

รายงานผลงานเรื่องเต็มผลการทดลองที่สิ้นสุด

1. **ชุดโครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. **โครงการวิจัย** : วิจัยและพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้อง แม่นยำตามมาตรฐานสากล
- กิจกรรม** : การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง
- กิจกรรมย่อย** : การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผัก ผลไม้และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร
3. **ชื่อการทดลอง** : 1.2.9 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการ QuEChERS เพื่อใช้เป็น Screening method ในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ โดยใช้ Gas Chromatograph/ Mass Spectrometry และ Liquid Chromatograph/ Mass Spectrometry
- ชื่อการทดลอง** : Development of QuEChERS multi-residue analysis method for screening in fruit and vegetable by GC-MS/MS and HPLC-MS/MS.
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
หัวหน้าการทดลอง : นายประชาติปต์ย์ พงษ์ภิญโญ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
5. **บทคัดย่อ**

ศึกษาการใช้วิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่มีความรวดเร็ว ง่าย ประหยัด มีประสิทธิภาพ ใช้ได้กับตัวอย่างหลายชนิด และมีความปลอดภัย (วิธี QuEChERS) ในการสกัดและทำความสะอาดตัวอย่างสำหรับการตรวจวิเคราะห์ชนิด และปริมาณสารพิษตกค้างจำนวน 99 ชนิดในตัวอย่างมะม่วง ซึ่งเป็นตัวแทนของผลไม้ที่มีปริมาณของสิ่งเจือปนปานกลาง (moderate pigmented matrix) จะใช้วิธี Dispersive SPE (Solid Phase Extraction) แล้วทำการตรวจหาชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้างที่ต้องการศึกษาด้วยเทคนิค liquid chromatography ที่ต่ออยู่กับ ionization tandem mass spectrometry (LC-ESI-MS/MS) ที่ตรวจวัดในโหมด positive ion multiple reaction monitoring (MRM) จากผลการทดลองพบว่าวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างข้างต้น สามารถตรวจได้ทั้งชนิดและปริมาณโดยมีค่า limit of quantitation (LOQ) เท่ากับ 5 ug/kg ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่า maximum residue limit (MRLs; 10 ug/kg) ค่าความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพการนำกลับ (recovery) คือ

10, 20 และ 100 ng/g ค่าร้อยละของประสิทธิภาพการนำกลับ (%recovery) มีค่าอยู่ในช่วง 70-120% โดยมี RSD ต่ำกว่า 30%

Abstract

Study on the Quick Easy Cheap and Efficient method of multi pesticide residue analysis for the extraction and cleanup process. The method of analysis capable of determination in both qualitative and quantitative pesticide residue analysis which include 99 compounds for the extraction of mango sample. The mango sample were representation of the moderate pigmented matrix samples. The extracted solution were then separated and analyzed by the liquid chromatography techniques which equipped with electrospray ionization and tandem mass spectrometer. The obtained results shown that limit of quantitation were at 5 ug/kg and recovery of the range 10, 20 and 100 mg/kg were between 70-120% with RSD were lower than 30%, respectively.

6. คำนำ

ในปี พ.ศ. 2547 รัฐบาลได้ประกาศให้เป็นปีอาหารปลอดภัย (Food Safety) กรมวิชาการเกษตรได้กำหนดให้มีนโยบายควบคุมคุณภาพของผลิตผลการเกษตรที่ส่งไปขายยังต่างประเทศ จึงได้มอบหมาย ให้กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร ทำการตรวจวิเคราะห์ชนิด และปริมาณสารพิษตกค้าง ของวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในผลิตผลการเกษตรที่เป็นสินค้าส่งออก เพื่อออกใบรับรองคุณภาพ ของสินค้าเกษตร โดยในปัจจุบันวัตถุอันตรายทางการเกษตรแนวโน้ม ที่จะเพิ่มปริมาณมากขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงความเป็นพิษ ของวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และโดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อตัวผู้บริโภคผ่านทางอาหารและน้ำ ทำให้องค์การอนามัยโลก ต้องกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (Maximum residue limit; MRLs) โดยอ้างอิงพื้นฐานมาจากพฤติกรรมปริมาณการบริโภคที่ได้มากจากปริมาณการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในแปลงของเกษตรกร ปริมาณสารพิษตกค้างในน้ำดื่มและในอาหารที่บริโภค

เพื่อเป็นการลดปัญหาการตรวจพบสารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตรเกินค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในประเทศปลายทาง โดยปกติสารพิษที่มีความเข้มข้นสูงมากจนถึงระดับความเข้มข้นปานกลาง เมื่อทำการสกัด แล้วจะสามารถทำการตรวจวิเคราะห์ได้โดยเครื่อง Gas Chromatograph Mass Spectrometer (GC/MS) ที่มีหัวตรวจวัดชนิด Single Quadrupole (SQ) หรือ Triple Quadruple Mass Spectrometer (QQQ) สกัดสารพิษตกค้างตามวิธีมาตรฐานของ QuEChERS (ย่อมาจาก “Quick, Easy, Rugged และ Safe) ซึ่งเป็นเทคนิคการสกัดสารพิษตกค้างที่เป็นที่นิยมที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากใช้ปริมาณตัวอย่างและสารเคมีในปริมาณน้อย ทำให้ลดการสิ้นเปลืองสารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม โดยจะใช้ acetonitrile ในขั้นตอนการสกัด

แล้วตามด้วยการแยกน้ำด้วยวิธี salting out ออกจากตัวอย่างวิเคราะห์โดยใช้ anhydrous magnesium sulfate (MgSO₄), NaCl และ buffering citrate salt แล้วทำความสะอาดตัวอย่างวิเคราะห์ด้วยเทคนิค dispersive solid phase extraction (dispersive SPE) ซึ่งเป็นสารผสมระหว่าง primary secondary amine (PSA) สำหรับดักจับสารในกลุ่ม fatty acid และ anhydrous MgSO₄ สำหรับดักจับน้ำที่ยังเหลือมาจากขั้นตอนการสกัด แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณโดยห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของกลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตรในปัจจุบันได้นำเครื่อง (LC-ESI-MS/MS) มาใช้เพื่อช่วยในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจำนวนมากในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

การศึกษานี้เพื่อที่จะทดสอบการใช้ได้ของวิธีทดสอบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธี QuEChERS ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร โดยใช้ LC-ESI-MS/MS สำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแบบ multiresidue จำนวน 99 ชนิด ซึ่งวิธีนี้จะตรวจสอบความใช้ได้ในรูปแบบของ % recovery และปริมาณสารต่ำสุดที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ (LOQ)

7. อุปกรณ์และวิธีการ

1. สารเคมี

- 1.1 สารมาตรฐานวัตถุพิษการเกษตร: Dr.Ehrenstorfer
- 1.2 Magnesium sulfate anhydrous
- 1.3 Sodium chloride
- 1.4 Sodium citrate dihydrate
- 1.5 Di-sodium hydrogen citrate sesquihydrate
- 1.6 Ultra-residue reagent toluene
- 1.7 Ultra-residue reagent acetonitrile

Single standard stock solution จะเตรียมโดยชั่งสารมาตรฐานวัตถุพิษปริมาณประมาณ 10 mg โดยใช้เครื่องชั่งความละเอียดสูง มาละลายใน 10 ml acetonitrile mixed standard stock solution จะเตรียมโดยละลาย 1 ml ของสารมาตรฐานแต่ละตัวใน 100 ml ethyl acetate และเจือจางต่อไปจนได้ความเข้มข้น 0.01 ug/ml, 0.02 ug/ml และ 0.1 ug/ml Matrix-matched mixed standards จะเตรียมโดยนำ mixed standard solution ความเข้มข้น 10 ug/ml ปริมาณ 10 ml มาเป่าด้วยไนโตรเจนอย่างช้าๆจนเกือบแห้ง แล้วนำมาละลายด้วย blank extract ของมะม่วง จนได้ปริมาตร 10 ml แล้วนำมาเจือจางต่อจนได้ความเข้มข้นสำหรับใช้งาน สารละลายมาตรฐานทั้ง single และ mixed จะเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -20 C และห่างจากแสง

ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อทำการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างโดยสกัดด้วยวิธี QuEChERS และตรวจด้วย LC-ESI-MS/MS พบว่าตรวจไม่พบสารพิษตกค้างใน Blank samples ที่นำมาใช้ในการทดลองทั้งในส่วนของการทดลอง การทดสอบประสิทธิภาพของวิธี และในการทำ matrix-matched standards

2. การเตรียมตัวอย่าง

- 2.1 Homogenize ตัวอย่างมะม่วงปริมาณ 500 g
- 2.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 10 g ที่ homogenize แล้วลงใน 50 ml Teflon centrifuge tube.
- 2.3 เติม 10 ml acetonitrile (ACN) แล้วเขย่าโดยใช้ vortex mixer เป็นระยะเวลา 1 นาที
- 2.4 เติม 4 g magnesium sulfate anhydrous (MgSO₄) 1 g sodium chloride (NaCl) 1 g sodium citrate dihydrate (C₆H₅Na₃O₇*2H₂O) และ 0.5 g di-sodium hydrogen citrate esequihydrate (C₆H₆Na₂O₇*1.5H₂O) แล้วนำไปเขย่าทันทีด้วยเครื่อง vortex mixer เป็นเวลา 1 นาที
- 2.5 ในตัวอย่างที่มีความเป็นกรดจะเติมสารละลาย 6 N NaOH 600 µl เพื่อให้ได้ค่า pH อยู่ในช่วง 5-5.5
- 2.6 Centrifuge สารละลายที่สกัดได้ ที่ความเร็วรอบ 5000 rpm เป็นเวลา 3 นาที
- 2.7 Aliquot สารละลายส่วนใสปริมาตร 6 ml ใส่ใน 15 ml Teflon centrifuge tube ที่มี 150 mg PSA และ 950 mg MgSO₄
- 2.8 Centrifuge สารละลายที่สกัดได้ ที่ความเร็วรอบ 5000 rpm เป็นเวลา 3 นาที
- 2.9 กรองผ่านกระดาษกรอง 0.2 ไมครอนแล้วถ่ายสารละลายที่สกัดได้ใส่ใน autosampler vial ที่มี สารละลาย 5% formic acid 15 µl (เพื่อกันสารละลายที่สกัดได้เกิดการสลายตัว)

ตารางที่ 1. แสดงชื่อสารพิษ ชนิด และน้ำหนักโมเลกุล

Name	Class	MW.	Name	Class	MW.
Pyridaben	-	364.9	Spiromesifen	Tetronic acid	370.5
Fenazaquin	-	306.4	Fenpropathrin	Pyrethroid	349.4
Pirimiphos-ethyl	Organophosphorus	333.4	Hexythiazox	-	352.9
Pendimethalin	Dinitroaniline	281.3	Ethion	Organophosphorus	384.5
Chlorfluazuron	Benzoylurea	540.7	Flufenoxzuron	Benzoylurea	488.8

Name	Class	MW.	Name	Class	MW.
Profenofos	Organophosphorus	373.6	Quizalofop-ethyl	-	372.8
Pirimiphos-methyl	Organophosphorus	305.4	Trifloxystrobin	Strobilurin	408.4
EPN	Organophosphorus	323.3	Phorate	Organophosphorus	260.4
Diazinon	Organophosphorus	304.3	Tolclofos-methyl	Aromatic hydrocarbon	301.1
Haloxfop-methyl	Aryloxyphenoxypropionic acid/ester	375.7	Pencycuron	Phenylurea	328.8
Phosalone	Organophosphorus	367.8	Phoxim	Organophosphorus	298.3
Tolyfluanid	Phenylsulfamide	347.2	Triflumizole	Imidazole	345.7
Pyraclostrobin	Strobilurin	387.8	Phenthoate	Organophosphorus	320.4
Fenthion	Organophosphorus	278.3	Benalaxyl	Acylalanine	325.4
Quinalphos	Organophosphorus	298.3	Parathion	Organophosphorus	291.3
Difenoconazole	Triazole	406.3	Hexaconazole	Triazole	314.2
Kresoxim-methyl	Strobilurin	313.3	Triazophos	Organophosphorous	313.3
Bupirimate	Pyrimidinol	316.4	Isazofos	Phosphorothiolate	313.7
Dichlofluanid	Sulphamide	333.2	Malathion	Organophosphorus	330.4
Chlorfenvinphos	Organophosphorous	359.6	Ethoprophos	Organophosphorus	242.3
Triflumuron	Benzoylurea	358.7	Chlorpropham	Carbamate	213.7

Name	Class	MW.	Name	Class	MW.
Mecarbam	Organophosphorous	329.4	Tebuconazole	Triazole	307.8
Propiconazole	Triazole	342.2	Flusilazole	Triazole	315.4
Acetochlor	Chloroacetamide	269.8	Epoxiconazole	Triazole	329.8
Tebufenozide	Diacylhydrazine	352.5	Promecarb	Carbamate	207.3
Prochloraz	Imidazole	376.7	Iprovalicarb	Carbamate	320.4
Alachlor	Chloroacetamide	269.8	Fenarimol	Pyrimidine	331.2
Fipronil	Phenylpyrazole	437.2	Fenamiphos	Organophosphorus	303.4
Azinphos-ethyl	Organophosphorus	345.4	Azoxystrobin	Strobilurin	403.4
Penconazole	Triazole	284.2	Phosmet	Organophosphorus	317.3
Isoxaflutole	Isoxazole	359.3	Methidathion	Organophosphorus	302.3
Fenobucarb	Carbamate	207.3	Cyproconazole	Triazole	291.8
Methiocarb	Carbamate	225.3	Ametryn	Triazine	227.3
Triadimenol	Triazole	295.8	Paclobutrazol	Triazole	293.8
Propanil	Anilide	218.1	Dimethomorph	Morpholine	387.9
Isoprocarb	Carbamate	193.2	Heptenophos	Organophosphorus	250.6
Bensulfuron-methyl	Sulfonylurea	410.4	Metalaxyl	Acylalanine	279.3
Carboxin	Oxathiin	235.3	Pirimicarb	Carbamate	238.3
Diuron	Urea	233.1	Carbaryl	Carbamate	201.2
Carbofuran	Carbamate	221.3	Propoxur	Carbamate	209.2

Name	Class	MW.	Name	Class	MW.
Metribuzin	Triazinone	214.3	Metolcarb	Carbamate	165.2
Oxadixyl	Phenylamide	278.3	Bromacil	Uracil	261.1
Phosphamidon	Organophosphorus	299.7	Thiacloprid	Neonicotinoid	252.7
Cymoxanil	-	198.2	Tricyclazole	Reductase	189.2
Thiabendazole	Benzimidazole	201.3	Acetamiprid	Neonicotinoid	222.7
Dimethoate	Organophosphorus	229.3	Carbendazim	Benzimidazole	191.2
Trichlorfon	Organophosphorus	257.4	Thiamethoxam	Neonicotinoid	291.7
Methomyl	Oxime carbamate	162.2	Oxamyl	Oxime carbamate	219.3
Omethoate	Organophosphorus	213.2	Acephate	Organophosphorus	183.2
Methamidophos	Organophosphorus	141.1			

3. การตรวจวิเคราะห์

การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจะใช้เครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์คือ Agilent 1200 HPLC และ Agilent 6460 triple quadrupole LC/MS system ที่มีระบบเชื่อมต่อแบบ Electrospray Ionization โดยปรับสถานะของเครื่อง ให้เหมาะสมกับการตรวจวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ความสามารถในการตรวจได้สูงสุด (Optimized condition) โดยปรับไว้ดังนี้

สถานะของเครื่อง HPLC

Column: Agilent ZORBAX Solvent Saver Plus Eclipse, 3.0 x 100 mm, 3.5 μ m

Flow rate: 0.4 mL/min

Column Temperature: 30°C

Injection volumn: 5 μ L

Mobile Phase: A, 10 mM Ammonium formate+0.1% Formic acid

B, Acetonitrile

Post run: 4 min
Total cycle time: 18 min

สภาวะของเครื่อง MS

Positive mode Gas temp: 350°C
Gas flow: 10 L/min
Nebulizer: 40 Psi
Capillary: 4000 V

8. ผลและวิจารณ์

การตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างด้วยวิธีสกัด QuEChERS และตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ซึ่งให้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ รวดเร็ว และประหยัด เหมาะสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร สารพิษตกค้างจำนวน 99 ชนิดได้แสดงคุณสมบัติความเป็นเชิงเส้นในช่วงของความเข้มข้น 0.005 - 0.1 ug/ml โดยสารพิษตกค้างทุกตัวมีค่า correlation coefficient R^2 มากกว่า 0.995 และพบว่าความสัมพันธ์เชิงเส้นของความเข้มข้นจะยังคงเป็นเส้นตรงอยู่แม้ค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานมีค่าเพิ่มขึ้น ค่า limit of quantitation (LOQ) เท่ากับ 5 ng/g ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่า maximum residue limit (MRLs) ค่าความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ทำการ ศึกษาประสิทธิภาพ การนำกลับ (recovery) คือ 10, 20 และ 100 ng/g ค่าร้อยละ ของประสิทธิภาพการนำกลับ (%recovery) มีค่าอยู่ในช่วง 70-120% โดยมี RSD ต่ำกว่า 30%

ตารางที่ 2. Recovery ของสารพิษตกค้างชนิดต่าง ๆ ในมะม่วง (n=10)

Pesticide	Recovery			Pesticide	Recovery		
	10 ng/g fortified	20 ng/g fortified	100 ng/g fortified		10 ng/g fortified	20 ng/g fortified	100 ng/g fortified
Pyridaben	95	81	80	Fenazaquin	106	104	95
Spiromesifen	94	96	94	Fenpropathrin	101	105	95
Pirimiphos-ethyl	106	115	111	Hexythiazox	96	101	99
Pendimethalin	111	104	103	Ethion	107	113	111
Chlorfluazuron	100	102	96	Flufenoxuron	101	111	106
Profenofos	95	105	94	Quizalofop-ethyl	88	99	92
Trifloxystrobin	70	80	70	EPN	105	99	86
Phorate	108	109	104	Diazinon	84	96	99
Tolclofos-methyl	89	96	92	Haloxypop-methyl	95	101	93
Pencycuron	107	107	102	Phosalone	106	101	87
Phoxim	74	81	74	Tolyfluanid	95	88	83
Triflumizole	99	104	107	Pyraclostrobin	108	96	110
Phenthoate	112	99	108	Fenthion	104	106	102
Benalaxyl	95	98	100	Pirimiphos-methyl	92	105	96
Quinalphos	110	102	108	Parathion	88	95	104
Difenoconazole	82	97	91	Hexaconazole	102	107	101

Pesticide	Recovery			Pesticide	Recovery		
	10 ng/g fortified	20 ng/g fortified	100 ng/g fortified		10 ng/g fortified	20 ng/g fortified	100 ng/g fortified
Kresoxim-methyl	106	106	101	Triazophos	79	105	121
Bupirimate	111	84	114	Isazofos	88	105	105
Dichlofluanid	108	91	86	Malathion	102	110	105
Chlorfenvinphos	78	78	74	Ethoprophos	92	100	103
Triflumuron	108	86	93	Chlorpropham	88	103	106
Mecarbam	76	91	73	Tebuconazole 70	73	73	72
Propiconazole	115	105	106	Flusilazole	97	102	101
Acetochlor	110	104	94	Epoxiconazole	104	100	103
Tebufenozide	99	101	102	Promecarb	104	109	103
Prochloraz	99	97	101	lprovalicarb	93	104	101
Alachlor	105	113	106	Fenarimol	109	96	96
Fipronil	110	109	105	Fenamiphos	101	104	98
Azinphos-ethyl	83	101	106	Azoxystrobin	76	97	96
Penconazole	95	105	93	Phosmet	75	83	77
Isoxaflutole	107	110	102	Pirimicarb	84	90	85
Methidathion	90	102	102	Diuron	115	115	99
Fenobucarb	107	101	101	Carbaryl	95	103	102

Pesticide	Recovery			Pesticide	Recovery		
	10 ng/g fortified	20 ng/g fortified	100 ng/g fortified		10 ng/g fortified	20 ng/g fortified	100 ng/g fortified
Cyproconazole	98	103	99	Carbofuran	114	123	97
Methiocarb	99	109	109	Propoxur	93	104	101
Ametryn	105	107	111	Metribuzin	99	107	102
Triadimenol	104	110	100	Metolcarb	91	101	101
Propiconazole	103	100	101	Oxadixyl	89	97	98
Propanil	99	87	101	Bromacil	103	108	102
Dimethomorph	83	85	87	Phosphamidon	109	111	101
Isoprocarb	95	107	105	Metalaxyl	101	108	101
Heptenophos	97	104	104	Carboxin	120	130	120
Bensulfuron- methyl	78	83	81				

9. สรุปผลการทดลอง

การตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างด้วยวิธีสกัด QuEChERS และตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรได้มากถึง 30 ชนิด โดยผล recovery นั้นอยู่ในช่วง 70-120% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้การตรวจวิเคราะห์หาชนิด และปริมาณสารพิษตกค้างด้วยวิธีสกัด QuEChERS แล้วตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS สามารถนำมาเป็น อีกทางเลือกหนึ่งในการสกัดสารพิษตกค้าง ซึ่งให้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องแม่นยำได้ในระดับส่วนในพันล้านส่วน (Parts per billion) ซึ่งต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของ CODEX และประเทศปลายทางในกลุ่มสหภาพยุโรป

10. เอกสารอ้างอิง

- Anastassiades, M., & Lehotay, S. (2003). Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive SPE” for the determination of pesticide residues in produce. *Journal of AOAC International*, 86, 412-431
- Commission of the European Communities. (2002). Directive 2002/657/EC concerning the performance of analytical methods and the interpretation of results. Directorate General Health and Consumer Protection, Brussels, Belgium.
- Commission of the European Communities. (2006). Directive SANCO/10232/2006 on the quality control procedures for the pesticide residues analysis. Directorate General Health and Consumer Protection, Brussels, Belgium.
- Stan, H.-J. (2000). Pesticide residue analysis in foodstuff applying capillary gas chromatography with mass spectrometric detection: State-of-the-art use of modified DFG-multimethod S19 and auto-mated data evaluation. *Journal of Chromatography A*, 892, 347-377
- European Committee for Standardization/Technical Committee CEN/TC 275 (2007), Foods of plant origin: Determination of pesticide residues using GC-MS and/or LC-MS/MS following acetonitrile extraction/partitioning and cleanup by dispersive SPE-QuEChERS method. European Committee for Standardization, Brussels

11. ภาคผนวก

ตารางที่ 3 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Pyridaben ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.012	0.023	0.115
Standarddeviation	0.0004	0.00163	0.007396
s_r^2	0.000000	0.000003	0.000055
m, mg/kg	0.011448	0.018712	0.092483
recovery, %	95	81	80
s_r , mg/kg	0.000399	0.001633	0.007396
s_r , %	3.5	8.7	8.0
LOD	0.001	0.005	0.022
Horwitz, %	31	28	22

ตารางที่ 4 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Spiromesifen ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.109
Standarddeviation	0.00094	0.0026	0.008347
s_r^2	0.000001	0.000007	0.000070
m, mg/kg	0.010319	0.021205	0.102822
recovery, %	94	96	94
s_r , mg/kg	0.000939	0.002603	0.008347
s_r , %	9.1	12.3	8.1
LOD	0.003	0.008	0.025
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 5 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Fenazaquin ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.021	0.105
Standarddeviation	0.00027	0.00284	0.007564
s_r^2	0.000000	0.000008	0.000057
m, mg/kg	0.010590	0.021756	0.099393

recovery, %	106	104	95
s_r , mg/kg	0.000272	0.002836	0.007564
s_r , %	2.6	13.0	7.6
LOD	0.001	0.009	0.023
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 6 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Fenpropathrin ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.013	0.026	0.131
Standarddeviation	0.00161	0.00336	0.014688
s_r^2	0.000003	0.000011	0.000216
m, mg/kg	0.013144	0.027210	0.124443
recovery, %	101	105	95
s_r , mg/kg	0.001607	0.003360	0.014688
s_r , %	12.2	12.4	11.8
LOD	0.005	0.010	0.044
Horwitz, %	31	28	22

ตารางที่ 7 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Pirimiphos-ethyl ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.1
Standarddeviation	0.00043	0.00161	0.003438
s_r^2	0.000000	0.000003	0.000012
m, mg/kg	0.010570	0.023095	0.110934
recovery, %	106	115	111
s_r , mg/kg	0.000430	0.001609	0.003438
s_r , %	4.1	7.0	3.1
LOD	0.001	0.005	0.010
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 8 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Hexythiazox ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.11
Standarddeviation	0.00125	0.00414	0.008916
s_r^2	0.000002	0.000017	0.000080
m, mg/kg	0.010600	0.022242	0.109337
recovery, %	96	101	99
s_r , mg/kg	0.001245	0.004136	0.008916
s_r , %	11.7	18.6	8.2
LOD	0.004	0.012	0.027
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 9 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Pendimethalin ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.021	0.103
Standarddeviation	0.00095	0.0017	0.004935
s_r^2	0.000001	0.000003	0.000024
m, mg/kg	0.011092	0.021828	0.106170
recovery, %	111	104	103
s_r , mg/kg	0.000945	0.001705	0.004935
s_r , %	8.5	7.8	4.6
LOD	0.003	0.005	0.015
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 10 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Ethion ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.1
Standarddeviation	0.00094	0.00187	0.008013
s_r^2	0.000001	0.000003	0.000064
m, mg/kg	0.010651	0.022599	0.111162
recovery, %	107	113	111
s_r , mg/kg	0.000938	0.001869	0.008013

s_r , %	8.8	8.3	7.2
LOD	0.003	0.006	0.024
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 11 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Chlorfluazuron ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.023	0.114
Standarddeviation	0.00084	0.00175	0.005662
s_r^2	0.000001	0.000003	0.000032
m, mg/kg	0.010999	0.023444	0.109654
recovery, %	100	102	96
s_r , mg/kg	0.000838	0.001751	0.005662
s_r , %	7.6	7.5	5.2
LOD	0.003	0.005	0.017
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 12 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Flufenoxuron ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.1
Standarddeviation	0.00091	0.0029	0.008937
s_r^2	0.000001	0.000008	0.000080
m, mg/kg	0.011078	0.024318	0.106376
recovery, %	101	111	106
s_r , mg/kg	0.000906	0.002902	0.008937
s_r , %	8.2	11.9	8.4
LOD	0.003	0.009	0.027
Horwitz, %	32	28	23

ตารางที่ 13 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Profenophos ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.101
Standarddeviation	0.00054	0.00198	0.005363
s_r^2	0.000000	0.000004	0.000029
m, mg/kg	0.009489	0.020911	0.094569
recovery, %	95	105	94
s_r , mg/kg	0.000537	0.001977	0.005363
s_r , %	5.7	9.5	5.7
LOD	0.002	0.006	0.016
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 14 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Quizalofop-ethyl ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.101
Standarddeviation	0.0005	0.00191	0.006476
s_r^2	0.000000	0.000004	0.000042
m, mg/kg	0.008766	0.019730	0.092799
recovery, %	88	99	92
s_r , mg/kg	0.000502	0.001912	0.006476
s_r , %	5.7	9.7	7.0
LOD	0.002	0.006	0.019
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 15 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Pirimiphos-methyl ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.013	0.026	0.132
Standarddeviation	0.0004	0.00213	0.014664
s_r^2	0.000000	0.000005	0.000215
m, mg/kg	0.011985	0.027277	0.127368
recovery, %	92	105	96
s_r , mg/kg	0.000397	0.002126	0.014664
s_r , %	3.3	7.8	11.5
LOD	0.001	0.006	0.044

Horwitz, %	31	28	22
------------	----	----	----

ตารางที่ 16 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Trifloxystrobin ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.017	0.034	0.169
Standarddeviation	0.00039	0.00216	0.015489
s_r^2	0.000000	0.000005	0.000240
m, mg/kg	0.011851	0.027122	0.118917
recovery, %	70	80	70
s_r , mg/kg	0.000387	0.002160	0.015489
s_r , %	3.3	8.0	13.0
LOD	0.001	0.006	0.046
Horwitz, %	30	27	21

ตารางที่ 17 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ EPN ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.109
Standarddeviation	0.00104	0.00278	0.007059
s_r^2	0.000001	0.000008	0.000050
m, mg/kg	0.011576	0.021810	0.093880
recovery, %	105	99	86
s_r , mg/kg	0.001041	0.002776	0.007059
s_r , %	9.0	12.7	7.5
LOD	0.003	0.008	0.021
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 18 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Phorate ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.021	0.104
Standarddeviation	0.00062	0.0023	0.006105
s_r^2	0.000000	0.000005	0.000037

m, mg/kg	0.010770	0.022900	0.108423
recovery, %	108	109	104
s_r , mg/kg	0.000620	0.002305	0.006105
s_r , %	5.8	10.1	5.6
LOD	0.002	0.007	0.018
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 19 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Diazinon ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.012	0.024	0.118
Standarddeviation	0.0003	0.00116	0.00757
s_r^2	0.000000	0.000001	0.000057
m, mg/kg	0.010116	0.022967	0.117101
recovery, %	84	96	99
s_r , mg/kg	0.000297	0.001163	0.007570
s_r , %	2.9	5.1	6.5
LOD	0.001	0.003	0.023
Horwitz, %	31	28	22

ตารางที่ 20 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Tolclofos-methyl ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.023	0.114
Standarddeviation	0.00257	0.00322	0.007444
s_r^2	0.000007	0.000010	0.000055
m, mg/kg	0.009788	0.022156	0.104353
recovery, %	89	96	92
s_r , mg/kg	0.002569	0.003220	0.007444
s_r , %	26.2	14.5	7.1
LOD	0.008	0.010	0.022
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 21 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Haloxyfop-methyl ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.021	0.106
Standarddeviation	0.00065	0.00202	0.010969
s_r^2	0.000000	0.000004	0.000120
m, mg/kg	0.010441	0.021179	0.098692
recovery, %	95	101	93
s_r , mg/kg	0.000646	0.002022	0.010969
s_r , %	6.2	9.5	11.1
LOD	0.002	0.006	0.033
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 22 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Pencycuron ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.11
Standarddeviation	0.00042	0.00193	0.00764
s_r^2	0.000000	0.000004	0.000058
m, mg/kg	0.011740	0.023529	0.112199
recovery, %	107	107	102
s_r , mg/kg	0.000419	0.001926	0.007640
s_r , %	3.6	8.2	6.8
LOD	0.001	0.006	0.023
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 23 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Phosalone ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.023	0.113
Standarddeviation	0.00088	0.00226	0.006305
s_r^2	0.000001	0.000005	0.000040
m, mg/kg	0.011647	0.023245	0.097746

recovery, %	106	101	87
s_r , mg/kg	0.000883	0.002260	0.006305
s_r , %	7.6	9.7	6.5
LOD	0.003	0.007	0.019
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 24 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Phoxim ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.018	0.036	0.178
Standarddeviation	0.0006	0.00279	0.005828
s_r^2	0.000000	0.000008	0.000034
m, mg/kg	0.013266	0.029218	0.132370
recovery, %	74	81	74
s_r , mg/kg	0.000599	0.002785	0.005828
s_r , %	4.5	9.5	4.4
LOD	0.002	0.008	0.017
Horwitz, %	29	26	21

ตารางที่ 25 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Tolyfluanid ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.109
Standarddeviation	0.0009	0.00124	0.007587
s_r^2	0.000001	0.000002	0.000058
m, mg/kg	0.010477	0.019274	0.090173
recovery, %	95	88	83
s_r , mg/kg	0.000901	0.001241	0.007587
s_r , %	8.6	6.4	8.4
LOD	0.003	0.004	0.023
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 26 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Triflumizole ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.021	0.106
Standarddeviation	0.00053	0.00221	0.007024
s_r^2	0.000000	0.000005	0.000049
m, mg/kg	0.010926	0.021929	0.113809
recovery, %	99	104	107
s_r , mg/kg	0.000525	0.002212	0.007024
s_r , %	4.8	10.1	6.2
LOD	0.002	0.007	0.021
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 27 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Pyraclostrobin ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.102
Standarddeviation	0.00043	0.00328	0.001764
s_r^2	0.000000	0.000011	0.000003
m, mg/kg	0.010757	0.019108	0.111720
recovery, %	108	96	110
s_r , mg/kg	0.000429	0.003280	0.001764
s_r , %	4.0	17.2	1.6
LOD	0.001	0.010	0.005
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 28 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Phenthoate ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.102
Standarddeviation	0.00036	0.00384	0.008741
s_r^2	0.000000	0.000015	0.000076
m, mg/kg	0.011207	0.019702	0.110475
recovery, %	112	99	108

s_r , mg/kg	0.000356	0.003844	0.008741
s_r , %	3.2	19.5	7.9
LOD	0.001	0.012	0.026
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 29 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Fenthion ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.11
Standarddeviation	0.00104	0.00232	0.006727
s_r^2	0.000001	0.000005	0.000045
m, mg/kg	0.011410	0.023241	0.112265
recovery, %	104	106	102
s_r , mg/kg	0.001039	0.002317	0.006727
s_r , %	9.1	10.0	6.0
LOD	0.003	0.007	0.020
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 30 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Benalaxyl ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.1
Standarddeviation	0.00037	0.00224	0.005827
s_r^2	0.000000	0.000005	0.000034
m, mg/kg	0.009466	0.019678	0.100264
recovery, %	95	98	100
s_r , mg/kg	0.000370	0.002238	0.005827
s_r , %	3.9	11.4	5.8
LOD	0.001	0.007	0.017
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 31 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Quinalphos ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.019	0.097
Standarddeviation	0.00069	0.00233	0.00563
s_r^2	0.000000	0.000005	0.000032
m, mg/kg	0.010980	0.021329	0.105055
recovery, %	110	112	108
s_r , mg/kg	0.000692	0.002330	0.005630
s_r , %	6.3	10.9	5.4
LOD	0.002	0.007	0.017
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 32 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Parathion ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.021	0.107
Standarddeviation	0.00142	0.00225	0.007694
s_r^2	0.000002	0.000005	0.000059
m, mg/kg	0.009717	0.019962	0.111425
recovery, %	88	95	104
s_r , mg/kg	0.001418	0.002247	0.007694
s_r , %	14.6	11.3	6.9
LOD	0.004	0.007	0.023
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 33 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Difenconazole ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.101
Standarddeviation	0.00058	0.00242	0.007839
s_r^2	0.000000	0.000006	0.000061
m, mg/kg	0.008242	0.019360	0.092368
recovery, %	82	97	91
s_r , mg/kg	0.000585	0.002420	0.007839
s_r , %	7.1	12.5	8.5
LOD	0.002	0.007	0.024

Horwitz, %	32	29	23
------------	----	----	----

ตารางที่ 34 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Kresoxim-methyl ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.11
Standarddeviation	0.00097	0.00316	0.003892
s_r^2	0.000001	0.000010	0.000015
m, mg/kg	0.011638	0.023399	0.111553
recovery, %	106	106	101
s_r , mg/kg	0.000971	0.003162	0.003892
s_r , %	8.3	13.5	3.5
LOD	0.003	0.009	0.012
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 35 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Bupirimate ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.1
Standarddeviation	0.00048	0.00153	0.008326
s_r^2	0.000000	0.000002	0.000069
m, mg/kg	0.011064	0.016762	0.113595
recovery, %	111	84	114
s_r , mg/kg	0.000477	0.001526	0.008326
s_r , %	4.3	9.1	7.3
LOD	0.001	0.005	0.025
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 36 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Dichlofluanid ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.015	0.029	0.147
Standarddeviation	0.00304	0.00223	0.01125
s_r^2	0.000009	0.000005	0.000127

m, mg/kg	0.016263	0.026518	0.126030
recovery, %	108	91	86
s _r , mg/kg	0.003044	0.002230	0.011250
s _r , %	18.7	8.4	8.9
LOD	0.009	0.007	0.034
Horwitz, %	30	27	21

ตารางที่ 37 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Chlorfenvinphos ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.015	0.031	0.154
Standarddeviation	0.00058	0.00306	0.005135
s _r ²	0.000000	0.000009	0.000026
m, mg/kg	0.011742	0.024065	0.114407
recovery, %	78	78	74
s _r , mg/kg	0.000577	0.003057	0.005135
s _r , %	4.9	12.7	4.5
LOD	0.002	0.009	0.015
Horwitz, %	30	27	21

ตารางที่ 38 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Triflumuron ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.012	0.02	0.102
Standarddeviation	0.0004	0.00347	0.009914
s _r ²	0.000000	0.000012	0.000098
m, mg/kg	0.012918	0.017172	0.094785
recovery, %	108	86	93
s _r , mg/kg	0.000404	0.003469	0.009914
s _r , %	3.1	20.2	10.5
LOD	0.001	0.010	0.030
Horwitz, %	31	29	23

ตารางที่ 39 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Mecarbam ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.015	0.029	0.147
Standarddeviation	0.00067	0.00164	0.006062
s_r^2	0.000000	0.000003	0.000037
m, mg/kg	0.011460	0.026355	0.107991
recovery, %	76	91	73
s_r , mg/kg	0.000669	0.001642	0.006062
s_r , %	5.8	6.2	5.6
LOD	0.002	0.005	0.018
Horwitz, %	30	27	21

ตารางที่ 40 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Propiconazole ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.021	0.107
Standarddeviation	0.00048	0.00252	0.009609
s_r^2	0.000000	0.000006	0.000092
m, mg/kg	0.012630	0.022019	0.113195
recovery, %	115	105	106
s_r , mg/kg	0.000483	0.002522	0.009609
s_r , %	3.8	11.5	8.5
LOD	0.001	0.008	0.029
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 41 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Acetochlor ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.11
Standarddeviation	0.00056	0.00273	0.013857
s_r^2	0.000000	0.000007	0.000192
m, mg/kg	0.012132	0.022794	0.103431

recovery, %	110	104	94
s_r , mg/kg	0.000564	0.002729	0.013857
s_r , %	4.6	12.0	13.4
LOD	0.002	0.008	0.042
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 42 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Tebufenozide ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.11
Standarddeviation	0.00098	0.00266	0.009143
s_r^2	0.000001	0.000007	0.000084
m, mg/kg	0.010894	0.022274	0.112356
recovery, %	99	101	102
s_r , mg/kg	0.000976	0.002661	0.009143
s_r , %	9.0	11.9	8.1
LOD	0.003	0.008	0.027
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 43 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Prochloraz ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.021	0.105
Standarddeviation	0.00363	0.00261	0.00674
s_r^2	0.000013	0.000007	0.000045
m, mg/kg	0.009882	0.020375	0.105582
recovery, %	99	97	101
s_r , mg/kg	0.003629	0.002613	0.006740
s_r , %	36.7	12.8	6.4
LOD	0.011	0.008	0.020
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 44 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Alachlor ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.021	0.103
Standarddeviation	0.00159	0.00296	0.006875
s_r^2	0.000003	0.000009	0.000047
m, mg/kg	0.010502	0.023632	0.108761
recovery, %	105	113	106
s_r , mg/kg	0.001588	0.002960	0.006875
s_r , %	15.1	12.5	6.3
LOD	0.005	0.009	0.021
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 45 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Fipronil ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.012	0.02	0.11
Standarddeviation	0.0021	0.00267	0.00865
s_r^2	0.000004	0.000007	0.000075
m, mg/kg	0.013146	0.021782	0.115996
recovery, %	110	109	105
s_r , mg/kg	0.002097	0.002674	0.008650
s_r , %	16.0	12.3	7.5
LOD	0.006	0.008	0.026
Horwitz, %	31	29	22

ตารางที่ 46 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Azinphos-ethyl ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.099
Standarddeviation	0.00173	0.00207	0.010928
s_r^2	0.000003	0.000004	0.000119
m, mg/kg	0.008311	0.020275	0.105420
recovery, %	83	101	106

s_r , mg/kg	0.001726	0.002068	0.010928
s_r , %	20.8	10.2	10.4
LOD	0.005	0.006	0.033
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 47 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Penconazole ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.023	0.114
Standarddeviation	0.0004	0.00132	0.006599
s_r^2	0.000000	0.000002	0.000044
m, mg/kg	0.010403	0.024143	0.105766
recovery, %	95	105	93
s_r , mg/kg	0.000402	0.001317	0.006599
s_r , %	3.9	5.5	6.2
LOD	0.001	0.004	0.020
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 48 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Hexaconazole ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.098
Standarddeviation	0.00044	0.00243	0.006019
s_r^2	0.000000	0.000006	0.000036
m, mg/kg	0.010161	0.021458	0.098683
recovery, %	102	107	101
s_r , mg/kg	0.000441	0.002426	0.006019
s_r , %	4.3	11.3	6.1
LOD	0.001	0.007	0.018
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 49 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Triazophos ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.008	0.017	0.083
Standarddeviation	0.00026	0.00161	0.006989
s_r^2	0.000000	0.000003	0.000049
m, mg/kg	0.006282	0.017768	0.100575
recovery, %	79	105	121
s_r , mg/kg	0.000257	0.001608	0.006989
s_r , %	4.1	9.1	6.9
LOD	0.001	0.005	0.021
Horwitz, %	33	30	23

ตารางที่ 50 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Isazofos ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.021	0.105
Standarddeviation	0.00029	0.00178	0.007466
s_r^2	0.000000	0.000003	0.000056
m, mg/kg	0.009652	0.021969	0.110498
recovery, %	88	105	105
s_r , mg/kg	0.000285	0.001781	0.007466
s_r , %	3.0	8.1	6.8
LOD	0.001	0.005	0.022
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 51 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Malathion ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.1
Standarddeviation	0.00087	0.00231	0.006053
s_r^2	0.000001	0.000005	0.000037
m, mg/kg	0.010201	0.021985	0.105449
recovery, %	102	110	105
s_r , mg/kg	0.000871	0.002306	0.006053
s_r , %	8.5	10.5	5.7
LOD	0.003	0.007	0.018

Horwitz, %	32	29	23
------------	----	----	----

ตารางที่ 52 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Ethoprophos ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.013	0.026	0.128
Standarddeviation	0.00065	0.00192	0.007771
s_r^2	0.000000	0.000004	0.000060
m, mg/kg	0.011969	0.026020	0.131352
recovery, %	92	100	103
s_r , mg/kg	0.000648	0.001923	0.007771
s_r , %	5.4	7.4	5.9
LOD	0.002	0.006	0.023
Horwitz, %	31	28	22

ตารางที่ 53 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Chlorpropham ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.009	0.019	0.093
Standarddeviation	0.00168	0.00279	0.011817
s_r^2	0.000003	0.000008	0.000140
m, mg/kg	0.007901	0.019609	0.098532
recovery, %	88	103	106
s_r , mg/kg	0.001685	0.002793	0.011817
s_r , %	21.3	14.2	12.0
LOD	0.005	0.008	0.035
Horwitz, %	33	29	23

ตารางที่ 54 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Tebuconazole ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.016	0.031	0.155
Standard deviation	0.00023	0.00234	0.00331
s_r^2	0.000000	0.000005	0.000011

m, mg/kg	0.011217	0.022735	0.112127
recovery, %	70	73	72
s_r , mg/kg	0.000229	0.002342	0.003310
s_r , %	2.0	10.3	3.0
LOD	0.001	0.007	0.010
Horwitz, %	30	27	21

ตารางที่ 55 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Flusilazole ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.102
Standarddeviation	0.0005	0.00059	0.005679
s_r^2	0.000000	0.000000	0.000032
m, mg/kg	0.009722	0.020495	0.103000
recovery, %	97	102	101
s_r , mg/kg	0.000500	0.000588	0.005679
s_r , %	5.1	2.9	5.5
LOD	0.001	0.002	0.017
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 56 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Epoxiconazole ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.021	0.104
Standarddeviation	0.00059	0.00152	0.007841
s_r^2	0.000000	0.000002	0.000061
m, mg/kg	0.010419	0.021076	0.106629
recovery, %	104	100	103
s_r , mg/kg	0.000586	0.001525	0.007841
s_r , %	5.6	7.2	7.4
LOD	0.002	0.005	0.024
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 57 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Promecarb ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.022	0.12
Standard deviation	0.00042	0.00138	0.012158
s_r^2	0.000000	0.000002	0.000148
m, mg/kg	0.011479	0.024040	0.123817
recovery, %	104	109	103
s_r , mg/kg	0.000416	0.001380	0.012158
s_r , %	3.6	5.7	9.8
LOD	0.001	0.004	0.036
Horwitz, %	32	28	22

ตารางที่ 58 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Iprovalicarb ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.02	0.102
Standard deviation	0.0004	0.00139	0.007691
s_r^2	0.000000	0.000002	0.000059
m, mg/kg	0.009329	0.020876	0.103065
recovery, %	93	104	101
s_r , mg/kg	0.000398	0.001395	0.007691
s_r , %	4.3	6.7	7.5
LOD	0.001	0.004	0.023
Horwitz, %	32	29	23

ตารางที่ 59 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Fenarimol ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.021	0.105
Standard deviation	0.00189	0.00158	0.010668
s_r^2	0.000004	0.000003	0.000114
m, mg/kg	0.012005	0.020120	0.101158

recovery, %	109	96	96
s_r , mg/kg	0.001887	0.001582	0.010668
s_r , %	15.7	7.9	10.5
LOD	0.006	0.005	0.032
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 60 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Fenamiphos ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.011	0.021	0.105
Standard deviation	0.00189	0.00158	0.010668
s_r^2	0.000004	0.000003	0.000114
m, mg/kg	0.012005	0.020120	0.101158
recovery, %	109	96	96
s_r , mg/kg	0.001887	0.001582	0.010668
s_r , %	15.7	7.9	10.5
LOD	0.006	0.005	0.032
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 61 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Azoxystrobin ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.01	0.021	0.105
Standard deviation	0.00039	0.00163	0.007245
s_r^2	0.000000	0.000003	0.000052
m, mg/kg	0.007587	0.020426	0.100929
recovery, %	76	97	96
s_r , mg/kg	0.000387	0.001633	0.007245
s_r , %	5.1	8.0	7.2
LOD	0.001	0.005	0.022
Horwitz, %	32	29	22

ตารางที่ 62 ผล Recovery, Standard Deviation, Limit of Detection และ %Horwitz ของ Phosmet ที่ระดับต่างๆ

Concentration level	0.015	0.029	0.146
Standard deviation	0.00019	0.00219	0.007774
s_r^2	0.000000	0.000005	0.000060
m, mg/kg	0.011221	0.023950	0.112046
recovery, %	75	83	77
s_r , mg/kg	0.000194	0.002193	0.007774
s_r , %	1.7	9.2	6.9
LOD	0.001	0.007	0.023
Horwitz, %	30	27	21