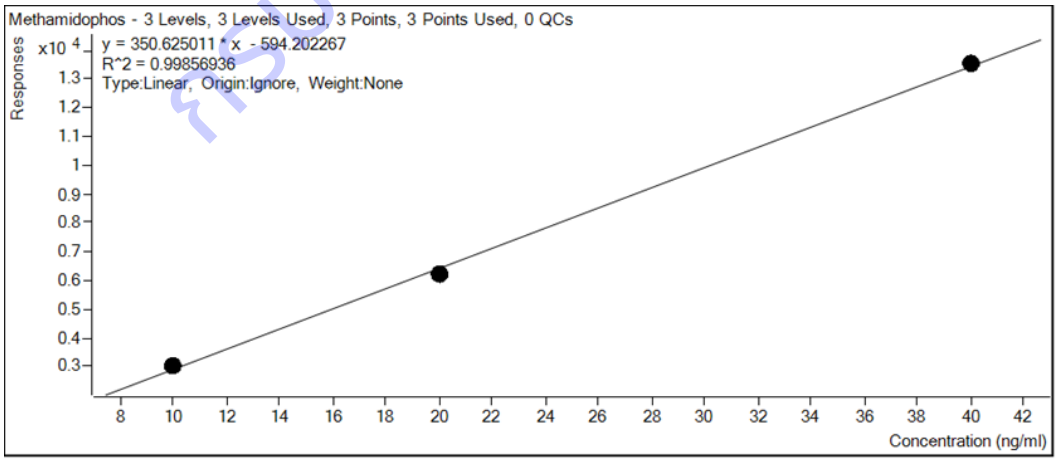
5.กะเพรา (holy basil) ตัวแทนจากกลุ่มสมุนไพร (herb)

จัดหาตัวอย่างพืชตัวแทนของพืชแต่ละชนิดมาปั่นด้วยไนโตรเจนเหลว ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทำการสกัดตามวิธี การหาปริมาณสารพิษตกค้างในกลุ่มผักใบ ผลไม้ตระกูลส้มและมะม่วงโด ยวิธี QuEChERs ด้วย LC-MS/MS (method: TM-T04-R05) เพื่อหาการปนเปื้อนของสารพิษตกค้าง

เตรียมสารมาตรฐานในตัวทำละลาย ที่ความเข้มข้น 0.01 0.02 0.04 µg/ml และ เตรียมสารมาตรฐานในตัวทำละลายของพืชตัวแทนทั้ง 5 ชนิดที่สกัดด้วยวิธี QuEChERs (method: TM-T04-R05) ที่ความเข้มข้น 0.01 0.02 0.04 µg/ml นำไปวิเคราะห์ด้วย LC-MS/MS

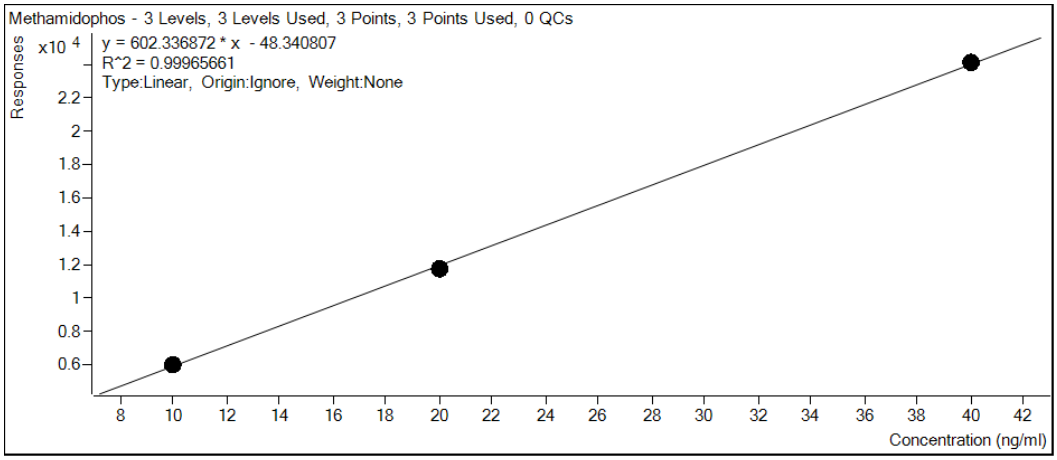
ผลการทดสอบ matrix effect จากการนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด standard in matrix และ standard in solvent มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณการวัดหรือพื้นที่ใต้พีคบนแกน y กับความเข้มข้นของสารในตัวอย่างบนแกน x จากนั้นนำความชันจากสมการเส้นตรง y=mx+b โดย m=slope ของ standard in matrix และความชันจากสมการเส้นตรงของ standard in solvent ตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 1 และ 2 ตามลำดับ มาคำนวณหา %ME จากสูตรด้านล่าง ซึ่งถ้าค่า %ME มีค่าน้อยกว่า 10 แสดงว่าความชันไม่มีความแตกต่างกัน (NATA, 2018) แสดงว่าไม่เกิดสิ่งรบกวนจากตัวอย่าง

$$\%ME = \frac{slope\ in\ matrix - slope\ in\ solvent}{slope\ in\ solvent} \times 100$$



ภาพที่ 1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณการวัดหรือพื้นที่ใต้พีคของ standard in matrix

ศูนย์วิทยาการเกษตร



ภาพที่ 2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณการวัดหรือพื้นที่ใต้พีคของ standard in solvent

ผลการศึกษาในตัวอย่างส้ม พบว่า สาร 90 ชนิด มี matrix effect และ 39 ชนิด ได้แก่ benalaxyl, Bupirimate, butocarboxim, carbetamide, carbofuran, clofentezine, dicrotophos, difenoconazole(1), diniconazole, fenbuconazole, fenpyroximate, fenuron, flufenoxuron, formetanate, furathiocarb, hexaconazole, indoxacarb, ipconazole, metconazole, metribuzin, moxidectin, nuarimol, oxadixyl, picoxystrobin, piperonyl butoxide, prochloraz, propargite, pyridaben, pyriproxifen, spinosad D, spirodiclofen, tebufenpyrad, tebuthiuron, temephos, thiobencarb, tricyclazole, trifloxystrobin, triflumuron และ zoxamide ไม่มี matrix effect ซึ่งมี %ME มากกว่า 10 ดังแสดงในภาคผนวก ตารางที่ 2

ผลการศึกษาในตัวอย่างมะม่วง พบว่าสารทั้ง 129 ชนิด มี matrix effect ซึ่งมี %ME มากกว่า 10 ดังแสดงในภาคผนวก ตารางที่ 3

ผลการศึกษาในตัวอย่างมะเขือเทศ พบว่าสาร 19 ชนิด มี matrix effect ได้แก่ cyazofamid, cymoxanil, cyprodinil, diethofencarb, diflubenzuron dimethirimol, ethirimol, fenpropimorph, hexaflumuron, imazalil, methamidophos, methomyl, moxidectin, nuarimol, phenmedipham, propamocarb, simetryn, spinosad A และ spinosad D ซึ่งมี %ME มากกว่า 10 ดังแสดงในภาคผนวก ตารางที่ 4

ผลการศึกษาในตัวอย่างคะน้า พบว่าสาร 63 ชนิด มี matrix effect ได้แก่ aminocarb, bupirimate, buprofezin, carbaryl, carbetamide, carboxin, carfentrazone-ethyl, cymoxanil, cyprodinil, difenoconazole(1), diflubenzuron, dimethomorph (1), dimoxystrobin, ethirimol, fenazaquin, fenpropimorph, fenpyroximate, fenuron, flufenacet, flusilazole, flutolanil, forchlorfenuron, hexaflumuron, hexythiazox, imazalil, imidacloprid, indoxacarb, isoprocarb, kresoxim-methyl, mepanipyrim, mepronil, metconazole, methamidophos, methomyl, mevinphos, nuarimol, oxadixyl, paclobutrazol, penconazol, picoxystrobin, piperonyl butoxide, prochloraz, prometon, propamocarb, propargite, propiconazole(E, Z), propoxur, pyraclostrobin, pyridaben,

ศูนย์วิทยทรัพยากร

pyriproxifen, quinoxyfen, secbumeton, siduron, spinosad A, spinosad D, spirodiclofen, terbumeton, thiamethoxam, thidiazuron, thiobencarb, triadimefon, triadimenol และ triflumizole มี %ME มากกว่า 10 ดังแสดงในภาคผนวก ตารางที่ 5

ผลการศึกษาในตัวอย่างกะเพรา พบว่าสาร 83 ชนิด มี matrix effect และสารที่ไม่มี matrix effect 46 ชนิด ได้แก่ carbofuran, cymoxanil, fenuron, flufenacet, flufenoxuron, flusilazole, flutriafol, formetanate, furalaxyl, furathiocarb, hexaconazole, hexaflumuron, indoxacarb, iprovalicarb(1), isoproturon, mandipropamid, mefenacet, mepronil, metalaxyl, metconazole, methoxyfenozide, mevinphos, mexacarbate, myclobutanil, nuarimol, oxadixyl, paclobutrazol, penconazol, pirimicarb, prochloraz, prometon, prometryn, propamocarb, propargite, propoxur, secbumeton, siduron, simetryn, tebuconazole, tebufenozide, tebufenpyrad, temephos, thiacloprid, thidiazuron, triadimefon และ triadimenol มี %ME น้อยกว่า 10 ดังแสดงในภาคผนวก ตารางที่ 6

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการศึกษา matrix effect สำหรับการการตรวจวิเคราะห์สาร 129 ชนิดในผักผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERs และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโทรมิเตอร์ (High Performance Liquid Chromatography-Tandam Mass Spectrometry) ของตัวแทนพืช 5 ชนิด พบว่ามะเขือเทศมี matrix effect น้อยที่สุด คือ 19 ชนิด ซึ่งอยู่รูปแบบของการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 9 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 10 ชนิด รองลงมาคือ คะน้า มี matrix effect 63 ชนิด คิดซึ่งอยู่รูปแบบของการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 33 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 30 ชนิด กะเพรา มี matrix effect 83 ชนิด ซึ่งอยู่รูปแบบของการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 47 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 53 ชนิด ส้ม มี matrix effect 90 ชนิด ซึ่งอยู่รูปแบบของการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 78 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 12 ชนิด และ มะม่วง มี matrix effect ทั้ง 129 ชนิด ซึ่งอยู่รูปแบบของการรบกวนหรือระงับสัญญาณ 9 ชนิด และเพิ่มประสิทธิภาพสัญญาณ 120 ชนิด ตามลำดับ

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. นำไปปรับใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ในพืชกลุ่มเดียวกัน
2. ขยายผลนำไปเป็นแนวทาง วางแผน ปรับใช้ในการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ในกลุ่มพืชใกล้เคียง
3. ขยายผลนำไปการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ multi-residues ที่สามารถให้ได้กับพืชที่หลากหลายกลุ่มได้

11. คำขอบคุณ -

กรมวิชาการเกษตร

12. เอกสารอ้างอิง

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. การจัดกลุ่มสินค้าเกษตร: พืช. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 9045-2559. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Anastassiades, M., S. J. Lehotay, D. Stajhbaher, and F. J. Schenck. 2003. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and 'Dispersive Solid-Phase Extraction' for the Determination of Pesticide Residues in Produce. J. AOAC Int., 86(2):412

AOAC. 2002. Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals. https://www.aoac.org

Kai Zhang. Matrix Effects in Multi-Residue Pesticide Analysis When Using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. Retrieved May 29, 2020, from https://www.restek.com/en/technical-literature-library/articles/matrix-effects-in-multi-residue-pesticide-analysis-when-using-liquid-chromatography-tandem-mass-spectrometry/

Lehotay, S. J., K. Mastovska, and A. R. Lightfield. 2005. Use of Buffering and Other Means to Improve Results of Problematic Pesticides in a Fast and Easy Method for Residue Analysis of Fruits and Vegetables. J. AOAC Int., 88(2): 615

Luigi Lucini, Gian Pietro Molinari. 2011. Performance and Matrix Effect Observed in QuEChERS Extraction and Tandem Mass Spectrometry Analyses of Pesticide Residues in Different Target Crops. Journal of Chromatographic Science, Volume 49, Issue 9, October 2011, Pages 709–714

NATA. 2018. General Accreditation Guidance-Validation and verification of quantitative and qualitative test methods. January, Australia.

13. ภาคผนวก

กรมวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 1 แสดงชื่อสาร 129 ชนิด

No.	ชื่อสาร	No.	ชื่อสาร	No.	ชื่อสาร	No.	ชื่อสาร
1	Acetamiprid	36	Ethiofencarb	71	Metconazole	106	Siduron
2	Ametryn	37	Ethirimol	72	Methamidophos	107	Simetryn
3	Aminocarb	38	Fenazaquin	73	Methomyl	108	Spinosad A
4	Benalaxyl	39	Fenbuconazol	74	Methoprotryne	109	Spinosad D
5	Bendiocarb	40	Fenobucarb	75	Methoxyfenozide	110	Spirodiclofen
6	Bupirimate	41	Fenoxycarb	76	Metribuzin	111	Spiromesifen
7	Buprofezin	42	Fenpropimorph	77	Mevinphos	112	Tebuconazole
8	Butafenacil	43	Fenpyroximate	78	Mexacarbate	113	Tebufenozide
9	Butocarboxim	44	Fenuron	79	Monolinuron	114	Tebufenpyrad
10	Carbaryl	45	Flufenacet	80	Moxidectin	115	Tebuthiuron
11	Carbetamide	46	Flufenoxuron	81	Myclobutanil	116	Temephos
12	Carbofuran	47	Fluometuron	82	Neburon	117	Terbumeton
13	Carboxin	48	Flusilazole	83	Nuarimol	118	Terbutryn
14	Carfentrazone-ethyl	49	Flutolanil	84	Oxadixyl	119	Thiacloprid
15	Chlorotoluron	50	Flutriafol	85	Paclobutrazol	120	Thiamethoxam
16	Chloroxuron	51	Forchlorfenuron	86	Penconazol	121	Thidiazuron
17	Clofentezine	52	Formetanate	87	Pencycuron	122	Thiobencarb
18	Cyazofamid	53	Furalaxyl	88	Phenmedipham	123	Triadimefon
19	Cycluron	54	Furathiocarb	89	Picoxystrobin	124	Triadimenol
20	Cymoxanil	55	Hexaconazole	90	Piperonyl butoxide	125	Tricyclazole
21	Cyproconazole(1)	56	Hexaflumuron	91	Pirimicarb	126	Trifloxystrobin
22	Cyprodinil	57	Hexythiazox	92	Prochloraz	127	Triflumizole
23	Desmedipham	58	Imazalil	93	Prometon	128	Triflumuron
24	Dicrotophos	59	imidacloprid	94	Prometryn	129	Zoxamide
25	Diethofencarb	60	Indoxacarb	95	Propamocarb		
26	Difenoconazole (1)	61	Ipconazole	96	Propargite		
27	Diflubenzuron	62	Iprovalicarb (1)	97	Propiconazole (E, Z)		
28	Dimethirimol	63	Isoprocarb	98	Propoxur		
29	Dimethoate	64	Isoproturon	99	Pyraclostrobin		
30	Dimethomorph(1)	65	Kresoxim-methyl	100	Pyridaben		
31	Dimoxystrobin	66	Mandipropamid	101	Pyrimethanil		
32	Diniconazole	67	Mefenacet	102	Pyriproxifen		
33	Dioxacarb	68	Mepanipyrim	103	Quinoxyfen		
34	Diuron	69	Mepronil	104	Rotenone		
35	Epoxiconazole	70	Metalaxyl	105	Secbumeton		

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 2 แสดงผล %Matrix effect ของตัวอย่างส้ม

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
1	Acetamiprid	2181	2630	-17	Y
2	Ametryn	15926	24108	-34	Y
3	Aminocarb	16412	13710	20	Y
4	Benalaxyl	25148	26203	-4	N
5	Bendiocarb	2376	2904	-18	Y
6	Bupirimate	13131	14584	-10	N
7	Buprofezin	25817	31464	-18	Y
8	Butafenacil	6710	5993	12	Y
9	Butocarboxim	1188	1271	-7	N
10	Carbaryl	2529	3408	-26	Y
11	Carbetamide	1750	1837	-5	N
12	Carbofuran	18355	18388	0	N
13	Carboxin	6987	10431	-33	Y
14	Carfentrazone-ethyl	216	183	18	Y
15	Chlorotoluron	9520	11207	-15	Y
16	Chloroxuron	1389	13060	-89	Y
17	Clofentezine	877	963	-9	N
18	Cyazofamid	2218	2522	-12	Y
19	Cycluron	2539	4814	-47	Y
20	Cymoxanil	5	27	-83	Y
21	Cyproconazole (1)	2710	3331	-19	Y
22	Cyprodinil	5089	6424	-21	Y
23	Desmedipham	1323	4972	-73	Y
24	Dicrotophos	16861	17331	-3	N
25	Diethofencarb	2153	5109	-58	Y
26	Difenoconazole (1)	4666	5001	-7	N
27	Diflubenzuron	117	353	-67	Y
28	Dimethirimol	1973	1344	47	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
29	Dimethoate	1033	1314	-21	Y
30	Dimethomorph (1)	1768	2492	-29	Y
31	Dimoxystrobin	24906	32492	-23	Y
32	Diniconazole	1703	1738	-2	N
33	Dioxacarb	362	2904	-88	Y
34	Diuron	8902	10748	-17	Y
35	Epoxiconazole	2973	3930	-24	Y
36	Ethiofencarb	4439	6724	-34	Y
37	Ethirimol	2074	1408	47	Y
38	Fenazaquin	26818	34369	-22	Y
39	Fenbuconazol	2180	2381	-8	N
40	Fenobucarb	369	2736	-86	Y
41	Fenoxycarb	1607	2109	-24	Y
42	Fenpropimorph	13	18141	-100	Y
43	Fenpyroximate	17902	17894	0	N
44	Fenuron	1701	1885	-10	N
45	Flufenacet	3339	1021	227	Y
46	Flufenoxuron	382	363	5	N
47	Fluometuron	9533	11757	-19	Y
48	Flusilazole	3306	4149	-20	Y
49	Flutolanil	4956	7080	-30	Y
50	Flutriafol	2728	3197	-15	Y
51	Forchlorfenuron	1843	2470	-25	Y
52	Formetanate	19679	18390	7	N
53	Furalaxyl	23689	32734	-28	Y
54	Furathiocarb	18757	18590	1	N
55	Hexaconazole	2262	2281	-1	N
56	Hexaflumuron	9	67	-87	Y
57	Hexythiazox	1423	1608	-11	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
58	Imazalil	2077	4918	-58	Y
59	imidacloprid	20	651	-97	Y
60	Indoxacarb	725	706	3	N
61	Ipconazole	4542	4863	-7	N
62	Iprovalicarb (1)	3915	30508	-87	Y
63	Isoprocarb	628	1312	-52	Y
64	Isoproturon	3457	21885	-84	Y
65	Kresoxim-methyl	201	1089	-82	Y
66	Mandipropamid	3320	5559	-40	Y
67	Mefenacet	11325	29471	-62	Y
68	Mepanipyrim	1437	4668	-69	Y
69	Mepronil	5363	10083	-47	Y
70	Metalaxyl	10218	20489	-50	Y
71	Metconazole	3773	3717	2	N
72	Methamidophos	351	602	-42	Y
73	Methomyl	4100	4826	-15	Y
74	Methoprotryne	5299	22081	-76	Y
75	Methoxyfenozide	30937	37237	-17	Y
76	Metribuzin	702	777	-10	N
77	Mevinphos	592	661	-10	Y
78	Mexacarbate	13541	27982	-52	Y
79	Monolinuron	886	1025	-14	Y
80	Moxidectin	645	612	5	N
81	Myclobutanil	487	3031	-84	Y
82	Neburon	2164	3349	-35	Y
83	Nuarimol	525	549	-4	N
84	Oxadixyl	2546	2616	-3	N
85	Paclobutrazol	1303	4972	-74	Y
86	Penconazol	3508	3938	-11	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
87	Pencycuron	17796	1838	868	Y
88	Phenmedipham	1323	4972	-73	Y
89	Picoxystrobin	82985	90802	-9	N
90	Piperonyl butoxide	131370	128278	2	N
91	Pirimicarb	39953	45138	-11	Y
92	Prochloraz	4036	4105	-2	N
93	Prometon	6363	37954	-83	Y
94	Prometryn	13406	47093	-72	Y
95	Propamocarb	556	6422	-91	Y
96	Propargite	1202	1251	-4	N
97	Propiconazole (E,Z)	1237	1717	-28	Y
98	Propoxur	8492	99882	-91	Y
99	Pyraclostrobin	9547	14832	-36	Y
100	Pyridaben	29753	30530	-3	N
101	Pyrimethanil	260	1535	-83	Y
102	Pyriproxifen	29872	30532	-2	N
103	Quinoxyfen	2135	2540	-16	Y
104	Rotenone	694	600	16	Y
105	Secbumeton	4464	27349	-84	Y
106	Siduron	440	1369	-68	Y
107	Simetryn	8412	10726	-22	Y
108	Spinosad A	19698	3021	552	Y
109	Spinosad D	1157	1154	0	N
110	Spirodiclofen	1610	1529	5	N
111	Spiromesifen	8166	9124	-10	Y
112	Tebuconazole	2146	3548	-40	Y
113	Tebufenozide	383671	38889	887	Y
114	Tebufenpyrad	2853	3037	-6	N
115	Tebuthiuron	7703	8248	-7	N

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
116	Temephos	830	871	-5	N
117	Terbumeton	23082	63566	-64	Y
118	Terbutryn	35139	56513	-38	Y
119	Thiacloprid	1358	3320	-59	Y
120	Thiamethoxam	4255	312	1264	Y
121	Thidiazuron	736	129	470	Y
122	Thiobencarb	2508	2732	-8	N
123	Triadimefon	2008	2703	-26	Y
124	Triadimenol	611	2747	-78	Y
125	Tricyclazole	967	945	2	N
126	Trifloxystrobin	24791	25959	-4	N
127	Triflumizole	15275	17754	-14	Y
128	Triflumuron	396	415	-5	N
129	Zoxamide	4220	4346	-3	N

ตารางที่ 3 แสดงผล %Matrix effect ของตัวอย่างมะม่วง

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
1	Acetamiprid	7760	2787	178	Y
2	Ametryn	34123	25175	36	Y
3	Aminocarb	32561	13521	141	Y
4	Benalaxyl	46661	25956	80	Y
5	Bendiocarb	6051	3174	91	Y
6	Bupirimate	23389	14985	56	Y
7	Buprofezin	38205	31559	21	Y
8	Butafenacil	116243	6070	1815	Y
9	Butocarboxim	3621	1388	161	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
10	Carbaryl	7188	3446	109	Y
11	Carbetamide	4812	1943	148	Y
12	Carbofuran	33341	17966	86	Y
13	Carboxin	21571	11172	93	Y
14	Carfentrazone-ethyl	102	49	109	Y
15	Chlorotoluron	22465	12129	85	Y
16	Chloroxuron	27157	13706	98	Y
17	Clofentezine	1303	953	37	Y
18	Cyazofamid	4008	2507	60	Y
19	Cycluron	8529	4746	80	Y
20	Cymoxanil	109	42	161	Y
21	Cyproconazole (1)	6623	3526	88	Y
22	Cyprodinil	9131	6407	43	Y
23	Desmedipham	9277	4979	86	Y
24	Dicrotophos	572	1360	-58	Y
25	Diethofencarb	9716	5222	86	Y
26	Difenoconazole (1)	1818	5032	-64	Y
27	Diflubenzuron	573	352	63	Y
28	Dimethirimol	6167	1539	301	Y
29	Dimethoate	7106	1361	422	Y
30	Dimethomorph (1)	4925	2556	93	Y
31	Dimoxystrobin	57021	34857	64	Y
32	Diniconazole	3360	1971	71	Y
33	Dioxacarb	6051	3174	91	Y
34	Diuron	21853	11172	96	Y
35	Epoxiconazole	8136	4021	102	Y
36	Ethiofencarb	12377	6833	81	Y
37	Ethirimol	6447	233	2673	Y
38	Fenazaquin	9991	34339	-71	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
39	Fenbuconazol	3994	2329	71	Y
40	Fenobucarb	4668	2835	65	Y
41	Fenoxycarb	3921	2099	87	Y
42	Fenpropimorph	46	348	-87	Y
43	Fenpyroximate	30092	18553	62	Y
44	Fenuron	892	170	425	Y
45	Flufenacet	8421	3765	124	Y
46	Flufenoxuron	535	357	50	Y
47	Fluometuron	23795	12101	97	Y
48	Flusilazole	8230	4240	94	Y
49	Flutolanil	14666	7712	90	Y
50	Flutriafol	6118	3365	82	Y
51	Forchlorfenuron	4584	2562	79	Y
52	Formetanate	39614	19269	106	Y
53	Furalaxyl	67655	33085	104	Y
54	Furathiocarb	30438	18616	64	Y
55	Hexaconazole	4093	2350	74	Y
56	Hexaflumuron	193	16	1117	Y
57	Hexythiazox	2108	1712	23	Y
58	Imazalil	1050	557	88	Y
59	imidacloprid	3088	684	351	Y
60	Indoxacarb	974	653	49	Y
61	Ipconazole	2125	4764	-55	Y
62	Iprovalicarb (1)	58515	31748	84	Y
63	Isoprocarb	2323	1151	102	Y
64	Isoproturon	35772	21528	66	Y
65	Kresoxim-methyl	1941	1079	80	Y
66	Mandipropamid	9921	5504	80	Y
67	Mefenacet	56826	29903	90	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
68	Mepanipyrim	8039	4678	72	Y
69	Mepronil	19268	10294	87	Y
70	Metalaxyl	36489	21486	70	Y
71	Metconazole	7181	4037	78	Y
72	Methamidophos	733	634	16	Y
73	Methomyl	490	4744	-90	Y
74	Methoprotryne	33776	22693	49	Y
75	Methoxyfenozide	68236	38891	75	Y
76	Metribuzin	2088	805	159	Y
77	Mevinphos	274	87	216	Y
78	Mexacarbate	50138	29979	67	Y
79	Monolinuron	1915	1114	72	Y
80	Moxidectin	797	598	33	Y
81	Myclobutanil	5466	3268	67	Y
82	Neburon	5713	3263	75	Y
83	Nuarimol	923	577	60	Y
84	Oxadixyl	6246	2611	139	Y
85	Paclobutrazol	10124	5254	93	Y
86	Penconazol	8335	4447	87	Y
87	Pencycuron	30786	18487	67	Y
88	Phenmedipham	9277	4979	86	Y
89	Picoxystrobin	126988	9091	1297	Y
90	Piperonyl butoxide	173102	128617	35	Y
91	Pirimicarb	74897	46692	60	Y
92	Prochloraz	6933	4220	64	Y
93	Prometon	45289	39382	15	Y
94	Prometryn	67385	48127	40	Y
95	Propamocarb	633	361	76	Y
96	Propargite	2241	1208	86	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
97	Propiconazole (E,Z)	3448	1762	96	Y
98	Propoxur	19512	10502	86	Y
99	Pyraclostrobin	26045	15219	71	Y
100	Pyridaben	49044	30834	59	Y
101	Pyrimethanil	2609	1551	68	Y
102	Pyriproxifen	49019	31267	57	Y
103	Quinoxyfen	3523	2597	36	Y
104	Rotenone	275	130	112	Y
105	Secbumeton	6258	4479	40	Y
106	Siduron	8934	4630	93	Y
107	Simetryn	16081	11348	42	Y
108	Spinosad A	43852	24359	80	Y
109	Spinosad D	16831	9799	72	Y
110	Spirodiclofen	2441	1499	63	Y
111	Spiromesifen	12544	9141	37	Y
112	Tebuconazole	7205	3889	85	Y
113	Tebufenozide	67703	41016	65	Y
114	Tebufenpyrad	4570	3124	46	Y
115	Tebuthiuron	22377	8945	150	Y
116	Temephos	1268	882	44	Y
117	Terbumeton	85298	65801	30	Y
118	Terbutryn	82210	56660	45	Y
119	Thiacloprid	9723	3480	179	Y
120	Thiamethoxam	597	3723	-84	Y
121	Thidiazuron	1084	900	20	Y
122	Thiobencarb	4302	2839	52	Y
123	Triadimefon	4953	2817	76	Y
124	Triadimenol	5168	2884	79	Y
125	Tricyclazole	3999	1064	276	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
126	Trifloxystrobin	40327	25707	57	Y
127	Triflumizole	7119	18059	-61	Y
128	Triflumuron	543	350	55	Y
129	Zoxamide	1854	4221	-56	Y

ตารางที่ 4 แสดงผล %Matrix effect ของตัวอย่างมะเขือเทศ

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
1	Acetamiprid	2627	2776	-5	N
2	Ametryn	25329	25511	-1	N
3	Aminocarb	17478	17775	-2	N
4	Benalaxyl	25148	25858	-3	N
5	Bendiocarb	3169	3243	-2	N
6	Bupirimate	15598	14975	4	N
7	Buprofezin	33604	33228	1	N
8	Butafenacil	6340	6368	0	N
9	Butocarboxim	1130	1229	-8	N
10	Carbaryl	3587	3612	-1	N
11	Carbetamide	2006	1891	6	N
12	Carbofuran	17489	18350	-5	N
13	Carboxin	11286	11386	-1	N
14	Carfentrazone-ethyl	46	44	4	N
15	Chlorotoluron	12045	11832	2	N
16	Chloroxuron	14039	13204	6	N
17	Clofentezine	1082	1054	3	N
18	Cyazofamid	2634	2370	11	Y
19	Cycluron	5109	4761	7	N

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
20	Cymoxanil	5	42	-88	Y
21	Cyproconazole (1)	3377	3339	1	N
22	Cyprodinil	5089	7255	-30	Y
23	Desmedipham	4905	4714	4	N
24	Dicrotophos	1510	1545	-2	N
25	Diethofencarb	5595	5041	11	Y
26	Difenoconazole (1)	4930	4855	2	N
27	Diflubenzuron	416	355	17	Y
28	Dimethirimol	2050	1342	53	Y
29	Dimethoate	1287	1372	-6	N
30	Dimethomorph (1)	2580	2355	10	N
31	Dimoxystrobin	37550	37143	1	N
32	Diniconazole	1842	1809	2	N
33	Dioxacarb	3169	3243	-2	N
34	Diuron	11192	11244	0	N
35	Epoxiconazole	4225	4101	3	N
36	Ethiofencarb	6881	6648	4	N
37	Ethirimol	2050	1342	53	Y
38	Fenazaquin	33736	32862	3	N
39	Fenbuconazol	2393	2285	5	N
40	Fenobucarb	2795	2826	-1	N
41	Fenoxycarb	2134	2046	4	N
42	Fenpropimorph	13	7	86	Y
43	Fenpyroximate	19061	18376	4	N
44	Fenuron	184	179	3	N
45	Flufenacet	3872	3681	5	N
46	Flufenoxuron	390	377	3	N
47	Fluometuron	12410	12105	3	N
48	Flusilazole	4301	4152	4	N

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
49	Flutolanil	7986	7647	4	N
50	Flutriafol	3485	3336	4	N
51	Forchlorfenuron	2582	2705	-5	N
52	Formetanate	19079	19404	-2	N
53	Furalaxyl	34940	33286	5	N
54	Furathiocarb	19497	18840	3	N
55	Hexaconazole	2375	2300	3	N
56	Hexaflumuron	87	54	63	Y
57	Hexythiazox	1631	1601	2	N
58	Imazalil	598	506	18	Y
59	imidacloprid	670	699	-4	N
60	Indoxacarb	733	669	10	N
61	Ipconazole	4948	4595	8	N
62	Iprovalicarb (1)	30819	29208	6	N
63	Isoprocarb	1207	1204	0	N
64	Isoproturon	23135	23195	0	N
65	Kresoxim-methyl	1241	1212	2	N
66	Mandipropamid	5947	5785	3	N
67	Mefenacet	29739	29110	2	N
68	Mepanipyrim	4294	4498	-5	N
69	Mepronil	10445	10282	2	N
70	Metalaxyl	22303	22535	-1	N
71	Metconazole	3884	3689	5	N
72	Methamidophos	562	677	-17	Y
73	Methomyl	4160	4849	-14	Y
74	Methoprotryne	22931	22203	3	N
75	Methoxyfenozide	39650	38044	4	N
76	Metribuzin	823	810	2	N
77	Mevinphos	80	76	5	N

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
78	Mexacarbate	30071	29704	1	N
79	Monolinuron	1046	1038	1	N
80	Moxidectin	69	666	-90	Y
81	Myclobutanil	3190	3053	4	N
82	Neburon	3567	3293	8	N
83	Nuarimol	640	549	17	Y
84	Oxadixyl	2882	3017	-4	N
85	Paclobutrazol	5143	4989	3	N
86	Penconazol	4204	4138	2	N
87	Pencycuron	19328	18731	3	N
88	Phenmedipham	1323	4714	-72	Y
89	Picoxystrobin	95378	92647	3	N
90	Piperonyl butoxide	131073	127429	3	N
91	Pirimicarb	47608	46984	1	N
92	Prochloraz	4570	4589	0	N
93	Prometon	41234	40063	3	N
94	Prometryn	48580	47731	2	N
95	Propamocarb	5124	361	1317	Y
96	Propargite	1354	1287	5	N
97	Propiconazole (E,Z)	1638	1764	-7	N
98	Propoxur	10817	10902	-1	N
99	Pyraclostrobin	14986	14491	3	N
100	Pyridaben	31400	30491	3	N
101	Pyrimethanil	1736	1608	8	N
102	Pyriproxifen	32052	31426	2	N
103	Quinoxyfen	2637	2454	7	N
104	Rotenone	145	136	7	N
105	Secbumeton	4832	4691	3	N
106	Siduron	4649	4548	2	N

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
107	Simetryn	1145	11468	-90	Y
108	Spinosad A	773	1636	-53	Y
109	Spinosad D	230	479	-52	Y
110	Spirodiclofen	1580	1596	-1	N
111	Spiromesifen	9444	9156	3	N
112	Tebuconazole	4236	3973	7	N
113	Tebufenozide	42149	38835	9	N
114	Tebufenpyrad	3186	3028	5	N
115	Tebuthiuron	8625	8219	5	N
116	Temephos	895	857	4	N
117	Terbumeton	68780	66858	3	N
118	Terbutryn	61155	60863	0	N
119	Thiacloprid	3037	2996	1	N
120	Thiamethoxam	4274	4306	-1	N
121	Thidiazuron	768	808	-5	N
122	Thiobencarb	2861	2864	0	N
123	Triadimefon	2776	2624	6	N
124	Triadimenol	2791	2795	0	N
125	Tricyclazole	1046	961	9	N
126	Trifloxystrobin	27394	26420	4	N
127	Triflumizole	18486	18284	1	N
128	Triflumuron	357	387	-8	N
129	Zoxamide	4384	4326	1	N

กรมวิชาการเกษตร

ตารางที่ 5 แสดงผล %Matrix effect ของตัวอย่างคะน้า

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
1	Acetamiprid	17475	17954	-3	N
2	Ametryn	41628	40603	3	N
3	Aminocarb	33240	55925	-41	Y
4	Benalaxyl	44223	45695	-3	N
5	Bendiocarb	9765	9365	4	N
6	Bupirimate	15574	1701	816	Y
7	Buprofezin	17102	24206	-29	Y
8	Butafenacil	15289	14697	4	N
9	Butocarboxim	9202	8560	8	N
10	Carbaryl	7796	14532	-46	Y
11	Carbetamide	9947	8478	17	Y
12	Carbofuran	111351	104640	6	N
13	Carboxin	11286	17286	-35	Y
14	Carfentrazone-ethyl	204	239	-15	Y
15	Chlorotoluron	23546	22333	5	N
16	Chloroxuron	17908	18138	-1	N
17	Clofentezine	1717	1744	-2	N
18	Cyazofamid	4720	5102	-7	N
19	Cycluron	15790	14368	10	N
20	Cymoxanil	186053	208043	-11	Y
21	Cyproconazole (1)	5761	5309	9	N
22	Cyprodinil	985	729	35	Y
23	Desmedipham	3609	3674	-2	N
24	Dicrotophos	15996	17623	-9	N
25	Diethofencarb	7733	8425	-8	N
26	Difenoconazole (1)	1254	7246	-83	Y
27	Diflubenzuron	648	509	27	Y
28	Dimethirimol	10474	10788	-3	N

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
29	Dimethoate	19585	20123	-3	N
30	Dimethomorph (1)	2580	2142	20	Y
31	Dimoxystrobin	31287	48122	-35	Y
32	Diniconazole	2431	2213	10	N
33	Dioxacarb	3422	3153	9	N
34	Diuron	22106	21918	1	N
35	Epoxiconazole	6209	6660	-7	N
36	Ethiofencarb	16708	16383	2	N
37	Ethirimol	1670225	2393591	-30	Y
38	Fenazaquin	42412	61061	-31	Y
39	Fenbuconazol	2393	2309	4	N
40	Fenobucarb	6263	6275	0	N
41	Fenoxycarb	2783	2614	6	N
42	Fenpropimorph	9240	2237513	-100	Y
43	Fenpyroximate	29193	35678	-18	Y
44	Fenuron	20603	27045	-24	Y
45	Flufenacet	8546	10196	-16	Y
46	Flufenoxuron	613	602	2	N
47	Fluometuron	18442	18129	2	N
48	Flusilazole	1025	5845	-82	Y
49	Flutolanil	6269	7916	-21	Y
50	Flutriafol	5249	4862	8	N
51	Forchlorfenuron	7162	6266	14	Y
52	Formetanate	111351	104640	6	N
53	Furalaxyl	53615	54740	-2	N
54	Furathiocarb	27643	26520	4	N
55	Hexaconazole	2837	2921	-3	N
56	Hexaflumuron	312	267	17	Y
57	Hexythiazox	850	663	28	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
58	Imazalil	12672	8536	48	Y
59	imidacloprid	3925	3094	27	Y
60	Indoxacarb	1344	1118	20	Y
61	Ipconazole	5467	5577	-2	N
62	Iprovalicarb (1)	45311	43144	5	N
63	Isoprocarb	3978	3466	15	Y
64	Isoproturon	45917	42462	8	N
65	Kresoxim-methyl	986	1185	-17	Y
66	Mandipropamid	16642	15336	9	N
67	Mefenacet	38859	42610	-9	N
68	Mepanipyrim	7974	9455	-16	Y
69	Mepronil	20562	18200	13	Y
70	Metalaxyl	27957	26065	7	N
71	Metconazole	6348	5071	25	Y
72	Methamidophos	562	4307	-87	Y
73	Methomyl	15790	14297	10	Y
74	Methoprotryne	31122	28463	9	N
75	Methoxyfenozide	43960	42521	3	N
76	Metribuzin	3582	3568	0	N
77	Mevinphos	7137	8172	-13	Y
78	Mexacarbate	59551	56109	6	N
79	Monolinuron	3678	3657	1	N
80	Moxidectin	763	828	-8	N
81	Myclobutanil	4524	4295	5	N
82	Neburon	6266	6173	2	N
83	Nuarimol	641	543	18	Y
84	Oxadixyl	5242	4232	24	Y
85	Paclobutrazol	6168	7941	-22	Y
86	Penconazol	5925	5105	16	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
87	Pencycuron	28656	26597	8	N
88	Phenmedipham	3609	3674	-2	N
89	Picoxystrobin	63137	70658	-11	Y
90	Piperonyl butoxide	109787	134896	-19	Y
91	Pirimicarb	65440	60419	8	N
92	Prochloraz	6329	7087	-11	Y
93	Prometon	51703	38122	36	Y
94	Prometryn	56014	54538	3	N
95	Propamocarb	14474	10318	40	Y
96	Propargite	1887	2149	-12	Y
97	Propiconazole (E,Z)	2594	3005	-14	Y
98	Propoxur	36251	32431	12	Y
99	Pyraclostrobin	15644	18181	-14	Y
100	Pyridaben	31823	35455	-10	Y
101	Pyrimethanil	3921	3858	2	N
102	Pyriproxifen	26474	49745	-47	Y
103	Quinoxyfen	3681	4707	-22	Y
104	Rotenone	988	1020	-3	N
105	Secbumeton	36387	32409	12	Y
106	Siduron	11407	10320	11	Y
107	Simetryn	19134	17862	7	N
108	Spinosad A	1667	3615	-54	Y
109	Spinosad D	6519	5869	11	Y
110	Spirodiclofen	3330	2946	13	Y
111	Spiromesifen	9903	10255	-3	N
112	Tebuconazole	5321	5254	1	N
113	Tebufenozide	47806	46215	3	N
114	Tebufenpyrad	3645	3388	8	N
115	Tebuthiuron	42220	41251	2	N

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
116	Temephos	1413	1460	-3	N
117	Terbumeton	106408	94382	13	Y
118	Terbutryn	91179	93640	-3	N
119	Thiacloprid	21937	20681	6	N
120	Thiamethoxam	8570	4789	79	Y
121	Thidiazuron	1965	1774	11	Y
122	Thiobencarb	5415	6166	-12	Y
123	Triadimefon	2597	2962	-12	Y
124	Triadimenol	2092	1792	17	Y
125	Tricyclazole	21593	21619	0	N
126	Trifloxystrobin	42982	46008	-7	N
127	Triflumizole	13845	1405	886	Y
128	Triflumuron	500	456	10	N
129	Zoxamide	9979	9511	5	N

ตารางที่ 6 แสดงผล %Matrix effect ของตัวอย่างกะเพรา

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
1	Acetamiprid	11224960	1418897	691	Y
2	Ametryn	61250124	6830079	797	Y
3	Aminocarb	161250212	18800131	758	Y
4	Benalaxyl	186368142	21741159	757	Y
5	Bendiocarb	3788686	1433901	164	Y
6	Bupirimate	38264591	4344252	781	Y
7	Buprofezin	24482897	3413405	617	Y
8	Butafenacil	30809188	3248773	848	Y
9	Butocarboxim	2273700	327935	593	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
10	Carbaryl	373	14532	-100	Y
11	Carbetamide	7332107	787307	831	Y
12	Carbofuran	160618126	169811159	-5	N
13	Carboxin	545	17286	-98	Y
14	Carfentrazone-ethyl	277572	28648	-83	Y
15	Chlorotoluron	15758500	1643569	859	Y
16	Chloroxuron	51200815	5558915	821	Y
17	Clofentezine	4985759	846595	489	Y
18	Cyazofamid	11709069	3399694	244	Y
19	Cycluron	11709069	7149092	64	Y
20	Cymoxanil	486053	528043	-8	N
21	Cyproconazole (1)	20962464	2195213	855	Y
22	Cyprodinil	18867747	2268514	732	Y
23	Desmedipham	12299806	1484755	728	Y
24	Dicrotophos	1461012	1957722	-25	Y
25	Diethofencarb	15418684	1668267	824	Y
26	Difenoconazole (1)	37547848	4497274	735	Y
27	Diflubenzuron	2499545	262586	852	Y
28	Dimethirimol	6038091	929485	550	Y
29	Dimethoate	2767108	597912	363	Y
30	Dimethomorph (1)	3349	2142	56	Y
31	Dimoxystrobin	141368353	16274482	769	Y
32	Diniconazole	9196777	987869	831	Y
33	Dioxacarb	10620526	1252645	748	Y
34	Diuron	25748240	2827414	811	Y
35	Epoxiconazole	18129761	1941890	834	Y
36	Ethiofencarb	32981998	3531795	834	Y
37	Ethirimol	2676225	3335030	-20	Y
38	Fenazaquin	42827755	8735905	1184	Y

กรมวิชาการเกษตร

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
39	Fenbuconazol	8035286	120502	6568	Y
40	Fenobucarb	9365870	173721	5291	Y
41	Fenoxycarb	12685020	203687	6128	Y
42	Fenpropimorph	11240	2237513	-99	Y
43	Fenpyroximate	65047474	73824179	-12	Y
44	Fenuron	9323397	9954946	-6	N
45	Flufenacet	34543634	37669337	-8	N
46	Flufenoxuron	4242656	4486900	-5	N
47	Fluometuron	2222	18129	-88	Y
48	Flusilazole	20754001	20648821	1	N
49	Flutolanil	13553156	15954339	-15	Y
50	Flutriafol	16795460	17612370	-5	N
51	Forchlorfenuron	17072523	19038447	-10	Y
52	Formetanate	160618126	169811586	-5	N
53	Furalaxyl	232538088	224674109	4	N
54	Furathiocarb	95021428	98382975	-3	N
55	Hexaconazole	12406593	13024514	-5	N
56	Hexaflumuron	1079262	1179851	-9	N
57	Hexythiazox	650	463	40	Y
58	Imazalil	10672	8136	31	Y
59	imidacloprid	1700564	2632598	-35	Y
60	Indoxacarb	6405192	6216586	3	N
61	Ipconazole	25030494	32479774	-23	Y
62	Iprovalicarb (1)	169243889	180329269	-6	N
63	Isoprocarb	2930157	3682126	-20	Y
64	Isoproturon	62447554	68158913	-8	N
65	Kresoxim-methyl	1184603	1593844	-26	Y
66	Mandipropamid	29309025	31265924	-6	N
67	Mefenacet	103062649	111216897	-7	N

กรมวิทยาศาสตร์

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
68	Mepanipyrim	16535661	18498957	-11	Y
69	Mepronil	33560323	36734792	-9	N
70	Metalaxyl	45487967	47185934	-4	N
71	Metconazole	27774303	29367366	-5	N
72	Methamidophos	11912264	13377095	-11	Y
73	Methomyl	20558371	1852408	1010	Y
74	Methoprotryne	85968636	101568494	-15	Y
75	Methoxyfenozide	92760224	98567789	-6	N
76	Metribuzin	3559648	4086639	-13	Y
77	Mevinphos	9611494	9993578	-4	N
78	Mexacarbate	101478077	108050167	-6	N
79	Monolinuron	4849615	6027267	-20	Y
80	Moxidectin	1230764	1523181	-19	Y
81	Myclobutanil	14585692	14042032	4	N
82	Neburon	9946862	11679693	-15	Y
83	Nuarimol	2664838	2781717	-4	N
84	Oxadixyl	8448082	9078978	-7	N
85	Paclobutrazol	24708980	26973062	-8	N
86	Penconazol	17756143	18522325	-4	N
87	Pencycuron	97512457	112203600	-13	Y
88	Phenmedipham	12299806	14847555	-17	Y
89	Picoxystrobin	225055634	260639297	-14	Y
90	Piperonyl butoxide	487581550	558223000	-13	Y
91	Pirimicarb	165782788	179884689	-8	N
92	Prochloraz	12114311	12982529	-7	N
93	Prometon	129081987	138638618	-7	N
94	Prometryn	165031999	178500613	-8	N
95	Propamocarb	58294548	57458755	1	N
96	Propargite	3401122	3735794	-9	N

กรมวิทยาศาสตร์

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
97	Propiconazole (E,Z)	14950723	16660899	-10	Y
98	Propoxur	48209185	53309910	-10	N
99	Pyraclostrobin	59759810	70690322	-15	Y
100	Pyridaben	47358358	59013737	-20	Y
101	Pyrimethanil	2711055	6587421	-59	Y
102	Pyriproxifen	142537379	167626369	-15	Y
103	Quinoxyfen	10660019	13429877	-21	Y
104	Rotenone	3580744	4172913	-14	Y
105	Secbumeton	77759170	85555979	-9	N
106	Siduron	24557310	25918273	-5	N
107	Simetryn	26342247	29205763	-10	N
108	Spinosad A	15468	35863	-57	Y
109	Spinosad D	6519	5869	11	Y
110	Spirodiclofen	11295312	12764111	-12	Y
111	Spiromesifen	17785106	21260791	-16	Y
112	Tebuconazole	22950739	23702765	-3	N
113	Tebufenozide	81886271	84849627	-3	N
114	Tebufenpyrad	16174497	17450964	-7	N
115	Tebuthiuron	44170393	50981911	-13	Y
116	Temephos	2590804	2786742	-7	N
117	Terbumeton	223822799	252601854	-11	Y
118	Terbutryn	206032462	237180423	-13	Y
119	Thiacloprid	25848200	28501967	-9	N
120	Thiamethoxam	8194693	1097098	647	Y
121	Thidiazuron	4397496	4703379	-7	N
122	Thiobencarb	16726640	26158892	-36	Y
123	Triadimefon	7489107	7886808	-5	N
124	Triadimenol	8859423	9518754	-7	N
125	Tricyclazole	7215596	11128192	-35	Y

กรมวิทยาศาสตร์

No.	Compound Name	slope		%ME	(Y= มี, N=ไม่มี) Matrix effect
		standard in matrix	standard in solvent		
126	Trifloxystrobin	132662307	148216457	-10	Y
127	Triflumizole	39501	44716	-12	Y
128	Triflumuron	1945444	2498102	-22	Y
129	Zoxamide	32383841	45394544	-29	Y

กรมวิชาการเกษตร