กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จลงตามวัตถุประสงค์เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือและการสนับสนุนในด้านต่างๆ จากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่อำนวยความสะดวกในการทำวิจัย และทุนสนับสนุนการทำวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) จึงทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และทุกคนในครอบครัวที่เป็นกำลังใจ สนับสนุนและคอยให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและเกียรติภูมิใดอันพึงมีในรายงานโครงการวิจัยฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบเป็นกตเวทิตาคุณแก่บิดามารดา และบูรพาจารย์ทุกท่าน

คณะผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อเรื่อง	การหาปริมาณยาฆ่าแมลงตกค้างในผักและผลไม้สด และผลิตภัณฑ์ แปรรูปจากผักและผลไม้ ในเขตจังหวัดมหาสารคาม
ผู้วิจัย	ดร.ปนัดดา แทนสุโพธิ์
	ดร.ภิรมย์ สุวรรณสม
	ผศ.ทองสุข พละมา
โปรแกรมวิชา/คณะ	สาขาเคมี/วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปีที่พิมพ์	2561

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในผักและผลไม้สด และผักและผลไม้แปรรูป ที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างจากตลาดสดและห้างสรรพสินค้าในเขตจังหวัดมหาสารคาม วิเคราะห์ยาฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆ ที่อาจจะตกค้างในตัวอย่างจำนวน 17 ชนิด ด้วยเทคนิคแก๊ส โครมาโท-กราฟี และเทคนิคของเหลวสมรรถนะสูง จำนวนตัวอย่างที่วิเคราะห์ทั้งหมดคือ 210 ตัวอย่าง จากผลการทดลองพบว่ามีสารเคมียาฆ่าแมลงตกค้างในตัวอย่างทั้งที่เก็บจากตลาดสดและห้างสรรพสินค้า มีตัวอย่าง 85 ตัวอย่างจากทั้งหมดที่มีปริมาณสารตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย คิดเป็นร้อยละ 40.5 โดยที่ 61 ตัวอย่างได้จากตลาดสด และอีก 24 ตัวอย่างได้จากห้างสรรพสินค้า ผักที่มีสารตกค้างมากที่สุดคือแตงกวา พริกสด และถั่วฝักยาว และผลไม้ที่มีสารตกค้างมากที่สุดคือฝรั่ง

Research Title	Qualitative Analysis of Pesticide Residues in Fresh and Processed Products of Vegetables and Fruits in Mahasarakham Province
Researcher	Dr.Panadda Tansupo Dr.Pirom Suwannasom Assist.Prof.Thongsuk Palama
Department/Faculty	Chemistry/Science and Technology
University	Rajabhat Mahasarakham University
Year	2018

ABSTRACT

The objective of this research aims to analysis of pesticide residues in fresh and processed products of vegetables and fruits collected from local market and supermarket in Mahasarakham Province. A total of 17 pesticides from different chemical groups were analyzed by Gas chromatography and High performance liquid chromatography. The total sample were 210 samples. The results show that the pesticide residues were found in the samples from both of two sources. There are 85 samples contains pesticide residues at high insecurity (40.5%), that 61 samples collected from local market and 24 samples collected from supermarket. High insecurity level of pesticide residues was long bean, cucumber and chili and for fruit was guava.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประเทศไทยจัดเป็นประเทศเกษตรกรรมซึ่งมีการเพาะปลูกพืชอาหารหลายประเภททั้งเพื่อบริโภคในประเทศและส่งออก ดังนั้นคุณภาพและความปลอดภัยของผลผลิตทางการเกษตรจึงมีผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศและสุขภาพของผู้บริโภคในวงกว้าง ในปัจจุบันสารเคมีฆ่าแมลงเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย และถูกใช้มากที่สุด โดยสารเคมีฆ่าแมลงที่นำเข้ามากที่สุด คือ กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต รองลงมา คือ คาร์บาเมต ออร์กาโนคลอรีนและไพรีทอยด์ และมีแนวโน้มในการใช้เพิ่มขึ้นทุกปี การใช้ยาฆ่าแมลงประเภทต่างๆ เหล่านี้ โดยที่ไม่ได้รับคำแนะนำที่ถูกต้อง เช่น การใช้ในปริมาณที่มากเกินพอเพื่อที่จะเร่งให้ได้ผลผลิตที่ดี มีคุณภาพ และมีจำนวนมาก ซึ่งบางครั้งเกษตรกรไม่ได้ทิ้งระยะเวลาให้นานพอก่อนการเก็บเกี่ยว และจำหน่ายต่อผู้บริโภค ซึ่งอาจทำให้สารเคมีเหล่านี้ตกค้างอยู่ในผลผลิต ในดิน และบางส่วนถูกชะลงสู่แหล่งน้ำ เป็นสาเหตุให้เกิดผลกระทบต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม โดยปัญหาสารเคมีตกค้างทางการเกษตรนี้จัดเป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับภาคเกษตรกรรมและสุขภาพของคนไทยในปัจจุบัน ที่มีความพยายามจะเพิ่มผลผลิตให้สูง มีคุณภาพ ปราศจากโรคและแมลง จึงจำเป็นต้องใช้สารเคมีโดยเฉพาะพืชผักนั้นมักพบแมลงศัตรูพืชมาก โดยเฉพาะหนอน เพลี้ย และเชื้อรา ทำให้เกษตรกรต้องใช้ยาฆ่าแมลงและสารเคมีป้องกันกำจัดเชื้อรา เพื่อไม่ให้ผักเสียหาย สารเคมีกำจัดแมลงในผลผลิตเกษตรที่มักใช้ มี 4 กลุ่ม คือกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) กลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) กลุ่มไพรีทรอยด์ (pyrethroid) และกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine) โดยสารเคมีกำจัดแมลง 3 กลุ่มแรกนิยมใช้ในทางเกษตรกรรมและผลิตภัณฑ์ทั่วไป สำหรับกลุ่มที่ 4 คือ กลุ่มสารออร์กาโนคลอรีนในหลายประเทศได้ประกาศห้ามใช้ เนื่องจากสารตกค้างมีความคงทนมาก สลายตัวได้ยากในสิ่งแวดล้อมและสามารถสะสมในร่างกายมนุษย์ ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ สารเคมีตกค้างที่พบบ่อยคือ สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) และสารคาร์บาเมต (carbamate) ซึ่งเป็นกลุ่มของสารเคมีที่ส่งผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง และระบบประสาทรอบนอก สารเคมีเหล่านี้เมื่อใช้ในปริมาณที่มากจะไม่สามารถกำจัดให้หมดได้โดยการทำความสะอาดด้วยการล้าง เพราะสารที่ตกค้างสามารถซึมเข้าสู่

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เนื้อเยื่อของผลผลิต ส่งผลให้เกิดภาวะสารเคมีตกค้างในผู้บริโภคและกระทบต่อการสุขภาพของประชาชนในประเทศ

ผัก และผลไม้เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์ นอกจากนี้ผักและผลไม้ยังมีสารอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของร่างกายที่จะเสริมสร้างร่างกายให้แข็งแรง เป็นแหล่งวิตามินและเกลือแร่ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ แต่จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงจำเป็นต้องมีการตรวจหายาฆ่าแมลงตกค้างในผักสด ผลไม้สด รวมถึงผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผักและผลไม้ เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการได้รับยาฆ่าแมลงที่ตกค้าง การส่งเสริมความปลอดภัยในการบริโภค และเป็นแนวทางเพื่อป้องกันให้ผู้บริโภคตระหนักถึงอันตรายที่ได้รับจากยาฆ่าแมลง รวมทั้งการเลือกซื้อผักสดที่ถูกวิธี พร้อมกับการประกอบอาหารประเภทผักสดต่างๆ ให้สะอาดปราศจากสารปนเปื้อน และนอกจากนี้ก็เพื่อเป็นการป้องกันการกีดกันการส่งออกสินค้าเกษตรไปยังต่างประเทศ ผู้ส่งออกไทยต้องเร่งปรับปรุงคุณภาพพืชผักให้ได้คุณภาพและมาตรฐานจากต้นทางก่อนที่สินค้าจะถูกส่งออกไปยังปลายทาง ซึ่งวิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในปัจจุบัน วิธีการหาปริมาณสารพิษตกค้างในพืช ผัก ผลไม้ และในตัวอย่างอื่นๆจะมีอยู่ 2 วิธีใหญ่ๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์ ดังนี้ การตรวจหาสารพิษตกค้างเบื้องต้นด้วยวิธีทางภาคสนาม ซึ่งได้รับความนิยม เนื่องจากสะดวก รวดเร็ว สามารถรู้ผลได้ทันทีว่าผลิตผลนั้นปลอดภัยต่อการบริโภคหรือไม่ และอีกวิธีหนึ่งคือสำหรับการส่งออกมักนิยมตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียดภายในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากต้องใช้ใบรับรองจากหน่วยงานตรวจวิเคราะห์เพื่อการส่งออก และเพื่อให้มั่นใจได้ว่าสินค้ามีความปลอดภัย ตรงตามกฎระเบียบการนำเข้าสินค้าของแต่ละประเทศ การตรวจหาปริมาณสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในผลผลิตทางการเกษตร หรือในสิ่งแวดล้อม ที่มีระดับความเข้มข้นต่ำ (ppm) ส่วนใหญ่ใช้เครื่องมือ high performance liquid chromatography (HPLC) และ gas chromatography (GC) โดยใช้ตัวตรวจวัดเป็น electron capture detector (ECD) หรือในบางกรณีที่ต้องการเพิ่มสภาพไวจะใช้เป็น mass spectrometry detector (MSD)

ปัจจุบันวิธีการตรวจสอบสารตกค้าง โดยเฉพาะสารกำจัดศัตรูพืชมีขั้นตอนที่ยุ่งยาก สิ้นเปลืองอุปกรณ์ สารเคมี ใช้เวลาในการตรวจสอบนาน และราคาค่าตรวจวิเคราะห์สูง ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ยาฆ่าแมลง โดยใช้วิธีการตรวจวัดที่ง่าย สะดวก รวดเร็ว ใช้สารเคมีปริมาณน้อย ปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ให้ผลการทดสอบที่มีความถูกต้องเพื่อใช้ตรวจสอบสารตกค้างเบื้องต้นที่สามารถตรวจสอบได้ง่ายและรวดเร็ว และการหาปริมาณยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในผัก ผลไม้ และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผักและผลไม้ ด้วยเครื่องมือเฉพาะที่ให้ความถูกต้องสูง โดยสุ่มตัวอย่างจากตลาดและห้างสรรพสินค้าในพื้นที่จังหวัดมหาสารคาม และเพื่อให้สามารถนำข้อมูลที่ได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากการตรวจหายาฆ่าแมลงตกค้างในตัวอย่างที่สุ่มวิเคราะห์นี้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวังความปลอดภัยด้านอาหารได้ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อวิเคราะห์ปริมาณยาฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆ โดยใช้เครื่องมือเฉพาะ

1.2.2 เพื่อทราบระดับยาฆ่าแมลงชนิดต่างๆ ที่ตกค้างว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคทั้งในผักและผลไม้สด รวมถึงผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผักและผลไม้

1.2.3 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการลดใช้สารเคมีเกินความจำเป็นของเกษตรกร และการเฝ้าระวังของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากร้านค้าในตลาด 3 แห่ง และห้างสรรพสินค้า 2 แห่ง ในพื้นที่เขตอำเภอเมืองและอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม รวมจำนวน 5 แห่ง โดยแบ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างผักสดที่มีความนิยมในการบริโภค 8 ชนิด ได้แก่ กะหลำปลี ผักคะน้า ผักกาดขาว ใบโหระพา มะเขือเทศ พริกสด แตงกวา และถั่วฝักยาว ชนิด รวมเป็น 120 ตัวอย่าง สุ่มตัวอย่างผลไม้สด 4 ชนิด ได้แก่ แตงโม ส้ม ฝรั่ง และแอปเปิ้ล รวมเป็น 60 ตัวอย่าง และสุ่มตัวอย่างผักและผลไม้แปรรูปอีก 2 ชนิด รวมเป็น 30 ตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจหายาฆ่าแมลงกลุ่มต่างๆ ได้แก่กลุ่มคาร์บาเมต กลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส กลุ่มไพรีทอยด์ ที่ตกค้างในตัวอย่าง ด้วยวิธีการวิเคราะห์โดยอาศัยเครื่องมือเฉพาะ ได้แก่ เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี เทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง และเทคนิคอย่างง่ายโดยการใช้ชุดตรวจหายาฆ่าแมลง (GT)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทราบข้อมูลการตกค้างของยาฆ่าแมลงในตัวอย่างผัก ผลไม้ และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผักและผลไม้

1.4.2 ได้ข้อมูลพื้นฐานที่จะนำไปสู่การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยการลดใช้สารเคมีเกินความจำเป็นของเกษตรกร และการเฝ้าระวังของสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด

1.4.3 เป็นข้อมูลให้หน่วยงานต่างๆนำผลงานวิจัยไปใช้ได้ ได้แก่ กรมวิชาการเกษตร ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด เครือข่ายภาคประชาชน ได้แก่ มูลนิธิเพื่อผู้บริโภค และเครือข่ายผู้บริโภคจังหวัดต่างๆ เป็นต้น

1.5 สถานที่ทำการวิจัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย

เดือน พฤศจิกายน 2559 – ตุลาคม 2561

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม เป็นแหล่งแหล่งผลิตอาหารของระดับภูมิภาค และระดับโลก ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน การเกษตรกรรมในประเทศเริ่มต้น จากการเกษตรแบบพื้นบ้าน และมีการพัฒนาเป็นแบบผสมผสานที่มีการใช้สารเคมีการเกษตร อาทิ สารกำจัดศัตรูและปุ๋ยเคมี อย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มผลผลิต และนอกจากนี้ความปลอดภัยด้านอาหารเป็นประเด็นที่ทั่วโลกให้ความสำคัญโดยเฉพาะประเทศไทย ซึ่งมีเป้าหมายการสร้างความเข้มแข็งด้านผลผลิตการเกษตรและสร้างความปลอดภัยในอาหาร เพื่อเป้าหมายการเป็นครัวของโลก การพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการตรวจสอบสารปนเปื้อนและสารตกค้างในอาหารจึงมีความจำเป็นในการสร้างมาตรฐานความเชื่อมั่นต่อกระบวนการตรวจสอบระบบการผลิตครบวงจร เพิ่มความมั่นใจต่อประเทศคู่ค้า และเพิ่มความมั่นใจในระบบอาหารปลอดภัยต่อผู้บริโภค

สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช หรือยาฆ่าแมลง คือวัตถุมีพิษที่นำมาใช้เพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช สัตว์ และมนุษย์ทั้งในการเกษตรอุตสาหกรรม และสาธารณสุข ซึ่งได้รับอนุญาตให้ใช้ได้บางชนิด แต่ต้องทิ้ง ระยะให้สารหมดความเป็นพิษก่อนการเก็บเกี่ยว หากได้รับสารฆ่าแมลงเข้าสู่ร่างกายจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมี กับเอนไซม์ในร่างกาย มีผลให้เกิดการขัดขวางการทำหน้าที่ตามปกติของระบบประสาททั้งในคนและสัตว์ ความเป็นพิษขึ้นกับคุณสมบัติของสารเคมีแต่ละชนิด วิธีการได้รับสารเข้าสู่ร่างกาย ปริมาณความถี่ สุขภาพ ของผู้ที่ได้รับสารพิษและก่อให้เกิดอาการอ่อนเพลีย ปวดศีรษะ มึนงง หายใจลำบากแน่นในอกคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเดิน กล้ามเนื้อโดยเฉพาะที่ลิ้นและหนังตากระตุก ชัก หมดสติ

สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชหรือสัตว์ : หมายถึง สารเคมีที่มีจุดมุ่งหมายใช้เพื่อป้องกัน ทำลาย ดึงดูด ขับไล่ หรือควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ หรือพืชและสัตว์ที่ไม่พึงประสงค์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ระหว่างการเพาะปลูก การเก็บรักษา การขนส่ง การจำหน่าย หรือใช้ในระหว่างขบวนการผลิตอาหาร หรือสารเคมีที่อาจใช้กับสัตว์ เพื่อควบคุม ectoparasites และให้หมายความรวมถึง สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารทำให้ใบร่วง สารทำให้ผลร่วง สารยับยั้งการแตกยอดอ่อน และสารที่ใช้กับพืชผลก่อนหรือหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียระหว่างการเก็บ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รักษา และการขนส่ง แต่ไม่รวมถึงปุ๋ย สารอาหารของพืชและสัตว์ วัตถุเจือปนในอาหาร และยาสำหรับสัตว์

2.2 ชนิดของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช

โดยทั่วไป สารเคมีกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ มักนิยมเรียกกันว่า " ยาฆ่าแมลง" เท่าที่ใช้กัน มี 4 กลุ่ม ได้แก่

2.2.1 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine compound)

เป็นยาฆ่าแมลงสังเคราะห์ ซึ่งเป็นกลุ่มของสารเคมีที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ เรียกอีกอย่างว่า คลอริเนเตตไฮโดรคาร์บอน (Chlorinated Hydrocarbons) มีธาตุไฮโดรเจน คาร์บอนและคลอรีนเป็นส่วนประกอบ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่

(1) กลุ่มอนุพันธ์ของคลอริเนเตตอีเทนส์ (Chlorinated Ethane derivatives) รวมถึง DDT และยาฆ่าแมลงอื่นที่มีสูตรใกล้เคียง บางครั้งอาจเรียกว่ากลุ่ม ดีดีทีอนาลอกซ์ (DDT analog) ตัวที่สำคัญคือ DDT โดยเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะถูกเปลี่ยนเป็น DDD และ DDE ซึ่งพบว่า DDE ไม่เป็นอันตรายต่อแมลง ส่วน DDT เป็นอันตรายต่อแมลงและใช้เป็นสารกำจัดแมลงด้วย นอกจากนี้ยังมี Dicofol, Methoxyclor, DMC, Chlorobenzelate

(2) กลุ่มไซโคลไดอีนส์ (Cyclodienes) เช่น Aldrin, Dieldrin, Heptachlor, Chlordane เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

(3) กลุ่มอื่นๆ เช่น กลุ่มเฮกซาคลอโรไซโคลเฮกเซน (Hexachlorocyclohexanes) ได้แก่ BHC , Lindane สารกลุ่มนี้เจือปนในน้ำ ส่วนใหญ่อยู่ในรูปสารละลาย หรือแขวนลอย จะดูดซึมได้ดีทางผิวหนังซึ่งส่วนใหญ่สารจะออกฤทธิ์ต่อเส้นประสาทสั่งการ (Motor nerves) เส้นประสาทรับความรู้สึก (Sensory nerves) ความเป็นพิษก่อให้เกิดพิษเรื้อรังในระยะยาวเนื่องจากสลายตัวยากและสะสมใน สิ่งแวดล้อมสูงโดยเฉพาะดีดีทีเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงสูง จะออกฤทธิ์ค่อนข้างช้า อาการแรกที่มักพบคือการเคลื่อนไหวไม่ประสานกัน ระบบหายใจล้มเหลวและตายในที่สุด กลไกการออกฤทธิ์ของสารกลุ่มออการ์โนคลอรีน ยังไม่ทราบแน่ชัด อาการพิษเฉียบพลัน มีพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง ผู้ป่วยจะแสดงอาการไวต่อสิ่งเร้ามาก กระวนกระวายเวียนศีรษะ เสียการทรงตัว บางครั้งมีการชักเกร็งคล้ายยกับได้รับสารสตริกนิน ผู้ป่วยอาจตายด้วยระบบหายใจล้มเหลว

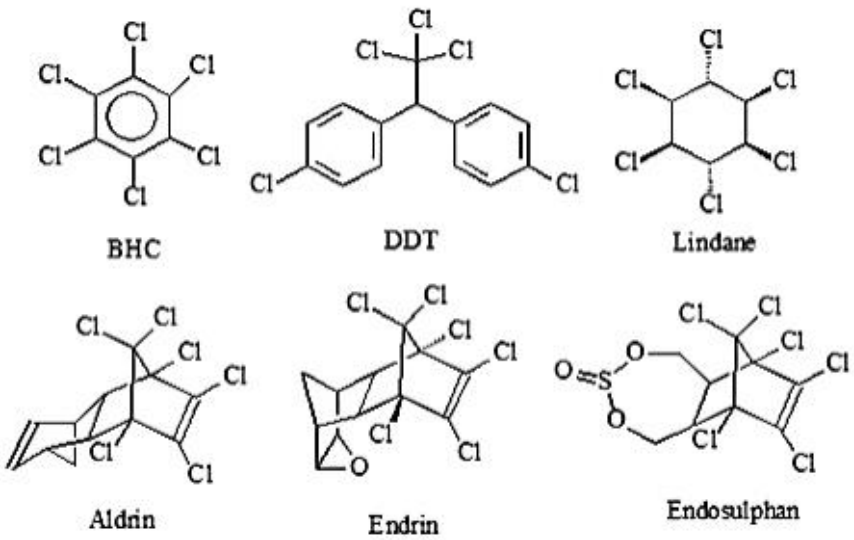
สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มนี้ที่นิยมใช้กันมาก คือ ดีดีที (DDT) ดีลดริน (dieldrin)

ออลดริน (aldrin) ท็อกซาฟีน (toxaphene) คลอเดน (chlordane) ลินเดน (lindane) เอนดริน (endrin) เฮปตาครอ (heptachlor) เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่มีพิษไม่เลือก (คือเป็นพิษต่อแมลงทุกชนิด) และค่อนข้างจะสลายตัวช้า ทำให้พบตกค้างในห่วงโซ่อาหารและสิ่งแวดล้อมได้นาน บางชนิดอาจตกค้างได้นานหลายสิบปี ปัจจุบัน ประเทศส่วนใหญ่ทั่วโลกจะไม่อนุญาตให้ใช้สารเคมีในกลุ่มนี้ หรือไม่ก็มีการควบคุมการใช้ ไม่อนุญาตให้ใช้อย่างเสรี เพราะผลกระทบด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

การได้รับพิษและกลไกการออกฤทธิ์

สารพิษกลุ่มนี้มักเจือปนมากับเนื้อสัตว์ โดยเฉพาะส่วนที่ติดมัน ผลิตผลทางกสิกรรม เช่น นมวัว พืชผักผลไม้ เราอาจได้รับสารพิษกลุ่มนี้โดยการรับประทานอาหาร การใช้ยาฉีดพ่นฆ่าแมลง หรือเจือปนมากับฝุ่นละอองในท้องถิ่นที่มีการใช้สารเหล่านี้ (ปัจจุบันยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้บางชนิดห้ามใช้อย่างเด็ดขาด เช่น ดีดีที เอ็นดริน บางชนิดจำกัดการใช้ เช่น อัลดริน ดีลดริน เป็นต้น) ยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำกว่ากลุ่มอื่น แต่ก่อให้เกิดพิษเรื้อรังในระยะยาว เนื่องจากสลายตัวยากและสะสมในสิ่งแวดล้อมสูง โดยเฉพาะดีดีที ซึ่งมีราคาถูก มีประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงสูง ดีดีทีจะแสดงฤทธิ์ค่อนข้างช้า อาการแรกที่มักพบคือ การเคลื่อนไหวไม่ประสานกัน ตามด้วยอาการสั่นทั้งร่างกาย แขนขา พิษเฉียบพลันของดีดีทีผู้ป่วยจะมีอาการชัก ตัวเขียวคล้ำจากการขาดออกซิเจน ระบบหายใจอาจล้มเหลวและตายได้ การสูดดมอาจก่อการระคายเคืองต่อปอด ส่วนพิษเรื้อรังจะมีผลต่อระบบทางเดินอาหาร เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักลด เหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าตามร่างกาย ส่วนกลุ่มไซโคลไดอีนส์ เป็นสารพิษต่อระบบประสาทเช่นกัน พิษเฉียบพลันอาการคล้ายกับดีดีที แต่มีอาการชักร่วมด้วย ส่วนพิษเรื้อรังอาจก่อให้เกิดมะเร็ง

ยาฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนนี้ ส่วนใหญ่ละลายได้ดีในไขมันจึงสะสมในอวัยวะที่มีส่วนประกอบไขมันสูง เช่น ตับ ไต ระบบประสาท เลือด น้ำดี ม้าม และต่อมแอดรีนัล เป็นต้น ละลายได้น้อยในน้ำ แต่ถ้าอยู่ในรูปสารละลาย จะดูดซึมได้ดีทางผิวหนัง ซึ่งส่วนใหญ่แล้วสารจะออกฤทธิ์ต่อเส้นประสาทสั่งการ (motor nerves) เส้นประสาทรับความรู้สึก (sensory nerves) และส่วนมอเตอร์คอร์เทกซ์ (motor cortex) ในสมอง และอาจเหนี่ยวนำให้มีการสร้างเอนไซม์ที่โครโมโซมของตับเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารเคมีจำนวนมากแตกต่างไปจากระดับปกติ โดยเฉพาะฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์และการสร้างตัวอ่อน



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine pesticides)

ที่มา : http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-effects-of-pesticidesexposure/a-forensic-view-of-pesticide-poisonings-in-brazil)

2.2.2 **กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต** (Organophosphate compound)

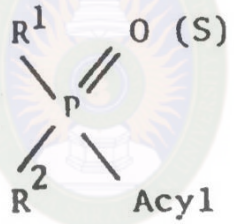
เป็นสารอินทรีย์ที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบสำคัญ และเป็นสารที่ละลายได้ดีในน้ำ ยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้ที่มีความสำคัญทางการค้าและพิษวิทยา คือ เอสเทอร์ และไทออล โดยสารเคมีในกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดีคือ มาลาไธออน (malathion) ไดอาซินอน (diazinon) เฟนนิโตรไธออน (fenitrothion) พิริมิฟอสเมธิล (pirimiphos methyl) และไดคลอวอส (dichlorvos หรือ DDVP) เป็นต้น สารเคมีในกลุ่มนี้สลายตัวได้ง่ายในธรรมชาติ จึงมีพิษตกค้างน้อย มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้สูง บางชนิดมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นน้อย บางชนิดก็มีความเป็นพิษต่อคน และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง โดยมีความเป็นพิษต่อการทำงานของเอนไซม์ในระบบประสาท คือ โคลีนเอสเตอเรส (Cholinesterase) แต่สารในกลุ่มนี้จะย่อยสลายได้เร็วกว่ากลุ่มแรก

การได้รับพิษและกลไกการออกฤทธิ์

อาจพบสารกลุ่มนี้ตกค้างในพืช ผัก ผลไม้ ซึ่งสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตสามารถเข้าสู่ร่างกาย ได้โดยการกิน หายใจ และซึมเข้าทางผิวหนัง และความเป็นพิษจะขึ้นกับอัตราการเปลี่ยนแปลง สารพิษในร่างกายโดยวิธีไฮโดรไลซิสในตับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีพิษเฉียบพลันต่อมนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลัง จะทำให้มีอาการทางสมองเนื่องจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง อาการที่พบได้แก่ มึนศีรษะ ปวดศีรษะ งง ซึม กระสับกระส่าย ถ้า อาการมาก อาจชักและหมดสติได้ ผู้ป่วยที่มีอาการมากอาจตายได้เนื่องจากระบบการหายใจล้มเหลว ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลอดลมตีบตันกล้ามเนื้อของระบบการหายใจเป็นอัมพาต และศูนย์ควบคุมการหายใจในสมองหยุดทำงานในรายที่มีอาการไม่รุนแรงอาการจะดีขึ้นใน 2-3 วัน แต่จะอ่อนเพลีย ไม่มีแรงเป็น เวลานาน ชนิดที่มีพิษร้ายแรงได้แก่ โมโนโครโตฟอส พาราไธออน - เมทธิล เมธามิโดฟอส ได โครโตฟอส ส่วนชนิดที่มีพิษในระดับปานกลาง ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส ไดเมทโธเอท มาลาไธออน อาการพิษระยะยาว สารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต บางชนิดอาจก่อให้เกิดอาการพิษทางระบบประสาทซึ่งเกิดขึ้นหลังจากช่วงเวลาหนึ่ง อาการพิษดังกล่าวเริ่มเกิดขึ้นที่ส่วนปลายประสาทของขาก่อน ต่อมาจะมีอาการเดินโซเซเสียความรู้สึกกล้ามเนื้ออ่อนเพลีย ต่อมาจะเพิ่มความรุนแรงมากขึ้นอ่อนเพลียมากขึ้นและเริ่มเป็นตามแขน



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

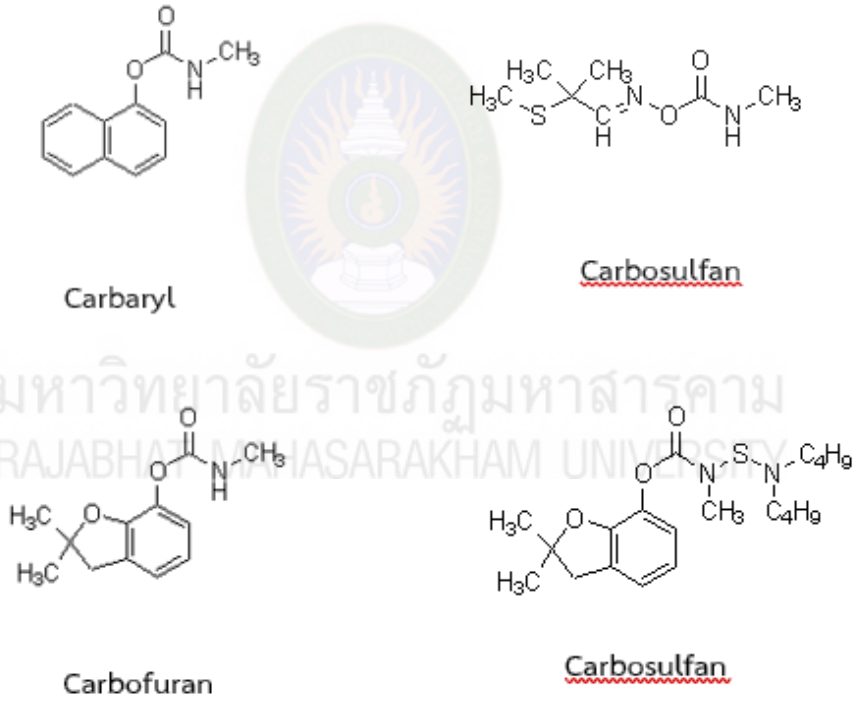
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างทั่วไปของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate pesticides) ที่มา : http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-effects-of-pesticidesexposure/a-forensic-view-of-pesticide-poisonings-in-brazil)

โดยที่ซัลเฟอร์หรือออกซิเจนต้องเชื่อมโดยตรงกับฟอสฟอรัส -R1 และ R2 ต้องเป็นกลุ่มอัลคอกซีย์ (alkoxy) อัลคิล (alkyl) หรืออะมิโน (amino) และกลุ่มแอคิล (acyl) ต้องเป็นกลุ่มที่มีประจุลบในกรดอินทรีย์ หรืออนินทรีย์ เช่น ฟลูโอรีน (fluorine) ไซยาเนต (cyanate) ไธโอไซยาเนต (thiocyanate) หรือต้องเป็นส่วนหนึ่งของกรด เช่น อีนอล (enol) เมอร์แคพโต (mercapto) เป็นต้น

2.2.3 กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate compound)

เป็นยาฆ่าแมลงกลุ่มหนึ่งที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน สารเคมีในกลุ่มนี้ตัวแรกที่มีประวัติในการใช้ ก็คือ อีเซอรีน (eserine) หรือ ฟัยโสสติกมีน (physostigmine) สารนี้เป็นสารพิษที่พบในเมล็ดถั่วคาลาบาร์ (Calabar beans) ซึ่งเป็นพืชในวงศ์เลกูมิโนเซ (Leguminosae) จากอาฟ

ริกาตะวันตก เมล็ดถั่วคาลาบาร์นี้จะใช้กระบวนการทางกฎหมาย โดยผู้ที่ตกเป็นต้องสงสัยในคดีต่างๆ ต้องรับประทานยาที่ปรุงจากเมล็ดถั่วนี้ ถ้าสามารถรอดชีวิตได้จะถือว่าไม่มีความผิด การทดสอบนี้ทำเพื่อเป็นการพิสูจน์ความบริสุทธิ์มากกว่าเป็นการลงโทษ อีเซอรีนเป็นสารยับยั้งอะเซทิลโคลิเนสเทอเรส (acetylcholinesterase inhibitor) ตัวแรกที่เป็นที่รู้จัก โดยในหนู มีขนาดที่ทำให้ประชากร 50% ตาย หรือที่เรียกว่า แอลดี50 (LD50) เท่ากับ 4.5 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยการกิน และ 0.64 มิลลิกรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม โดยการฉีดเข้าทางช่องท้อง โครงสร้างทางเคมีทั่วไปของยาฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตจะมีคาร์บาริลเป็นองค์ประกอบสำคัญ มักใช้ฆ่าแมลงศัตรูพืชในผลิตผลทางการเกษตร เช่น ผัก ผลไม้ และเมล็ดพืชที่เป็นอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้กับสัตว์ปีก ปศุสัตว์ และสัตว์เลี้ยง เพื่อกำจัดแมลงรบกวน และยังใช้กำจัดหอยทากและหนอนตัวกลม (nematodes) บางชนิดได้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างสูตรโครงสร้างของสารกลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate pesticides)

ที่มา : http://www.intechopen.com/books/pesticides-in-the-modern-world-effects-of-pesticidesexposure/a-forensic-view-of-pesticide-poisonings-in-brazil)

การได้รับพิษและกลไกการออกฤทธิ์

ยาฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตส่วนใหญ่มีพิษค่อนข้างรุนแรง ยกเว้น คาร์บาริล (carbaryl)

ซึ่งมีพิษปานกลาง ยาฆ่าแมลงกลุ่มนี้สามารถดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ โดยเฉพาะรอยแผลหรือรอยข่วน ดังนั้นควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรง นอกจากนี้ยาฆ่าแมลงในกลุ่มนี้ยังทำให้เกิดความระคายเคืองต่อตาอย่างมาก กลไกการออกฤทธิ์ คือ ยับยั้งการทำงานของอะเซทิลโคลิเนสเทอเรส ทำให้สารสื่อประสาทอะเซทิลโคลีนถูกทำลายลดลง จึงเกิดอาการพิษเนื่องจากการทำงานของระบบสื่อประสาทโคลิเนอร์จิค (cholinergic neurotransmission) ทำงานมากเกินปกติ ในระยะยาวโดยทั่วไป คาร์บาเมตไม่เป็นสารก่อมะเร็ง ยกเว้น คาร์บาริลและคาร์โบฟิวแรน (carbofuran) ซึ่งถ้าได้รับทางการรับประทานจัดเป็นสารก่อมะเร็งได้ นอกจากนี้คาร์โบฟิวแรนยังอาจทำให้ทารกในครรภ์เกิดความผิดปกติได้ แต่อย่างไรก็ตาม ไม่พบว่าคาร์บาเมตมีการสะสมหรือคงอยู่ในร่างกาย โดยทั่วไปอาการแสดงของความเป็นพิษที่เกิดขึ้นเนื่องจากยาฆ่าแมลงกลุ่มคาร์บาเมตได้แก่ อาการปวดศีรษะ วิงเวียน กล้ามเนื้ออ่อนแรง กระตุก หรือสั่น หัวใจเต้นช้าลง รู้สึกบวม หรือแน่นหน้าอก เหงื่อออก คลื่นไส้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อตา คือ ระคายเคืองต่อตา ทำให้สายตา ขาดความคมชัด ตาแดง น้ำตาไหล การควบคุมกล้ามเนื้อตาลำบาก และม่านตาหด

2.2.4 กลุ่มสารสังเคราะห์ไพรีทอย (Pyrethroid pesticides)

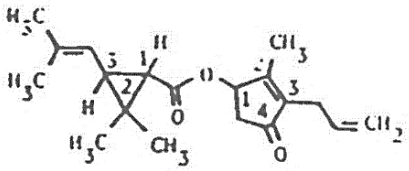
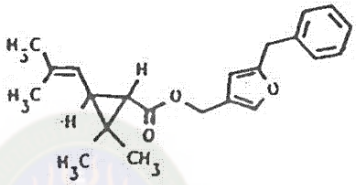
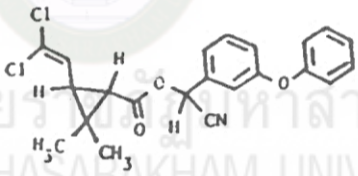
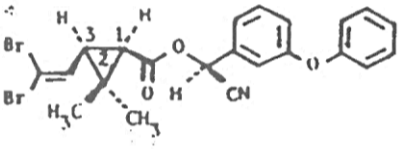
เป็นสารเคมีกลุ่มที่สังเคราะห์ขึ้นโดยมีความสัมพันธ์ตามโครงสร้างของไพรีทริน ซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่สกัดได้จากพืชไพรีทรัม สารเคมีในกลุ่มนี้มีความเป็นพิษต่อแมลงสูง แต่มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นต่ำ อย่างไรก็ตาม สารเคมีกลุ่มนี้มีราคาแพงจึงไม่ค่อยเป็นที่นิยมใช้ สารเคมีกำจัดแมลงในกลุ่มนี้ ได้แก่ เดลตาเมธริน (deltamethrin) เพอร์เมธริน (permethrin) เรสเมธริน (resmethrin) และไบโอเรสเมธริน (bioresmethrin) เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การได้รับพิษและกลไกการออกฤทธิ์

กลไกออกฤทธิ์ เช่นเดียวกบสารพวกออร์กาโนคลอรีน แต่ฤทธิ์น้อยกว่า มักใช้ในการกำจัดแมลงในบ้านเรือน เพราะออกฤทธิ์ให้เกิดอัมพาตในแมลงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมค่อนข้างต่ำ อาการพิษ จะทำให้คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวที่ท้อง เบื่ออาหาร อ่อนเพลียมีอาการล้า ปวดศีรษะ มึนงง การรับประทาน สารนี้ในปริมาณสูง (200-500 มล.) ทำให้เกิดอาการโคม่า ภายใน 20 นาที กล้ามเนื้อกระตุกไม่พร้อมกัน และชัก

ตารางที่ 2.1 สูตรโครงสร้างของสารสังเคราะห์ไพรีทอย

ยาฆ่าแมลง	สูตรโครงสร้าง	ค่าความเป็นพิษฉับพลัน LD50 (มก./กก.) ในหนูขาว
Allethrin 2-Methyl-4-oxo-3-(2-propenyl)-2-Cyclo-penten-1-yl Pynamin®		ให้ทางปาก 680-1000
Resmethrin [5-(Phenylmethyl)-3-furanyl] methyl 2-2-dimethyl-3- (2-methyl-1-propenyl) cyclopropanecarboxylate Chryson®, Synthrin®		ให้ทางปาก 1,500 ฉีดเข้าหลอดเลือดดำ 160
Cypermethrin Cyano (3-phenoxy-phenyl) methyl 3-(2, 2-dichloro-ethenyl) -2,2-dimethylcyclopro-panecarboxylate Ripcord®		ให้ทางปาก 500 ฉีดเข้าหลอดเลือดดำ 50
Decamethrin Cyano (3-phenoxy-phenyl) methyl 3-(2, 2-dibromoethenyl)-2, 2-dimethyl-cyclo-propanecarboxylate Decis®		ให้ทางปาก 25 - 60 ฉีดเข้าหลอดเลือดดำ 2.5

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.3 รูปแบบของการใช้ยาฆ่าแมลงในประเทศไทย

2.3.1 ละอองของเหลว เป็นการบรรจุของเหลวใส่ลงในกระป๋องอัดความดัน และจะถูกปล่อยออกมาในรูปของสเปรย์หรือหมอกควัน เพื่อสะดวกในการใช้และสะดวกต่อการเก็บ

2.3.2 เหยื่อ เป็นการผสมสารออกฤทธิ์กับสิ่งที่แมลงกิน ซึ่งจะออกผลต่อร่างกายเมื่อแมลงกินเข้าไป ดังนั้นจึงควรจัดเก็บให้ปลอดภัยจากสัตว์เลี้ยง หรือสิ่งที่ไม่ใช่เป้าหมาย

2.3.3 ชอล์ก เป็นการผสมสารออกฤทธิ์กับผงแป้ง เมื่อแมลงสัมผัสกับผงแป้ง สารอกฤทธิ์จะเกิดผล

2.3.4 ยาจุดกันยุง เป็นการผสมสารออกฤทธิ์กับขี้เลื่อย เมื่อจุดยากันยุง ความร้อนจะส่งผลหสารออกฤทธิ์กลายเป็นไอระเหย ออกมากำจัดแมลง

2.3.5 แผ่นกำจัดยุงไฟฟ้า ใช้ความร้อนจากไฟฟ้าในการทำให้สารออกฤทธิ์ระเหยเป็นไอออกมาทำหน้าที่กำจัดแมลง

2.4 ระดับความเป็นพิษของวัตถุอันตราย

องค์การอนามัยโลกได้จัดแบ่งระดับความเป็นอันตรายของวัตถุอันตรายโดยพิจารณาจากสูตร (The WHO Recommended classification of pesticides by Hazard and Guidelines to classification) จำแนกระดับความเป็นพิษเฉียบพลัน เป็นค่า LD50 ซึ่งหมายถึงค่าตัวเลขที่แสดงเป็นจำนวนมิลลิกรัม ของสารต่อกิโลกรัมของน้ำหนักตัวที่ใช้ที่ทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50 ถ้าค่า LD50 สูง ความเป็นพิษของวัตถุอันตรายจะน้อยลง การจำแนกความเป็นพิษเฉียบพลันของของวัตถุอันตราย ออกเป็น 4 ชั้น ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 2.2 ระดับพิษของสารฆ่าศัตรูพืชตามองค์การอนามัยโลก

ระดับ	แอลดี ๕๐ สำหรับหนูทดลอง (มก./กก. ของ นน. ตัว)			
	ทางปาก		ทางผิวหนัง	
	ของแข็ง	ของเหลว	ของแข็ง	ของเหลว
๑ เอ มีพิษร้ายแรงมาก	๕ หรือน้อยกว่า	๒๐ หรือน้อยกว่า	๑๐ หรือน้อยกว่า	๔๐ หรือน้อยกว่า
๑ บี มีพิษร้ายแรง	มากกว่า ๕-๕๐	มากกว่า ๒๐-๒๐๐	มากกว่า ๑๐-๑๐๐	มากกว่า ๔๐-๔๐๐
๒ มีพิษปานกลาง	มากกว่า ๕๐-๕๐๐	มากกว่า ๒๐๐-๒๐๐๐	มากกว่า ๑๐๐-๑๐๐๐	มากกว่า ๔๐๐-๔๐๐๐
๓ มีพิษน้อย	มากกว่า ๕๐๐	มากกว่า ๒๐๐๐	มากกว่า ๑๐๐๐	มากกว่า ๔๐๐๐

หมายเหตุ: คำว่า "ของแข็ง" และ "ของเหลว" ตามตารางการจัดลำดับค่าความเป็นพิษนี้ หมายความถึงรูปลักษณะทางกายภาพของสูตรของผลิตภัณฑ์.

ตารางที่ 2.3 แสดงอาการเกิดพิษของวัตถุอันตรายแต่ละกลุ่ม

กลุ่ม	อาการเกิดพิษ
กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 1. ลินเดน (lindane) 2. อัลดริน (aldrin) 3. คลอร์เดน (chlordane) 4. ดีลดริน (dieldrin) 5. บีเอชซี (BHC) 6. เฮ็บตาคลอร์ (heptachlor)	1. เมื่อได้รับสารกลุ่มนี้เข้าไปจะกระตุ้นระบบประสาทอย่างรุนแรง ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน มึนงง กล้ามเนื้อขาดการประสานงาน ทำให้มีอาการสั่น ถ้าอาการรุนแรงอาจชักได้ 2. ในรายที่มีอาการรุนแรงจะหมดสติ
กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 1. ไดคลอร์วอส หรือ ดีดีวีพี (dichlorvos or DDVP) 2. มาลาไธออน (malathion) 3. เทมีฟอส (temephos) 4. คลอร์ไพรีฟอส (chlorpyriphos) 5. ไดอะซีนอน (diazinon)	1. เมื่อได้รับทั้งทางปาก ผิวหนัง และสูดดม จะมีอาการมึนงง ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย กระวนกระวาย อาการสั่นที่ปลายลิ้น และเปลือกตา ม่านตาหรี่ คลื่นไส้ อาเจียน น้ำตา และน้ำลายไหล เหงื่อออกมาก ปวดท้องเกร็ง ชีพจรเต้นช้า กล้ามเนื้อเกร็ง 2. ในรายที่มีอาการรุนแรงจะท้องเสีย ตาหรี่ หายใจลำบาก ปอดบว ขาดออกซิเจน ตัวเขียวคล้ำ (cyanosis) กล้ามเนื้อหูรูดไม่ทำงาน ชักและตายเพราะหัวใจไม่ทำงาน 3. ในรายที่มีพิษสะสมระบบประสาทถูกทำลายและกล้ามเนื้ออ่อนเปลี้ย
กลุ่มคาร์บาเมต 1. โปรพ็อกซัวร์ (propoxur) 2. คาร์บารีล (carbaryl) 3. เบนดิโอคาร์บ (bendiocarb)	1. ผู้ได้รับพิษจะมีอาการเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดเกร็งช่องท้อง ท้องร่วง ม่านตาหรี่ หายใจหอบ เหงื่อออกมาก
กลุ่มไพรีทรอยด์สังเคราะห์ 1. อัลเลทริน (allethrin) 2.ไบโออัลเลทริน (bioallethrin) 3.ไบโอเรสเมทริน (bioresmethrin) 4. ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) 5. เพอร์เมทรีน (permethrin) 6. ไซฟลูทริน (cyflumethrin) 7. ไพนามิน (pynamin)	1. ผู้ได้รับจะมีอาการคัน ผื่นแดง บางรายก็มีอาการจามคัดจมูก โดยเฉพาะในรายที่เคยเป็นโรคหอบ เมื่อสูดหายใจเอาวัตถุอันตรายพวกนี้เข้าไปจะมีอาการหอบปรากฏขึ้นมาอีก 2. ในรายที่ได้รับเข้าไปจำนวนมาก จะทำให้มีอาการชักกระตุก กล้ามเนื้อกระตุก และชั้นสุดท้ายจะเป็นอัมพาต

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมื่อสารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์เข้าสู่ร่างกายแล้ว จะก่อให้เกิดพิษ ค่าของความเป็นพิษเรียกว่า LD50 (Lethl Dose) หมายถึง ปริมาณของวัตถุมีพิษ ที่ทำให้สัตว์ทดลองเสียชีวิตลงครึ่งหนึ่ง (50 %) ของจำนวนสัตว์ทดลองทั้งหมด ในการทดลองหาความเป็นพิษจะได้ค่าแตกต่างกันไปบ้าง เมื่อใช้สัตว์ทดลองต่างชนิด ต่างเพศ ต่างอายุ หรือแม้แต่ใช้อาหารแตกต่างกัน และในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สำหรับสารกลุ่มออร์แกโนคลอรีนจะมีค่าความเป็นพิษต่างๆ กัน ดังตารางที่ 2.4

ตาราง 2.4 ค่าความเป็นพิษของสารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์ชนิดออร์แกโนคลอรีน ในหนูขาวตัวผู้โดยให้ทางปาก และดูดซึมทางผิวหนัง

สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์	**ค่า LD50 (mg/kg) ในหนูขาวตัวผู้**	
	ให้ทางปาก (oral)	**ให้ทางผิวหนัง (dermal)**
DDT	113 (P,P'-DDT) 217 (technical)	- 2510
DDE	880	-
DDA	740	-
Methoxychlor	5000-7000	98
Aldrin	46	90
Heptachlor	100	195
Endrin	18	18
Chlordanc	335	840
Lindance	88	1000
Mirex	740	>2000

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากความเป็นพิษของสารเคมีนี้ได้ส่งผลให้มีคนป่วย และตายเป็นจำนวนมาก ดังนั้น จึงกลายเป็นเรื่องที่กำลังอยู่ในความสนใจขององค์การระหว่างประเทศต่างๆ เช่น องค์การอนามัยโลก (WHO) องค์การสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (UNEP) สหพันธ์องค์การผู้บริโภคระหว่างประเทศ (International Organization of Consumers unions หรือ IOCU), International Programme for Chemical Safety (IPCS), The Economic and Social Commission of Asia and Pacific (ESCAP) ฯลฯ

2.4.1. การแพร่กระจายของสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในดิน

ในการเพาะปลูกนั้น เกษตรกรส่วนใหญ่ต้องใช้สารป้องกันศัตรูพืชทั้งก่อนปลูก ขณะที่พืชกำลังเติบโต และก่อนการเก็บเกี่ยว ดินจึงเป็นแหล่งรองรับสารเหล่านี้โดยตรงนอกจากนี้ สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิดยังนิยมใช้ในอาคารบ้านเรือนด้วย ทำให้โอกาสที่สารเหล่านี้จะสะสมในดินจึงมีมากยิ่งขึ้น

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชบางชนิดอาจสลายตัวได้ง่ายเมื่ออยู่ในดิน แต่สารบางชนิดมีความคงทนมากในดิน สามารถตกค้างสะสมได้เป็นเวลานานๆ ดังนั้น สารกลุ่มออร์กาโน-คลอรีน เป็นต้น สารที่สลายตัวยาก มีความคงทนในธรรมชาติสูง จะมีอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมดัง แสดงใน ตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ความคงทนของสารมีพิษที่สะสมอยู่ในดิน

ชนิดของสารพิษ	สลายตัวร้อยละ 95 (ปี)
aldrin	1-6
chlordane	3-5
DDT	4-30
dieldrin	5-25
heptachlor	3-5
lindane	3-10

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.4.2. การแพร่กระจายของสารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์ในแหล่งน้ำ

การปนเปื้อนของสารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์ในแหล่งน้ำ มาจากหลายสาเหตุด้วยกัน ดังต่อไปนี้

(1)การฉีดพ่นสารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์ลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง เพื่อกำจัดยุงและวัชพืช

น้ำ

(2) การกัดชะดินของฝน และน้ำไหลบ่าหน้าดินผ่านพื้นที่ที่มีการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชก่อนลงสู่แหล่งน้ำ

(4) การระบายน้ำทิ้งจากบ้านเรือน และโรงงารอุตสาหกรรมที่ใช้ฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ลงสู่แหล่งน้ำ โดยมิได้มีวิธีกำจัดสารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์

(5) การทิ้งหรือล้างภาชนะที่บรรจุสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์

(6) การใช้สารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์ในบริเวณพื้นที่เกษตรใกล้กับแหล่งน้ำ

เมื่อสารลงสู่แหล่งน้ำแล้ว จะมีปัจจัยต่างๆเข้ามาเกี่ยวข้องหลายประการ ดังต่อไปนี้

(1) ความสามารถในการละลายน้ำของสารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์ชนิดต่างๆ จะแตกต่างกันไป สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน จะละลายน้ำได้น้อยมาก ทำให้มีความคงทนในแหล่งน้ำ โดยจะจับกับอนุภาคดิน และแขวนลอยอยู่ในน้ำ ส่วนใหญ่จะจมลงสู่ท้องน้ำ สะสมในตะกอน

(2) อัตราการระเหขขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศของสาร อาจมีได้บ้างในปริมาณน้อยมาก เนื่องจากสารส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปสารแขวนลอย และตกตะกอน

(3) ชนิดของอนุภาคดินที่ดูดซับวารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์ ที่แตกต่างกัน จะสามารถดูดซับได้ไม่เท่ากัน

(4) ปริมาณสารอินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิต และสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายแล้วสามารถดูดซับสารได้ดี ถ้าบริเวณของแหล่งน้ำมีสารอินทรีย์อยู่มาก ก็มักตรวจพบสารในปริมาณสูงด้วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.5 วิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง

วิธีการตรวจหาสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง วิธีการตรวจเบื้องต้นเพื่อคัดกรองนิยมใช้ชุด ทดสอบมาตรฐาน (test kit) และนำไปตรวจหาเชิงปริมาณ ด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้หลายวิธีเช่น gas chromatography/mass spectroscopy (GC/MS), thin-layer chromatography (TLC), liquid chromatography (LC) หรือใช้ร่วมกับดูการดูดกลืน ความยาวคลื่นแสง (wave spectrum) เช่น UV IR หรือ NMR และ electrochemical technique การตรวจวิเคราะห์ ข้างต้นเป็นการตรวจด้วยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการมี ความจำเป็นที่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ ห้องปฏิบัติการมาตรฐาน เครื่องมือ เวลา และค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการ พัฒนาเครื่องมือในการตรวจวิเคราะห์ให้มีความสะดวกใน การพกพา ใช้งานง่าย มีความถูกต้อง ตรวจสอบตัวอย่างได้ ในปริมาณมาก และลดขั้นตอนการตรวจสอบขั้นต้นลง การพัฒนาเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ส่วนมากเป็นการ

พัฒนาโดยอาศัยหลักการทางชีวภาพ (biosensors) เป็นวิเคราะห์ ปฏิกิริยาที่เกิดแบบจำเพาะเจาะจง เช่น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น เนื่องจากสารกำจัดแมลงที่ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (enzyme inhibition method - EIM) เช่น คู่ปฏิกิริยา ระหว่าง acetyl cholinesterase กับ acetylcholine การเกิดปฏิกิริยาของคู่ antigen-antibody การวิเคราะห์สัญญาณของการเกิดปฏิกิริยาทำได้ หลายเทคนิค เช่น การวิเคราะห์เชิงเคมีไฟฟ้า (electrochemical immunosensors) เป็นการวิเคราะห์โดยยึดสมบัติ ทางไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า (electrode) ทั้งการเปลี่ยนแปลง ความต่างศักย์ กระแส ความจุไฟฟ้า และความต้านทานเมื่อเกิดปฏิกิริยา

(1) การตรวจวัดภาคสนาม เป็นการตรวจโดยใช้วิธีการตรวจสอบอย่างง่าย และมีความรวดเร็ว อาศัยหลักการการเปลี่ยนสีของสาร (Colorimetric) ซึ่งหากมีสารที่ต้องการตรวจพบจะเกิดสี ในปัจจุบันมีชุดตรวจวัดสารพิษตกค้างภาคสนามให้บริการหลากหลาย เช่น ชุดน้ำยาตรวจสอบยาฆ่าแมลง/สารพิษตกค้าง "จีที" (GT-Pesticide Residual test kit) ชุดทดสอบสารพิษตกค้าง (Pesticides Residue Test Kit, PR) และ ชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างในผักผลไม้ TM KIT เป็นต้น ซึ่งใช้หลักการตรวจหาสารพิษด้วยวิธี acetyl cholinesterase inhibition technique โดยอาศัยทฤษฎีที่ว่า สารพิษในกลุ่มสารประกอบฟอสเฟต และ/หรือ คาร์บาเมตมีคุณสมบัติเด่นในด้านการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ในร่างกายได้ เมื่อร่างกายได้รับสารพิษในกลุ่มเหล่านี้ จะทำให้ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ จึงนำหลักการนี้มาใช้เป็นวิธีการตรวจสอบเบื้องต้น

(2) วิธีการทดสอบโดยเทคนิค HPLC (high performance liquid chromatography) และ GC (gas chromatography) โดยการแยกสารเคมีที่มีอยู่ในสารละลายออกจากกันด้วยตัวพา (mobile phase) ซึ่งแสดงผลออกมาเป็นกราฟจำเพาะของสารนั้นๆ ซึ่งเป็นวิธีที่มีความถูกต้องและแม่นยำสูง แต่จำเป็นต้องทำการตรวจวัดภายในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากเครื่องมือมีขนาดใหญ่ มีความยุ่งยากในการเตรียมตัวอย่าง และจำเป็นต้องใช้เวลามากในการตรวจวัด

(3) เทคนิควิธีทางเคมีไฟฟ้า (electrochemical technique) เป็นเทคนิคที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างสูง และกำลังมีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถตรวจวัดสารออร์กาโนฟอสเฟตในภาคสนามให้อย่างรวดเร็ว โดยอาศัยตัวเร่งปฏิกิริยาเอนไซม์ที่มีความจำเพาะและวิธีการทางเคมีไฟฟ้า มีความไวในการตรวจสูงในระดับ หนึ่งในพันล้านส่วน (part per billion: ppb) สามารถตรวจวัดสารเคมีตกค้างอื่นๆ ในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ไม่สามารถตรวจวัดโดยชุดตรวจแบบเคลื่อนที่ของกรมวิชาการเกษตรได้ แต่เทคนิคนี้ก็มีความสามารถในการคัดแยกสารในกลุ่มใหญ่ๆเท่านั้น ไม่สามารถระบุชนิดจำเพาะเจาะจงของสารตกค้างได้ ทำให้เมื่อมีการวัดตัวอย่างจริงที่มีจำนวนสารเคมีตกค้างในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตปะปนกันหลายชนิด ผลที่ได้จากการตรวจวัดอาจยังมีความคลุมเครือ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เรื่องชนิดของสารตกค้าง วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับการตรวจวัดเบื้องต้นในภาคสนามก่อนที่จะนำตัวอย่างไปตรวจวัดอย่างละเอียดในห้องปฏิบัติการ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยภายในประเทศ

ในปี ค.ศ.2012 สุรัตดา ศรีสุวรรณ์ และคณะ ได้ทำการศึกษา การวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดวัชพืชกลุ่มคลอโรฟีนอกซีอะซิติกแอซิด ได้แก่ 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D), 2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5-T), 4-chloro-2-methyphenoxyacetic acid (MCPA) และ 2-(2,4-dichlorophenoxy)-propinic acid (dichloroprop.) ด้วยเทคนิคแคปิลลารีอิเล็กโทรโฟรีซีส โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์ปริมาณ ได้แก่ ชนิดของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ ความเข้มข้นของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ พีเอช(pH) สารเติมแต่ง ศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแยกสาร และเวลาในการฉีดสาร เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าสภาวะที่ให้ผลดีที่สุดในการทดลองคือ การใช้ fused-silica capillary 50 μm i.d. x 64.5 cm (56 cm effective length) 50 mM phosphate buffer และ 100 mM sodium lauryl sulfate ที่ pH 7.0 เวลาที่ใช้ในการฉีดสารตัวอย่าง 5 วินาที ศักย์ไฟฟ้า +30 kV อุณหภูมิ 25 oC ตรวจวัดสัญญาณด้วย UV-Visible detector ที่ความยาวคลื่น 214 นาโนเมตร และความยาวคลื่นอ้างอิง 280 นาโนเมตร โดยค่า limit of detection (LOD) ของสารกำจัดวัชพืชทั้ง 4 ชนิด คือ 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในปี ค.ศ. 2012 กลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 ได้วิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้จากแปลงในระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agriculture Practices: GAP) ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน 11 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ ขอนแก่น ชัยภูมิ นครพนม บึงกาฬ มุกดาหาร เลย สกลนคร หนองคาย หนองบัวลาภู และ อุดรธานี ทาการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 4 กลุ่ม ได้แก่ organophosphorus, organochlorines, pyrethroids และ carbamate จากตัวอย่างผักและผลไม้ จานวน 559 ตัวอย่าง รวม 46 ชนิดพืช โดยประยุกต์ใช้วิธีสกัดตัวอย่างของ Steinwandter และวิธีสกัดตัวอย่างแบบ QuEChERS แล้วนาไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง gas chromatograph และเครื่อง high-performance liquid chromatograph เพื่อตรวจสอบติดตามคุณภาพผักและผลไม้เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัย (MRLs)

ในปี ค.ศ. 2012 สุภาพร ใจการุณ และคณะ ผลการศึกษาผลกระทบด้านนิเวศวิทยาจากการใช้สารฆ่าแมลง carbofuran, dicrotophos,methomyl และ EPN ในกลุ่ม 4 จังหวัดอีสานตอนล่าง ได้แก่ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ยโสธร และศรีสะเกษ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างสิ่งมีชีวิต จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ ใบย่านาง ผักขะแยง จิ้งหรีด ตั๊กแตน ปูนา ปลาและตัวอ่อนของแมลงปอ ชนิดละ 100 ตัวอย่าง รวมทัง. หมด 700 ตัวอย่าง จากแปลงปลูกพืช 6 ชนิด ได้แก่ข้าว, พริก, แตงโม, มะเขือ, คะน้า, ถั่วฝักยาว นำตัวอย่างสิ่งชีวิตที่เก็บได้มาสกัดและตรวจสอบด้วยชุดตรวจสารฆ่าแมลงตกค้างกลุ่ม Organophosphate และ Carbamate (GT testkit.) ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข แล้วนำตัวเลขที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติพรรณนา ผลการศึกษาพบว่า การตกค้างของสารฆ่าแมลงในกลุ่ม Organophosphate และ Carbamate ในพื้นที่ 4 จังหวัดมีค่อนข้างสูง โดยเฉพาะในจิ้งหรีด พบการปนเปื้อนหรือพบสารตกค้างมากที่สุดถึงร้อยละ 90 ของตัวอย่าง รองลงมาคือ ตั๊กแตน (ร้อยละ 89) นอกจากนี้พบการตกค้างในผักพื้นบ้านค่อนข้างสูงเช่นกันคือผักขะแยงและย่านาง (ร้อยละ 71 และ 86 ตามลำดับ) ดังนั้น การตกค้างของสารเคมีดังกล่าวมีโอกาสที่จะเข้าสู่ร่างกายมนุษย์และตกค้าง โดยผ่านทางห่วงโซ่อาหารที่หลายคนมั่นใจว่าเป็นอาหารที่ปลอดภัย

ในปี ค.ศ. 2013 สาคร ศรีมุข ได้ศึกษาสถานการณ์การใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ในขณะที่พื้นที่การเพาะปลูกยังคงมีอยู่เท่าเดิม ในปี 2554 พบว่า มีมูลค่าการนำเข้าเป็นจำนวนมากกว่า 22,034 ล้านบาท ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าเกษตรกรของไทยมีปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตรต่อไร่เพิ่มสูงขึ้นแม้ว่าสารเคมีทางการเกษตรจำพวกปุ๋ยจะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชอาหาร ช่วยลดความเสี่ยงในเรื่องความเสียหายต่อผลผลิต ทำให้ผลิตภาพทางการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและเศรษฐกิจของประเทศ แต่การใช้สารเคมีที่มากเกินความจำเป็น และไม่ถูกต้องเหมาะสมก็จะทำให้เกิดผลกระทบด้านต่างๆ กล่าวคือ ด้านสุขภาพ พบว่า ในปี 2550 มีเกษตรกรที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชถึงร้อยละ 39 ด้านสิ่งแวดล้อม พบการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม ส่วนในด้านเศรษฐกิจ ผลการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ผลกระทบภายนอกจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช พบว่า ในปี 2553 มีมูลค่าผลกระทบภายนอกสูงถึง 14 พันล้านบาท และเมื่อผนวกมูลค่าการนำเข้ากับต้นทุนผลกระทบภายนอก ทำให้ต้นทุนที่แท้จริงของสังคมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงถึง 32 พันล้านบาทต่อปี และมีสถิติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี นอกจากนี้ยังมีความเสียหายจากการส่งออกที่มีสาเหตุมาจากสารตกค้างในสินค้าทางการเกษตร ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายปีละประมาณ 800 -

900 ล้านบาท ส่งผลทางลบต่อภาพลักษณ์ของประเทศในฐานะผู้ส่งออกสินค้าทางการเกษตรและอาหารรายใหญ่ของโลก

2.6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

ในปี ค.ศ. 2017 Li และคณะ ได้ศึกษาวิธีการวิเคราะห์เมตาฟีโนนในผัก โดยใช้เทคนิคการสกัดด้วยเฟสของแข็ง แล้ววิเคราะห์ด้วยเทคนิค HPLC จากผลการวิจัยนี้พบว่าสามารถหาปริมาณเมตาฟีโดนได้ โดยการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน จากนั้นนำไปแยกด้วยคอลัมน์แบบ reversed phase ใน mode isocratic ซึ่งวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้มีค่าขีดต่ำสุดของการตรวจวัดเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีค่าร้อยละการกลับคืนเท่ากับ 86.5-104.8%

ในปี ค.ศ. 2016 Al-Rimawi ได้ทำการศึกษาการยาฆ่าแมลงในน้ำดื่มโดยใช้เทคนิค HPLC-UV ยาฆ่าแมลงที่ศึกษา 3 ชนิดคือ อะบามีทริน อิมิดาโคลปริด และเบต้า ไซฟลูทริน คอลัมน์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ C-18 ขนาด 5 ไมโครเมตร 250 มิลลิเมตร x 4.6 มิลลิเมตร ใช้อะซีโตไนทริลต่อน้ำที่อัตรส่วน 4 ต่อ 1 เป็นเฟสเคลื่อนที่ ที่อัตรการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที และตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร ผลการศึกษาพบว่าร้อยละการได้กลับคืนเท่ากับ 97.6 – 101.5%

ในปี ค.ศ.2012 Canada และคณะ ได้วิเคราะห์สารควิโนโลนและฟลูออโรควิโนโลน 14 ชนิด ในตัวอย่างปลา โดยสกัดตัวอย่างด้วยสารผสมระหว่างกรดฟอสฟอริกและอะซีโตไนทริล ที่อัตราส่วน 75 ต่อ 25 จากนั้นทำบริสุทธิ์และวิเคราะห์โดยใช้คอลัมน์แบบ C18 ใช้สารผสมระหว่างเมทานอล-อะซีโตไนทริล-10 มิลลิโมลาร์ ซิเตรท บัฟเฟอร์ ที่ pH 4.5 เป็นเฟสเคลื่อนที่ ที่อัตรการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการวิเคราะห์ 26 นาที ตรวจวัดที่ความยาวคลื่น 280 นาโนเมตร และ 254 นาโนเมตร มีค่าขีดต่ำสุดขิงการตรวจวัด และค่าขีดต่ำสุดขิงการวิเคราะห์ เท่ากับ 0.2-9.5 และ 0.7-32 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ในปี ค.ศ. 2016 Pujeri และคณะ ได้วิเคราะห์หาปริมาณยาฆ่าแมลงที่ตกค้างในมะเขือเทศ เพื่อเป็นข้อมูลในการให้คำแนะนำถึงผลกระทบของการตกค้างของยาฆ่าแมลงที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ โดยเลือกศึกษาในมะเขือเทศเนื่องจากมีการปลูกเป็นจำนวนมากในประเทศอินเดียในแคว้นคามาตากา ซึ่งในการเพาะปลูกเกษตรกรมีการใช้ยาฆ่าแมลงในปริมาณมาก

ในปี ค.ศ.2012 Dasika และคณะ ได้ศึกษาวิธีการตรวจหายาฆ่าแมลงที่มีประสิทธิภาพในการหายาฆ่าแมลงตกค้างในตัวอย่างผลไม้และผัก โดยใช้เทคนิค liquid chromatography tandem

mass spectrometry (LC-MS/MS) และการเตรียมตัวอย่างโดยใช้เทคนิค (QuEChERS) method with acetate buffering (AOAC Official Method 2007.01)

ในปี ค.ศ.2007 Perihan และคณะ ได้ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ที่ง่าย รวดเร็ว ประหยัด มีประสิทธิภาพสูง ที่เรียกว่าเทคนิค QuEChERS โดยสกัดยาฆ่าแมลงในตัวอย่างผักและผลไม้ด้วยเอทิลอะซีเตต และอะซีโทไนทริล พบว่าเอทิลอะซีเตทมีความเหมาะสมในการสกัดมากกว่าอะซีโทไนทริล ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค gas chromatographic (GC) ที่ตรวจวัดด้วย electron capture detection (ECD) และ nitrogen-phosphorus detection (NPD) สำหรับขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง หลังจากที่ได้สกัดแล้วจะนำตัวอย่างมาผ่านเทคนิคการสกัดด้วยเฟสของแข็ง พบว่าได้ร้อยละการกลับคืนเท่ากับ 93% และได้ค่าขีดต่ำสุดของการตรวจวัดเท่ากับ 0.005-0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

วัตถุมีพิษการเกษตรหรือสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นส่วนสำคัญหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตและควบคุมคุณภาพให้ได้ตามต้องการ เนื่องจากสารป้องกันศัตรูพืชมิใช่จะมีประโยชน์ในการป้องกันศัตรูพืชแต่อย่างเดียว แต่ยังมีพิษภัยที่ร้ายแรงเป็นผลกระทบต่อผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ฉะนั้นการตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างจากสารกำจัดศัตรูพืชในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรจึงมีความสำคัญยิ่ง เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค โดยจำเป็นต้องตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ให้ไม่เกินจากมาตรฐานกำหนดไว้ ด้วยเครื่องมือหลายๆ ประเภทในการควบคุมคุณภาพ ที่นิยมใช้มีดังนี้ GCMS (with ECD Detector) เป็นเครื่องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสารต่างๆ ในสารตัวอย่าง โดยใช้ก๊าซเป็นตัวพาเอาสารตัวอย่างนั้นไปไหลแยก ในสภาวะที่เหมาะสมแล้วตรวจวัดค่าของสารต่างๆ ที่แยกได้นั้น ด้วยชุดตรวจวัดชนิด Electron Capture Detector พร้อมทั้งตรวจวิเคราะห์หาค่ามวลต่อประจุ (Mass Number) เพื่อแปรผลหาชนิดและปริมาณโครงสร้างโมเลกุลของ สารเหล่านั้นโดยอัตโนมัติด้วยระบบคอมพิวเตอร์ สามารถประยุกต์ใช้ในงานวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้างประเภทที่มีธาตุคลอรีนเป็นองค์ประกอบ (Organo Chlorinated Pesticides) ในอาหารประเภท เนื้อสัตว์ , ผักสด , ผลไม้ เป็นต้น เช่น สารกำจัดศัตรูพืชจำพวก DDT, DDE, Dieldrin, Aldrin, Heptaclor ฯลฯ เป็นต้น ยืนยันการตรวจสอบสารพิษตกค้างชนิดต่างๆ โดยเปรียบเทียบโครงสร้างของสารที่วัดโดยส่วนวัดมวลสาร (MSD) และเครื่อง HPLC เป็นเครื่องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสารประกอบต่างๆ ในสารตัวอย่าง โดยใช้สารของเหลว(Liquid) เป็นตัวพา (Mobile Phase) เอาสารตัวอย่าง เหล่านั้นไปแยกในสภาวะที่เหมาะสม โดยสามารถตรวจวัดค่าของสารที่แยกได้เหล่านั้น ด้วยชุดตรวจวัดชนิดต่างๆ ที่เหมาะสม พร้อมทั้สามารถคำนวณหาชนิดและปริมาณได้โดยเทียบกับสารมาตรฐานด้วยระบบคอมพิวเตอร์ สามารถประยุกต์ใช้ในงานวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง กลุ่มคาร์บาเมต สารตกค้าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในอาหารประเภทสารกำจัดศัตรูพืชจำพวก Sethoxdim, Copper terephthalate, Trifunizole, Pyridate ฯลฯ สารตกค้างในอาหารประเภทสารพิษจากเชื้อรา เช่น Mycotoxin Aflatoxin ฯลฯ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

3.1 วัสดุอุปกรณ์

3.1.1 ตัวอย่าง

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากร้านค้าในตลาดสด 3 แห่ง และห้างสรรพสินค้า 2 แห่งในพื้นที่อำเภอเมือง และอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม รวมจำนวน 5 แห่ง โดยแบ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างผักสดที่มีความนิยมในการบริโภค 8 ชนิด ได้แก่ กะหลำปลี ผักคะน้า ผักกาดขาว ใบโหระพา มะเขือเทศ พริกสด แตงกวา และถั่วฝักยาว ชนิดละ 3 ตัวอย่างรวมเป็น 120 ตัวอย่าง สุ่มตัวอย่างผลไม้สด 4 ชนิด ชนิดละ 3 ตัวอย่าง ได้แก่ แตงโม ส้ม ฝรั่ง และแอปเปิ้ล รวมเป็น 60 ตัวอย่าง และสุ่มตัวอย่างผักแปรรูปอีก 2 ชนิด ชนิดละ 3 ตัวอย่าง คือพริกแห้ง และหอมแดง รวมเป็น 30 ตัวอย่าง

3.1.2 สารเคมี และอุปกรณ์

สารเคมีและเครื่องแก้วที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นชนิดเออาร์เกรดยกเว้นสารละลายมาตรฐาน ที่เป็นชนิด HPLC เกรด ประกอบด้วย สารละลายเฮกเซน (hexane) สารละลายอะซิโตน (acetone) สารละลายไดคลอโร มีเทน (dichloromethane) โซเดียม คลอไรด์ (Sodium Chloride) สารละลายเอททิลอะซิเตท (ethyl acetate) สารโซเดียมซัลเฟตที่ปราศจากน้ำ กรดฟอร์มิก (formic acid) สารละลายเมทานอล (methanol) สารอะซิโตไนไตรต์ (acetronitrile) ชุดทดสอบยาฆ่าแมลง-สารพิษตกค้าง (Pesticide Test Kit, GT)

สารละลายมาตรฐานของ สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช (ชนิด HPLC grade) ประกอบด้วย

- ออกซามิล (Oxamyl)
- เมโทมิล (Methomyl)
- อัลดิคาป (Aldicarb)
- คาร์โบฟูแรน (Carbofuran)
- คาร์บาริล (Carbaryl)
- ไอโซโปคาร์ป (Isoprocarb)
- เฟโนบูคาร์ป (Fenobucarb)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- เมธิโอคาร์ป (Methyiocarb)
- อะดิคาร์ป ซัลฟอกไซด์ (Adicarb Sulfoxide)
- อะดิคาร์ป ซัลโฟน (Adicarb Sulfone)
- คาร์โบฟูแรน (Carbofuran-3-OH)
- ไบเฟนทริน (Bifenthrin)
- เพอร์มิทริน (Permethrin)
- ไซฮาโลทริน (Cyhalothrin)
- เดลตามิทริน (Deltamethrin)
- ไซเพอร์มิทริน (Cypermetrin)
- เฟนวาเลอเอท (Fenvalerate) และ
- ไซฟลูทริน (Cyfluthrin)

3.1.3 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐาน (Stock solution) แต่ละชนิดความเข้มข้น 250-500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในอะซีโตน โดยเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -4^{0}C สำหรับ Working standard solution เตรียมโดยปิเปต stock solution 1 mL ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 mL ปรับปริมาตรด้วยอะซีโตน และเตรียมสารละลายมาตรฐานแต่ละชนิดในช่วงความเข้มข้นท่ต้องการ โดยะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งก่อนการวิเคราะห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC และGC-ECD นำตัวอย่างผักและผลไม้แต่ละชนิดมาหั่นให้เป็นชิ้นเล็กลงด้วยมีด ทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่อง homogenizer ก่อนทำการสกัดตามวิธีต่อไปนี้

3.2.1 ขั้นตอนการสกัดสารกลุ่ม Carbamate

ชั่งตัวอย่าง 25 ± 0.05 กรัม แล้วเติม acetone 50 mL dichloromethane 40 mL และ sodium chloride ประมาณ 10 กรัม แล้วสกัดตัวอย่างโดยใช้ homogenizer ที่ความเร็ว 11,000 รอบ/นาที นาน 2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้สักครู่จนสารละลายใส รินสารละลายส่วนใสใส่ ลงในขวดเตรียมตัวอย่าง ที่เติม sodium sulfate ไว้ประมาณ 15 กรัม ปิดฝาขวดตัวอย่าง ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที โดยเขย่าแบบแกว่งเบาๆ เป็นครั้งคราว กรองสารละลายผ่าน sodium sulfate

ประมาณ 20 กรัม โดยใช้ cylinder ขนาด 50 mL หรือ 100 mL รองรับ ให้ได้ปริมาตร 50 mL เทสารละลายที่ได้ลงใน round bottom flask ขนาด 100 mL แล้วนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่ตั้งอุณหภูมิของ water bathไว้ไม่เกิน 42 °C จนเกือบแห้ง จากนั้นดูดส่วนที่ระเหยจนเกือบแห้งลงใน Volumetric flask ขนาด 5 ml ก่อน จากนั้นละลาย residues โดยใช้ dropper อันใหม่ดูด ethyl acetate ครั้งละน้อยๆ ใส่ลงใน round bottom flask แล้วใช้ dropper อันแรกฉีดล้างด้านข้างของ round bottom flask ด้านใน จนสะอาด จากนั้นถ่ายสารละลายที่ได้ลงใส่ Volumetric flask ขนาด 5 mL เดิม แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 5 mL ด้วย ethyl acetate (ปิดฝา Volumetric flask) นำไป mix ให้เข้ากัน แบ่งสารละลายมา 2 mL นำไปเป่าแห้งด้วย N-evaporator จนแห้ง แล้วเติมสารละลาย 0.01% Formic acid in 1% Methanol in Dichloromethane 3 mL แล้วนำไป mix ให้เข้ากัน จากนั้นนำไป Clean up

ขั้นตอนการ Clean up ตัวอย่างด้วย SPE-NH2

1. Pre - wash SPE-NH2 ด้วย Dichloromethane 5 mL ปล่อยสารละลายทิ้ง

2. เติม 0.01 % Formic acid in 1% Methanol : Dichloromethane 5 mL ปล่อยสารละลายทิ้ง

3. ดูดสารละลายจากตอนแรก ใส่ลงใน SPE-NH_2 เก็บสารละลายใส่ลงใน Tube ขนาด 50 mL

4. เติม 0.01 % Formic acid in 1% Methanol : Dichloromethane 4 mL ใส่ลงใน Tube แล้วนำไป mix จากนั้นดูดสารละลายที่ได้ใส่ลงใน SPE – NH_2

5. ดำเนินการซ้ำตามข้อ 4 อีก 1 ครั้ง และเติม Dichloromethane 4 mL อีกครั้ง แล้วเก็บสารละลายได้ทั้งหมด นำสารละลายที่ได้ไปลดปริมาตรด้วย evaporator จนแห้ง แล้วเติมสารละลาย 0.01% Formic acid in Methanol : DI (1:1) 2 mL จากนั้นนำไป Sonicate 1 นาที แล้วถ่ายสารละลายที่ได้ลงใน vial ขนาด 2 mL แล้วนำไปทดสอบด้วย เครื่อง HPLC ต่อไป

3.2.2 ขั้นตอนการสกัดสารกลุ่ม Organochlorine และ Pyrethroid

ชั่งตัวอย่าง 25 ± 0.05 กรัม ลงในขวดเตรียมตัวอย่างขนาด 250 mL เติม acetone 50 mL dichloromethane 40 mL และ sodium chloride ประมาณ 10 กรัม แล้วสกัดตัวอย่างโดยใช้ homogenizer ที่ ความเร็ว 11,000 รอบ/นาที นาน 2 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้สักครู่จนสารละลายใส รินสารละลายส่วนใสใส่ ลงในขวดเตรียมตัวอย่างขนาด 250 mL ที่เติม sodium sulfate ไว้

ประมาณ 15 กรัม ปิดฝาขวดตัวอย่าง ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 1 นาที โดยเขย่าแบบแกว่งเบาๆ เป็นครั้งคราว จากนั้นกรองสารละลายผ่าน sodium sulfate ประมาณ 20 กรัม ซึ่งบรรจุอยู่ในกรวยแก้วที่มีสำลีรองก้นอยู่ โดยใช้ cylinder ขนาด 50 mL หรือ 100 mL รองรับ ให้ได้ปริมาตร 50 mL เทสารละลายที่ได้ลงใน round bottom flask ขนาด 100 mL แล้ว rinse cylinder ด้วย acetone ประมาณ 10 mL แล้วเทรวมลงใส่ round bottom flask ขนาด 100 mL ใบเดิม นำสารที่ได้ไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่ตั้งอุณหภูมิของ water bathไว้ไม่เกิน 42 °C จนเกือบแห้ง แล้วดูดส่วนที่ระเหยจนเกือบแห้งลงใน Volumetric flask ขนาด 5 ml ก่อน จากนั้นละลาย residues โดยใช้ dropper อันใหม่ดูด ethyl acetate ครั้งละน้อยๆ ใส่ลงใน round bottom flask แล้วใช้ dropper อันแรกฉีดล้างด้านข้างของ round bottom flask ด้านใน จนสะอาด จากนั้นถ่ายสารละลายที่ได้ลงใส่ Volumetric flask ขนาด 5 mL เดิม แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 5 mL ด้วย ethyl acetate (ปิดฝา Volumetric flask) นำไป mix ให้เข้ากัน จากนั้นแบ่งสารละลายมา 2 mL นำไปเป่าแห้งด้วย evaporator จนแห้ง แล้วเติมสารละลาย Hexane : Dichloromethane (4:1) 8 mL แล้วนำไป mix ให้เข้ากัน จากนั้นนำไป Clean up

ขั้นตอนการ Clean up ตัวอย่างด้วย SPE- Silica

1. Pre - wash SPE-Silica ด้วย Hexane 5 mL ปล่อยสารละลายทิ้ง

2. ดูดสารละลายจากข้อ 9 ใส่ลงใน SPE- Silica เก็บสารละลายใส่ลงใน Round Bottom flask ขนาด 50 ML

3. เติม Hexane : Dichloromethane (1:1) 5 mL ใส่ลงใน Tube แล้วนำไป mix จากนั้นดูดสารละลายที่ได้ใส่ลงใน SPE –Silica แล้วเก็บสารละลายทั้งหมด นำสารละลายที่ได้ไปลดปริมาตรด้วย Rotary evaporator จนแห้ง แล้วเติม Hexane 1 mL ถ่ายสารละลายที่ได้ลงใน vial ขนาด 2 mL แล้วนำไปทดสอบด้วย เครื่อง GC –ECD

3.3 เครื่องมือวิเคราะห์

3.3.1 เครื่องมือวิเคราะห์ Carbamate

สภาวะเครื่อง LC-MS

Column: Reverse phase C18

Flow rate: 0.23 mL/minute

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Injection volume: 5 μL

Column temperature: 40 °C

Mobile phase: A = 0.01 % Formic acid in water,

B = 0.01 % Formic acid in methanol

Run time: 20 min

Post time: 5 min

Ms condition

Ionization mode : APS-ES (Atomospheric Pressure Ionization-Electrospay)

Polarity : Positive

Spay Chamber

Drying gas temperature : 315 °C

Drying gas : 12.5 L/min

Capillary voltage : 4000V

Mass Analyzer

Sim Parameters : Signal 1 (Target Ion for Quantitative Analysis)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.3.2 เครื่องมือวิเคราะห์ Organochlorine และ Pyrethroind

เครื่อง Gas Chromatograph ชนิด ECD Detector

Column: HP - 5 ยี่ห้อ Agilent 0.32 mm x 250μm x 30 m

Carrier gas: Helium ชนิด High purity (HP) Flow rate 1.4 mL/min

Carrier gas mode: (constant pressure)

Make- up gas: Nitrogen ชนิด High purity (HP) Flow rate 60 mL/min

Injection mode: Splitless

Injection temperature: 210 °C

Purge flow : 60 mL/min Purge time : 0.75 min

Detector type: electron capture Detector (ECD)

Detector temperature: 300 °C

Injection Volume: 2 μL

Oven temperature: Initial column temperature: 85 °C

Rate at 15 °C / min to 230 °C hold for 1 min

Rate at 5 °C / min to 250 °C hold for 30 min

3.3.3 การคำนวณหาปริมาณ

ความเข้มข้นของสารที่ตรวจพบคำนวณผลโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน โดยคำนวณจากสมการเส้นตรง Y = aX + b (ภาคผนวก ข)

เมื่อ X คือ ความเข้มข้นของสารมาตรฐาน

Y คือ พื้นที่ใต้กราฟของสารมาตรฐาน

a คือ ความชัน

b คือ จุดตัดแกน

3.4 การตรวจสอบด้วยวิธีการอย่างง่าย

ตรวจสอบยาฆ่าแมลงตกค้างในผัก ผลไม้สด และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผักและผลไม้ ด้วยชุดทดสอบยาฆ่าแมลง-สารพิษตกค้าง GT (Pesticide Test Kit) โดยสามารถตรวจสอบยาฆ่าแมลงในกลุ่มสารประกอบฟอสเฟต คาร์บาเมต และสารพิษอื่นๆ ที่เป็นกลุ่มคลอลิเน มีค่าขีดต่ำสุดของการตรวจวัดเท่ากับ 0.05 mg/kg สำหรับวิธีการตรวจวิเคราะห์อย่างง่ายและกึ่งรวดเร็วนี้ ใช้หลักการตรวจหาสารพิษด้วยวิธี Acetyl cholinesterase Inhibition Technique โดยทฤษฎีที่ว่าสารพิษในกลุ่มสารประกอบฟอสเฟต และ/หรือคาร์บาเมทมีคุณสมบัติเด่นในด้านการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซม์ในร่างกายได้ เมื่อร่างกายได้รับสารพิษในกลุ่มเหล่านี้ จะทำให้ไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ จึงนำหลักการนี้มาใช้เป็นวิธีการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อคัดกรองสารพิษใน 2 กลุ่มสารนี้ที่มีการใช้มาก แต่จากการประเมินวิธีการตรวจสอบพบว่า วิธีนี้ไม่มีความเฉพาะเจาะจง (specificity) กับเฉพาะสารใน 2 กลุ่มนี้เท่านั้น ยังสามารถเกิดผลในทางบวกกับสารพิษอื่น เช่น ความเป็นพิษในตัวของพืชสมุนไพรบางชนิด ได้แก่ เมล็ดแก่สีแดงของผลมะระขี้นก หรือสารพิษที่เกิดจากการย่อยสลายโดยวิธีการทางธรรมชาติ (Bio degradation products) หรือเกิดความเป็นพิษจากการเสริมฤทธิ์ของสารพิษปริมาณต่ำกับเนื้อเยื่อของพืช ทำให้เกิดผลดีต่อการคุ้มครองผู้บริโภคที่สามารถตรวจเพื่อคัดกรองสารพิษอื่นได้อีกด้วย ดังนั้นวิธีการนี้จึงมีความแตกต่างจากวิธีการทางห้องปฏิบัติการที่ตรวจเป็นชนิดสาร การประเมินว่าปลอดภัยหรือไม่ปลอดภัยจะดูจากการเปรียบเทียบค่ากำหนดของชนิดสารเคมีกับชนิด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อาหาร ซึ่งหากมีการตกค้างของสารพิษมากชนิดในตัวอย่างเดียว แต่ปริมาณการตกค้างไม่เกินค่ากำหนดในทุกชนิดสารเคมี ให้ถือว่าปลอดภัย มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

(1). ตัวอย่างผัก-ผลไม้บด/หั่นละเอียด 5 กรัม

(2). เติมน้ำยา Solvent-1 จำนวน 5 ซีซี

(3). เขย่าประมาณ 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 – 15 นาที

(4). ดูดน้ำยาสกัดตัวอย่าง จากขั้นตอนที่ 3 ลงในหลอดแก้ว จำนวน 1 ซีซี / 4 ส่วน

(5). เติมน้ำยา Solvent-2 จำนวน 1 ซีซี/ 4 ส่วน ลงไปในหลอดแก้วเดียวกัน

(6). จะพบว่าน้ำยาแยกเป็น 2 ชั้น จากนั้นนำไปประเหยในน้ำยา Solvent-1 ที่อยู่ชั้นล่างหมดไป โดยน้ำยาที่เหลือจากขั้นตอนการระเหย จะใช้เป็น “Sample extract” ที่จะใช้ในการตรวจต่อไป

ขั้นตอนการตรวจสอบ : ขั้นตอนนี้จะต้องทำในอ่างน้ำอุ่นควบคุมอุณหภูมิที่ 32-36 °c

	หลอดตัดสิน	หลอดควบคุม	หลอดตัวอย่าง
	Solvent-2	Solvent-2	Sample extract
	1 ส่วน	1 ส่วน	1 ส่วน
GT-1	2 ส่วน	2 ส่วน	2 ส่วน วางไว้ 5 – 10 นาที
GT-2 + GT-2.1	1.5 ส่วน	1 ส่วน	1 ส่วน วางไว้ 8/30/60 นาที (หรือตามเวลาที่ระบุไว้บนฉลาก)
GT-3 + GT-3.1	4 ส่วน	4 ส่วน	4 ส่วน เขย่า
GT-4	2 ส่วน	2 ส่วน	2 ส่วน เขย่า
GT-5	2 ส่วน	2 ส่วน	2 ส่วน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หมายเหตุ : 1 ส่วน = 0.25 ซีซี, 1.5 ส่วน = 0.375 ซีซี

ขั้นตอนการอ่านผล

ความเข้มข้นของสีในหลอดทดลอง		ผลการตรวจสอบ
หลอดตัวอย่าง ≤ หลอดควบคุม	➡	ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง
หลอดควบคุม < หลอดตัวอย่าง < หลอดตัดสิน	➡	พบสารพิษตกค้างในระดับปลอดภัย
หลอดตัวอย่าง ≥ หลอดตัดสิน	➡	พบสารพิษตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย

ขั้นตอนการสกัดสารพิษ

1. ตัวอย่างผัก-ผลไม้บด/หั่นละเอียด 5 กรัม + 2. เติมน้ำยา Solvent-1 จำนวน 5 ซีซี

↓

3. เขย่าประมาณ 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 – 15 นาที

↓

4. ดูดน้ำยาสกัดตัวอย่าง จากขั้นตอนที่ 3 ลงในหลอดแก้ว จำนวน 1 ซีซี / 4 ส่วน + 5. เติมน้ำยา Solvent-2 จำนวน 1 ซีซี/ 4 ส่วน ลงไปในหลอดแก้วเดียวกัน

↓

6. จะพบว่าน้ำยาแยกเป็น 2 ชั้น จากนั้นนำไประเหยในน้ำยา Solvent-1 ที่อยู่ชั้นล่างหมดไป โดยน้ำยาที่เหลือจากขั้นตอนการระเหย จะใช้เป็น “Sample extract” ที่จะใช้ในการตรวจต่อไป

↓

ขั้นตอนการตรวจสอบ : ขั้นตอนนี้จะต้องทำในอ่างน้ำอุ่นควบคุมอุณหภูมิที่ 32-36 °c

	หลอดตัดสิน	หลอดควบคุม	หลอดตัวอย่าง
	Solvent-2	Solvent-2	Sample extract
	1 ส่วน	1 ส่วน	1 ส่วน
GT-1	2 ส่วน	2 ส่วน	2 ส่วน วางไว้ 5 – 10 นาที
GT-2 + GT-2.1	1.5 ส่วน	1 ส่วน	1 ส่วน วางไว้ 8/30/60 นาที (หรือตามเวลาที่ระบุไว้บนฉลาก)
GT-3 + GT-3.1	4 ส่วน	4 ส่วน	4 ส่วน เขย่า
GT-4	2 ส่วน	2 ส่วน	2 ส่วน เขย่า
GT-5	2 ส่วน	2 ส่วน	2 ส่วน

หมายเหตุ : 1 ส่วน = 0.25 ซีซี, 1.5 ส่วน = 0.375 ซีซี

↓

การอ่านผล

รูปที่ 3.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการทดสอบยาฆ่าแมลง-สารพิษตกค้าง GT

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงตกค้างในผักและผลไม้

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างผัก ผลไม้และผักผลไม้แปรรูป ที่สุ่มตัวอย่างจากตลาดสด 3 แห่ง และห้างสรรพสินค้า 2 แห่ง ในจังหวัดมหาสารคาม โดยเก็บตัวอย่างผัก ดังนี้ กะหล่ำปลี ผักคะน้า ผักกาดขาว โหระพา มะเขือเทศ แตงกวา ถั่วฝักยาว และพริกสด ตัวอย่างผลไม้ ดังนี้ แตงโม ส้ม ฝรั่ง แอปเปิ้ล และตัวอย่างพริกแห้ง และหอมแดง

4.1.1 **ผลการวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงตกค้างในผัก**

จากตารางที่ 4.1 แสดงผลของการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมตในผัก จำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผัก พบว่าจากจำนวนผักที่จำหน่ายตามตลาดสดจำนวน 72 ตัวอย่าง มีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในในระดับไม่ปลอดภัยจำนวน 32 ตัวอย่าง และระดับปลอดภัยจำนวน 40 ตัวอย่าง และผักที่จำหน่ายที่ห้างสรรพสินค้าจำนวน 48 ตัวอย่าง มีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในในระดับไม่ปลอดภัยจำนวน 13 ตัวอย่าง และระดับปลอดภัยจำนวน 35 ตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.1 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมต จำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผัก

ผลการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้าง	แหล่ง		จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละ
	ตลาดสด	ห้างสรรพสินค้า		
ระดับปลอดภัย	40	35	75	62.5
ระดับไม่ปลอดภัย	32	13	45	37.5
รวม	72	48	120	100.0

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างผัก 120 ตัวอย่าง พบว่ามีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในผักจำแนกตามชนิดของผัก ดังแสดงในตารางที่ 4.2 พบว่าถั่วฝักยาว พริกสดและแตงกวามีการตกค้างของยาฆ่าแมลงมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับผักชนิดอื่นที่ศึกษา และนอกจากนี้ยังพบว่าผักที่จำหน่ายในตลาดสดจะพบว่ามีสารตกค้างมากกว่าที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้า

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมต จำแนกตามชนิดของผัก

ชนิดผัก	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย		รวมจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย	ร้อยละ
	ตลาดสด 3 แห่ง	ห้างสรรพสินค้า 2 แห่ง		
ถั่วฝักยาว	6	2	8	53.3
คะน้า	4	2	6	40.0
แตงกวา	6	2	8	53.5
พริกสด	6	2	8	53.5
โหระพา	2	1	3	20.0
ผักกาดขาว	3	1	4	26.7
กะหล่ำปลี	3	2	5	33.3
มะเขือเทศ	2	1	3	20.0
รวม	32	13	45	

ผลการวิเคราะห์พบว่าถั่วฝักยาว แตงกวา และพริกสด มีการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน 8 ตัวอย่างเท่ากันจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 53.5 รองลงมาคือคะน้ามีการตรวจพบยาฆ่าแมลง ตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน 6 ตัวอย่างจาก จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 40.0 กะหล่ำปลีมีการตรวจพบยาฆ่าแมลง ตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน 5 ตัวอย่างจาก จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 33.3 ผักกาดขาวมีการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับ ที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน 4 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 26.7 ส่วนโหระพาและมะเขือเทศมีการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างใน ระดับที่ไม่ปลอดภัยชนิดละ 3 ตัวอย่างจากจำนวน ตัวอย่างชนิดละ 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 20.0

4.1.2 **ผลการวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงตกค้างในผลไม้**

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลของการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมตในผลไม้ จำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผลไม้ พบว่าจากจำนวนผลไม้ที่จำหน่ายตามตลาดสดจำนวน 60 ตัวอย่างมีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในระดับไม่ปลอดภัยจำนวน 49 ตัวอย่าง และระดับปลอดภัยจำนวน 11

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวอย่าง และจำนวนผลไม้ที่จำหน่ายตามห้างสรรพสินค้าจำนวน 40 ตัวอย่างมีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในระดับไม่ปลอดภัยจำนวน 12 ตัวอย่าง และระดับปลอดภัยจำนวน 28 ตัวอย่าง จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างผลไม้จำนวน 100 ตัวอย่าง พบว่ามีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในผักจำแนกตามชนิดของ เมื่อเปรียบเทียบกับผักชนิดอื่นที่ศึกษา พบว่าแอปเปิ้ลมีการตกค้างของยาฆ่าแมลงมากที่สุด รองลงมาคือฝรั่ง และนอกจากนี้ยังพบว่าผลไม้ที่จำหน่ายในตลาดสดจะพบว่ามีสารตกค้างมากกว่าที่จำหน่ายในห้างสรรพสินค้า

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมต จำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผลไม้

ผลการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้าง	แหล่ง		จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละ
	ตลาดสด	ห้างสรรพสินค้า		
ระดับปลอดภัย	14	16	30	50.0
ระดับไม่ปลอดภัย	22	8	30	50.0
รวม	36	24	60	100

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างผลไม้ 60 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายทั้งในตลาดสดและห้างสรรพสินค้า พบว่ามีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในผลไม้จำแนกตามชนิด ดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่นที่ศึกษา ฝรั่งมีการตกค้างของยาฆ่าแมลงมากที่สุด รองลงมาคือแตงโม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมต จำแนกตามชนิดของผลไม้

ชนิดผลไม้	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย		รวมจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย	ร้อยละ
	ตลาดสด 3 แห่ง	ห้างสรรพสินค้า 2 แห่ง		
ส้ม	3	1	4	26.7
แอปเปิ้ล	6	2	8	53.3
แตงโม	6	2	9	60.0
ฝรั่ง	7	3	10	66.7
รวม	22	8	31	

ผลการวิเคราะห์พบว่าฝรั่ง มีการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน 10 ตัวอย่างเท่ากันจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิด เป็นร้อยละ 66.7 รองลงมาคือแตงโมมีการตรวจพบยาฆ่าแมลง ตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน 9 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 60.0 แอปเปิ้ลมีการตรวจพบยาฆ่าแมลง ตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน8 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 53.3 และส้มมีการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน 4 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 26.7

4.1.3 **ผลการวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงตกค้างในผักแปรรูป**

จากตารางที่ 4.5 แสดงผลของการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมตในผักและผลไม้แปรรูป จำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผักและผลไม้แปรรูป พบว่าจากจำนวนผักและผลไม้แปรรูป ที่จำหน่ายตามตลาดสดจำนวน ตัวอย่างมีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในในระดับไม่ปลอดภัยจำนวน 10 ตัวอย่าง และระดับปลอดภัยจำนวน 20 ตัวอย่าง

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมต จำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผักและผลไม้แปรรูป

ผลการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้าง	แหล่ง		จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	ร้อยละ
	ตลาดสด	ห้างสรรพสินค้า		
ระดับปลอดภัย	11	9	20	66.7
ระดับไม่ปลอดภัย	7	3	10	33.3
รวม	18	12	30	100

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างผักและผลไม้แปรรูป 30 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายทั้งในตลาดสดและห้างสรรพสินค้า พบว่ามีการตกค้างของยาฆ่าแมลงในผลไม้จำแนกตามชนิด ดังแสดงในตารางที่ 4.6 พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลไม้ชนิดอื่นที่ศึกษา หอมแดงมีการตกค้างของยาฆ่าแมลงมากว่าพริกแห้งที่ได้ทำการสุ่มตัวอย่างมาศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์ และคาร์บาเมต จำแนกตามชนิดของผลไม้

ชนิด	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย		รวมจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับไม่ปลอดภัย	ร้อยละ
	ตลาดสด 3 แห่ง	ห้างสรรพสินค้า 2 แห่ง		
พริกแห้ง	3	1	4	26.7
หอมแดง	4	2	7	46.7
รวม	7	3	10	

ผลการวิเคราะห์พบว่าพริกแห้ง มีการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับที่ไม่ปลอดภัยจำนวน 4 ตัวอย่างเท่ากันจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิด เป็นร้อยละ 26.7 และหอมแดง มีการตรวจพบยาฆ่าแมลงตกค้างในระดับ ที่ไม่ปลอดภัยมีจำนวน 7 ตัวอย่างจากจำนวนตัวอย่าง ทั้งหมด 15 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 46.7

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักสด ผลไม้สดและผัก ผลไม้แปรรูป

จากการศึกษาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผัก ผลไม้และผัก ผลไม้แปรรูป โดยเก็บตัวอย่างผัก ผลไม้ จากตลาดสดและห้างสรรพสินค้า จำนวน 5 แห่ง ในเขตจังหวัดมหาสาคามโดยมี 3 แห่งอยู่ใน อำเภอเมือง จ.มหาสารคาม และอีก 2 แห่ง อยู่ในอำเภอโกสุมภิสัย จ.มหาสารคาม จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 210 อย่าง โดยแบ่งออกเป็นผัก 120 ตัวอย่าง ผลไม้ 60 ตัวอย่าง และผักแห้ง 30 ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์โดยเตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์โดยการใช้เทคนิคลิควิด โครมาโทกราฟี และแก๊สโครมาโทกราฟี เพื่อหาปริมาณสารเคมีตกค้าง ผลการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมต และไพรีทอยด์ที่ปนเปื้อนในพืชผักและผลไม้ที่เก็บจากตลาดสดในพื้นที่ศึกษาวิจัย ซึ่งประกอบด้วยผักผลไม้ และผักแห้งจำนวน 14 ชนิด ที่ได้รับความนิยมในการบริโภคมากที่สุด ได้แก่ ถั่วฝักยาว คะน้า ผักกาดขาว แตงกวา พริก กะหล่ำปลี มะเขือเทศ โหระพา ส้ม แอปเปิ้ล ฝรั่งและแตงโม และพืชแห้งคือ พริกแห้งและหอมแดง พบว่ามีสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้เหล่านี้ เช่น คลอร์ไพริฟอส ไดอะซีนอน ไดเมทโธเอท อีไทออน เฟนิโตรไทออน มาลาไทออน เมทิดาไธออน พาราไทออน-เมทิล โปรฟีโนฟอส โปรไทโอฟอส และ ไตรอะโซฟอส (chlorpyrifos diazinon dimethoate ethion fenitrothion malathion methidathion parathion-methyl profenofos prothiophos และ triazophos) โดยสารกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบในผักและผลไม้ทุกชนิด คือ คลอร์ไพริฟอส ผักที่มีสารตกค้างจำนวนหลายชนิดมากที่สุด ได้แก่ แตงกวาและพริกสด โดยพบสารเคมีตกค้างจำนวน 4-5 ชนิด ผลไม้ที่มีสารตกค้างจำนวนหลายชนิดมากที่สุด ได้แก่ ฝรั่ง โดยพบสารเคมีตกค้างจำนวน 7-9 ชนิด ผลไม้ที่พบความถี่ในการตรวจพบสารเคมีมากที่สุด คือ ฝรั่งและแตงโมอยู่ที่ร้อยละ 66.7 และ 60.0 ตามลำดับ เมื่อคำนวณการบริโภคและปริมาณการตกค้างของสารเคมีในร่างกาย พบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่ยอมรับให้เข้าสู่ร่างกายได้ในแต่ละวัน (Acceptable Daily Intake; ADI) อย่างไรก็ตามประชาชนก็ยังมีความเสี่ยงที่จะประสบปัญหาสุขภาพ โดยเฉพาะปัญหาด้านการสื่อสารในระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ และระบบอื่นๆ อันเป็นผลมาจากการได้รับสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่ร่างกาย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาทำให้ทราบถึงปัญหาการปนเปื้อนของสารเคมียาฆ่าแมลงในผลิตผลทางการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นผักสด ผลไม้สด รวมถึงผักแปรรูป ซึ่งยังมีการปนเปื้อน อยู่มาก เนื่องจากมีการใช้สาร เคมีในการกำจัดศัตรูพืชอย่างแพร่หลายในเกษตรกร ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรมีแนวทางในการแก้ไขปัญหาในการลดการใช้สารเคมี รวมถึงมีการให้ความรู้แก่เกษตรกรให้เข้าใจถึงผลกระทบจากสารเคมีที่มีต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจส่งเสริมการปลูกพืชอินทรีย์ ตลอดจนการให้ความรู้ในเรื่องการเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนนำมาขาย ซึ่งจะเป็นการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน และในส่วนของผู้บริโภคนั้นก็ควรตระหนักถึงอันตรายจากสารเคมีที่ปนเปื้อนมา จึงควรจะมีวิธีการล้างให้สะอาดก่อน การบริโภค

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

จารุพงศ์ ประสพสุข และคณะ. **สถานการณ์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผักและผลไม้ในระบบการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสาหรับพืช (GAP) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน**. รายงานกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น. 2555.

พาลาภ สิงหเสนี **พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, หน้า 71-110. 2535.

นันทิรา หงส์ศรีสุวรรณ์. **ความปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างในผักปลอดสาร**. วารสาร มฉก. วิชาการ. ปีที่ 18 ฉบับที่ 35 กรกฎาคม - ธันวาคม 2557

นันทิดา เหมือนมาตย์ และคณะ. **ผลของการเรียนรู้ต่อการใช้สารเคมีกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตในการปลูกผักกาดขาวของเกษตรกรตำบลตระกาจ อำเภอกันทรลักษ์ จังหวัดศรีสะเกษ**. วารสารศรีวนาลัยวิจัย ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 .

สุรัตดา ศรีสุวรรณ์ และจันทร์เพ็ญ อินทรประเสริฐ. **การวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดวัชพืชกลุ่มคลอโรฟีนอกซีอะซิติกแอซิด**. Graduate Research Conference. 2012, 367-375.

สาคร ศรีมุข **ผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย**. วาสารสำนักวิชาการ สำนักงานเลขาธิการวุฒิสภาปีที่ 3 ฉบับที่ 17 กันยายน 2556.

สุภาพร ใจการุณ และคณะ **สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในอาหารท้องถิ่น.** เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเพื่อเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปี 2555.

สุธาสินี อุ้งสูงเนิน ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช. Journal of Science and Technology Vol. 9 No. 1 January-April 2015.

Al-Rimawi, F. **A HPLC-UV method for determination of three pesticides in water**. International Journal of Advances in Chemistry. 2(1). 2016.

Canada,F., Mansilla, A., Giron, A.J. and Pena, A. M. **Simiultaneous determination of the residues of fourteen quinolones and fluoroquinolones in fish samples and fluorescence detection**. Czech Jouranal of Food Science. 30, 2012, 74-82.

Li, J., Li, Y., Xu, D., Zhang, J., Wang, Y. and Luo, C. **Determination of**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

metrafenone in vegetables by matrix solid-phase dispersion and HPLC-UV method. Food Chemistry. 214. 2017, 77-81.

Pujeri, U.S., Pujar, A.S., Pujari,K.G. Kumbar, M.I. and Yadawe, M.S. **Quantitative Analysis of Pesticide Residues in Vegetables**. International Journal of Scientific&Engineering Research, Volume 7, Issue 5, May-2016.

Perihan, A., Arpad, A., Lehotay, S. and Cannavan, **A. Validation of an efficientmethod for the determination ofpesticide residues in fruits and vegetables using ethyl acetate for extraction.** Journal of Environnnenia/ Science and Health Part B 42. 2007, 481-490.

Rohan, D., Siddharth, T. and Padmaja, N. **Pesticide residue analysis of fruits and vegetables.** Journal of Environmental Chemistry Ecotoxicology, 4(2), 22 2016, 19-28.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายงานการวิจัย

เรื่อง

การหาปริมาณยาฆ่าแมลงตกค้างในผักและผลไม้สด และผลิตภัณฑ์แปรรูปจากผักและผลไม้ ในเขตจังหวัดมหาสารคาม

Qualitative Analysis of Pesticide Residues in Fresh and Processed Products of Vegetables and Fruits in Mahasarakham Province

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ปนัดดา แทนสุโพธิ์

ภิรมย์ สุวรรณสม

ทองสุข พละมา

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2560)

ประวัติย่อผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. **ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย)** นางสาวปนัดดา แทนสุโพธิ์

   (ภาษาอังกฤษ) Ms. Panadda Tansupo

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3 4099 00087 95 1

3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

4. **หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)**

   สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000

   โทรศัพท์ 0-4374-2620 ต่อ 126, 206

   โทรศัพท์มือถือ 080-4001572 **โทรสาร** 0-4374-2620

   E-mail panaddanew@hotmail.com

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5. **ประวัติการศึกษา**

   ปริญญาเอก ปรด. (เคมี) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

   ปริญญาโท วท.ม. (เคมีวิเคราะห์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

   ปริญญาตรี วท.บ. (เคมี) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ**

   - Organic Agriculture
   - Biotechnology
   - Environmental Chemistry
   - Material Science

7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ**

7.1 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว :

บทความวิจัย

Suwannasom, P, **Tansupo, P**., and Ruangviriyachai 2016. A bone-based catalyst for biodiesel production from waste cooking oil**.** Energy Source, Part A. 38(21): p. 3167-3173.

Suwannasom, P, Sriraksa, R., **Tansupo, P**., and Ruangviriyachai 2016. Optimization of biodiesel production from waste cooking oil using waste bone as a catalyst. Energy Source, Part A. 38(21): p. 3221-3228.

Tansupo, P., et al. 2010. Optimized separation procedures for the simultaneous assay of three plant hormones in liquid biofertilizers. Phytochemical Analysis. 21 (2) : p. 157-162 ; March-April,. Impact Factor 2.48.

Tansupo, P., et al. 2008. Effect of environmental conditions on the mobilization of copper (II) and iron (III) by pyoverdin I in artificial contaminated soils." ScienceAsia, 34 (3) : p. 287-292.

Tansupo, P., et al. 2007. Removal of heavy metals from artificially waste water samples based on micelle-templated silica modified with pyoverdin I. Journal of Environmental Sciences, 21 (7) : p. 1009-1016. Impact Factor 2.34.

Tansupo, P., et al. 2007. Effect of pyoverdin I produced by *Pseudomonas aeruginosa* on the mobilization of copper (II) and iron (III) contaminated in natural soil and sea sand samples. International Journal of Pure & Applied Chemistry. 2 (1) : p. 93-98.

ผลงานวิชาการอื่นๆ (เช่น Proceeding หรือ ตำรา)

Panadda Tansupo, Thanonchat Imsombat, Patcharin Buapan, Benjamaporn Juthapad, Sukanya Phugerung and Nathakon Kortpat. Preparation of biosorbent from ground fish scales for the removal of copper from wastewater. Poster presentation at 38st Congress on Science and Technology of Thailand. October 17-19, 2012 Chaimai University, Chaimai.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Panadda Tansupo and Chalerm Ruangviriyachai. 2555 Potential of pyoverdin I on metals remediation from contaminated soil. การประชุมวิชาการ “วิทยาศาสตร์การวิจัย” ครั้งที่ 4 วันที่ 13-14 มีนาคม 2555 ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

Tansupo, P., Suwannasom, P., Jutapad, B. and Buapan, P. 2012 Use of fish scales as biosorption for the removal of Cu(II) ion” at ICSSS 2012. Rajabhat Maha Sarakham University, Maha Sarakham.

ผู้ร่วมวิจัย

1. **ชื่อ - สกุล (ภาษาไทย)** นายภิรมย์ สุวรรณสม

   (ภาษาอังกฤษ) Mr. Pirom Suwannasom

2. **เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน** 3440300327138

3. **ตำแหน่งปัจจุบัน** อาจารย์ประจำสาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม

4. **หน่วยงานที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail**

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000

โทรศัพท์ 0-4374-2620 ต่อ 126, 206

โทรศัพท์มือถือ 089-2757096 **โทรสาร** 0-4374-2620

e-mail piromsuwannasom@hotmail.com

5. **ประวัติการศึกษา**

   ปริญญาเอก ปรด. (เคมี) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

   ปริญญาโท วท.ม.(เคมีวิเคราะห์) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

   ปริญญาตรี วท.บ.(เคมี) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. **สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ**

   - ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์
   - ปุ๋ยชีวภาพ

7. **ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอก**

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประเทศ

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัย

-ไม่มี-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

-ไม่มี-

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

การวิเคราะห์ปริมาณของแคดเมียม และตะกั่วด้วยเทคนิคดิฟเฟอร์เรนเชียลพัลส์อะโนดิกสทริปปิงโวลแทมเมตรีในตัวอย่างน้ำดื่ม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ

-

7.5 ผลงานที่เคยตีพิมพ์และเผยแพร่

Suwannasom, P., Tansupo, P., Chanthai, S. and Ruangviriyachai, C. **GC-MS sceening gibberellic acid (GA_3) in water fermented juices.** Poster presentation at the 5th PERCH Annual Scientific Congress (PERCH Congress V); May 6-9, 2007; Jomtien Palm Beach Resort, Pattaya, Chonburi, Thailand. P. 125

Suwannasom, P., Tansupo, P., Chanthai, S. and Ruangviriyachai, C. **Determination of some plant nutrients in liquid biofertilizers.** Poster presentation at the 8th National Grad Research Conference; September 7-8, 2007; Salaya, Mahidol University, Thailand. P. 247.

Suwannasom, P., Tansupo, P., Chanthai, S. and Ruangviriyachai, C. **Determination of gibberellic acid (GA_3) in liquid biofertilizers**. Oral presentation at the 10th Symposium on Graduate Research, KKU; January 18th 2008; Graduate School Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand. P. 28.

ปนัดดา แทนสุโพธิ์ , ออนวดี สันประภา, สุขสันต์ ไตยันโท, **ภิรมย์ สุวรรณสม**, ศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย และ เฉลิม เรืองวิริยะชัย **การหาปริมาณของออกซินในน้ำหมักชีวภาพอย่างง่าย โดยใช้เทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรี**.การประชุมวิชาการเครือข่ายการวิจัยของสถาบันอุดมศึกษา 17-19 มกราคม 2551 โรงแรมโฆษะ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย หน้า 45-48.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

กราฟมาตรฐานของยาฆ่าแมลง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Calibration Table

Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM

Calculate : External Standard
Based on : Peak Area

Rel. Reference Window : 5.000 %
Abs. Reference Window : 0.000 min
Rel. Non-ref. Window : 5.000 %
Abs. Non-ref. Window : 0.000 min
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Sample Amount : 0.00000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Uncalibrated Peaks : not reported
Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated
Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear
Origin : Included
Weight : Equal

Recalibration Settings:
Average Response : Average all calibrations
Average Retention Time: Floating Average New 75%

Calibration Report Options :
Printout of recalibrations within a sequence:
Calibration Table after Recalibration
Normal Report after Recalibration
If the sequence is done with bracketing:
Results of first cycle (ending previous bracket)

Signal 1: ECD2 B,

RetTime [min]	Sig	Lvl	Amount [mg/kg]	Area	Amt/Area	Ref	Grp	Name
29.315	1	1	1.00000e-2	963.00000	1.03842e-5			Bifenthrin
		2	5.00000e-2	4711.40000	1.06126e-5			
		3	1.00000e-1	9232.00000	1.08319e-5			
		4	5.00000e-1	4.77600e4	1.04690e-5			
		5	1.00000	9.20500e4	1.08637e-5			
31.863	1	1	9.18823e-4	95.27000	9.64441e-6		2	Cyhalothrin 1
		2	4.64931e-3	483.89000	9.60820e-6			
		3	9.49878e-3	999.30000	9.50543e-6			
		4	4.75760e-2	4992.90000	9.52873e-6			
		5	8.78577e-2	9135.00000	9.61770e-6			
32.377	1	1	9.08118e-3	941.60000	9.64441e-6		2	Cyhalothrin 11
		2	4.53507e-2	4720.00000	9.60820e-6			
		3	9.05012e-2	9521.00000	9.50543e-6			
		4	4.52424e-1	4.74800e4	9.52873e-6			
		5	9.12142e-1	9.48400e4	9.61770e-6			
34.253	1	1	9.58834e-4	32.17300	2.98024e-5		3	Permethrin 1
		2	4.78900e-3	160.17000	2.98995e-5			
		3	9.06004e-3	304.13000	2.97900e-5			
		4	5.44147e-2	1851.70000	2.93864e-5			
		5	1.05715e-1	3659.70000	2.88861e-5			
34.698	1	1	9.04117e-3	303.37000	2.98024e-5		3	Permethrin 11
		2	4.52110e-2	1512.10000	2.98995e-5			
		3	9.09400e-2	3052.70000	2.97900e-5			
		4	4.45585e-1	1.51630e4	2.93864e-5			
		5	8.94285e-1	3.09590e4	2.88861e-5			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

...\MPCHEM\1\METHODS\180920.M

tTime min]	Sig	Lvl	Amount [mg/kg]	Area	Amt/Area	Ref	Grp	Name
6.446	1	1	2.46588e-3	331.24000	7.44438e-6		4	Cyfluthrin 1
		2	1.86510e-2	1718.80000	1.08512e-5			
		3	3.71194e-2	3337.60000	1.11216e-5			
		4	1.85341e-1	1.61840e4	1.14521e-5			
		5	3.70015e-1	3.21540e4	1.15076e-5			
6.844	1	1	2.73425e-3	367.29000	7.44438e-6		4	Cyfluthrin 11
		2	1.88171e-2	1734.10000	1.08512e-5			
		3	3.91413e-2	3519.40000	1.11216e-5			
		4	1.98442e-1	1.73280e4	1.14521e-5			
		5	3.99325e-1	3.47010e4	1.15076e-5			
37.061	1	1	1.91767e-3	257.59991	7.44438e-6		4	Cyfluthrin 1V
		2	5.73776e-3	528.76752	1.08512e-5			
		3	1.09228e-2	982.12268	1.11216e-5			
		4	5.31623e-2	4642.14600	1.14521e-5			
		5	1.04689e-1	9097.39453	1.15076e-5			
37.206	1	1	2.88220e-3	387.16489	7.44438e-6		4	Cyfluthrin 111
		2	6.79415e-3	626.11981	1.08512e-5			
		3	1.28166e-2	1152.40356	1.11216e-5			
		4	6.30552e-2	5505.99756	1.14521e-5			
		5	1.25971e-1	1.09468e4	1.15076e-5			
37.408	1	1	3.90774e-3	364.51000	1.07205e-5		5	Cypermethrin 1
		2	1.94975e-2	1731.19000	1.12625e-5			
		3	3.85401e-2	3362.40000	1.14621e-5			
		4	1.89214e-1	1.64610e4	1.14947e-5			
		5	3.78576e-1	3.26330e4	1.16010e-5			
37.684	1	1	1.42591e-3	133.00764	1.07205e-5		5	Cypermethrin 11
		2	6.76876e-3	601.00104	1.12625e-5			
		3	1.27532e-2	1112.64246	1.14621e-5			
		4	6.15801e-2	5357.27246	1.14947e-5			
		5	1.23483e-1	1.06441e4	1.16010e-5			
37.838	1	1	3.62214e-3	337.87000	1.07205e-5		5	Cypermethrin 1V
		2	1.85886e-2	1650.49000	1.12625e-5			
		3	3.78466e-2	3301.90000	1.14621e-5			
		4	1.92400e-1	1.67382e4	1.14947e-5			
		5	3.86616e-1	3.33260e4	1.16010e-5			
37.939	1	1	1.04421e-3	97.40320	1.07205e-5		5	Cypermethrin 111
		2	5.14518e-3	456.84311	1.12625e-5			
		3	1.08601e-2	947.48000	1.14621e-5			
		4	5.68056e-2	4941.90000	1.14947e-5			
		5	1.11325e-1	9596.10000	1.16010e-5			
39.383	1	1	8.70082e-3	605.73000	1.43642e-5		6	Fenvalerate 1
		2	4.33888e-2	3068.80000	1.41387e-5			
		3	8.70115e-2	6057.00000	1.43654e-5			
		4	4.30679e-1	3.01010e4	1.43078e-5			
		5	8.65544e-1	6.05470e4	1.42954e-5			
9.885	1	1	1.29918e-3	90.44538	1.43642e-5		6	Fenvalerate 11
		2	6.61124e-3	467.60000	1.41387e-5			
		3	1.29885e-2	904.15000	1.43654e-5			
		4	6.93212e-2	4845.00000	1.43078e-5			
		5	1.34456e-1	9405.50000	1.42954e-5			
0.722	1	1	1.03269e-3	61.54825	1.67786e-5		7	Deltamethrin 1
		2	1.13376e-3	60.60666	1.87069e-5			
		3	2.40076e-3	123.66975	1.94127e-5			
		4	1.12995e-2	589.62195	1.91640e-5			
		5	2.04767e-2	1056.35815	1.93842e-5			
.237	1	1	8.96731e-3	534.45000	1.67786e-5		7	Deltamethrin 11
		2	4.88662e-2	2612.20000	1.87069e-5			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

```
    Cyhalothrin l with retention time 31.863 min
    Cyhalothrin ll with retention time 32.377 min
  Group Amount Calculation:
    Level 1 with amount 0.01000 mg/kg
    Level 2 with amount 0.05000 mg/kg
    Level 3 with amount 0.10000 mg/kg
    Level 4 with amount 0.50000 mg/kg
    Level 5 with amount 1.00000 mg/kg
Group 3 ( Permethrin ) :
  Group members:
     Permethrin l with retention time 34.253 min
     Permethrin ll with retention time 34.698 min
  Group Amount Calculation:
    Level 1 with amount 0.01000 mg/kg
    Level 2 with amount 0.05000 mg/kg
    Level 3 with amount 0.10000 mg/kg
    Level 4 with amount 0.50000 mg/kg
    Level 5 with amount 1.00000 mg/kg
Group 4 ( Cyfluthrin ) :
  Group members:
     Cyfluthrin l with retention time 36.446 min
     Cyfluthrin ll with retention time 36.844 min
     Cyfluthrin lll with retention time 37.206 min
     Cyfluthrin lV with retention time 37.061 min
  Group Amount Calculation:
    Level 1 with amount 0.01000 mg/kg
    Level 2 with amount 0.05000 mg/kg
    Level 3 with amount 0.10000 mg/kg
    Level 4 with amount 0.50000 mg/kg
    Level 5 with amount 1.00000 mg/kg
Group 5 ( Cypermethrin ) :
  Group members:
     Cypermethrin l with retention time 37.408 min
     Cypermethrin ll with retention time 37.684 min
     Cypermethrin lll with retention time 37.939 min
     Cypermethrin lV with retention time 37.838 min
  Group Amount Calculation:
    Level 1 with amount 0.01000 mg/kg
    Level 2 with amount 0.05000 mg/kg
    Level 3 with amount 0.10000 mg/kg
    Level 4 with amount 0.50000 mg/kg
    Level 5 with amount 1.00000 mg/kg
Group 6 ( Fenvalerate ) :
  Group members:
     Fenvalerate l with retention time 39.383 min
     Fenvalerate ll with retention time 39.885 min
  Group Amount Calculation:
    Level 1 with amount 0.01000 mg/kg
    Level 2 with amount 0.05000 mg/kg
    Level 3 with amount 0.10000 mg/kg
    Level 4 with amount 0.50000 mg/kg
    Level 5 with amount 1.00000 mg/kg
Group 7 ( Deltamethrin ) :
  Group members:
     Deltamethrin l with retention time 40.722 min
     Deltamethrin ll with retention time 41.237 min
  Group Amount Calculation:
    Level 1 with amount 0.01000 mg/kg
    Level 2 with amount 0.05000 mg/kg
    Level 3 with amount 0.10000 mg/kg
    Level 4 with amount 0.50000 mg/kg
    Level 5 with amount 1.00000 mg/kg

14 Warnings or Errors (10 first messages follow) :

Warning : Overlapping peak time windows at 31.863 min, signal 1
Warning : Overlapping peak time windows at 34.253 min, signal 1
Warning : Overlapping peak time windows at 34.698 min, signal 1
```

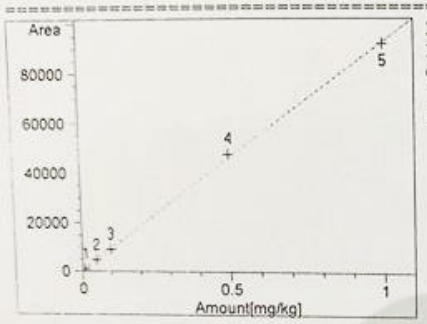
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

```
Warning : Overlapping peak time windows at 36.446 min, signal 1
Warning : Overlapping peak time windows at 36.844 min, signal 1
Warning : Overlapping peak time windows at 37.061 min, signal 1
Warning : Overlapping peak time windows at 37.206 min, signal 1
Warning : Overlapping peak time windows at 37.408 min, signal 1
Warning : Overlapping peak time windows at 37.684 min, signal 1
Warning : Overlapping peak time windows at 37.838 min, signal 1
```

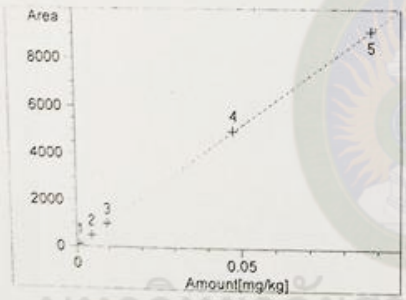
Peak Sum Table

No Entries in table

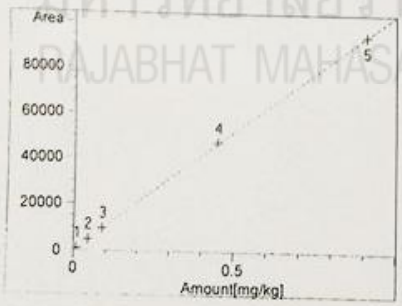
Calibration Curves



Bifenthrin at exp. RT: 29.315
ECD2 B,
Correlation: 0.99984
Residual Std. Dev.: 752.46462
Formula: y = mx + b
m: 92481.57178
b: 199.49847
x: Amount[mg/kg]
y: Area

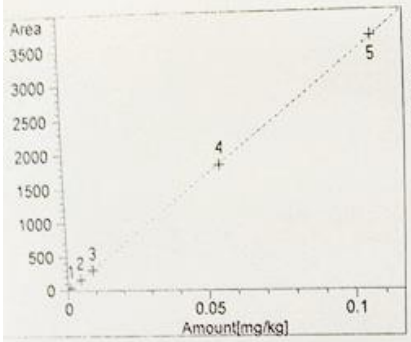


Cyhalothrin 1 at exp. RT: 31.863
ECD2 B,
Correlation: 0.99999
Residual Std. Dev.: 19.95210
Formula: y = mx + b
m: 104110.07776
b: 6.28922
x: Amount[mg/kg]
y: Area

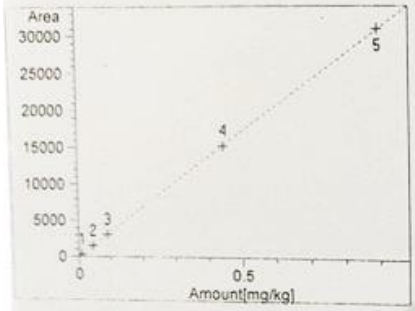


Cyhalothrin 11 at exp. RT: 32.377
ECD2 B,
Correlation: 0.99999
Residual Std. Dev.: 191.76240
Formula: y = mx + b
m: 104079.88143
b: 65.67949
x: Amount[mg/kg]
y: Area

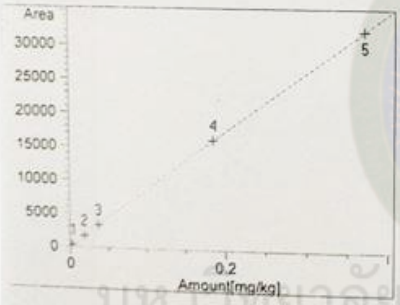
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



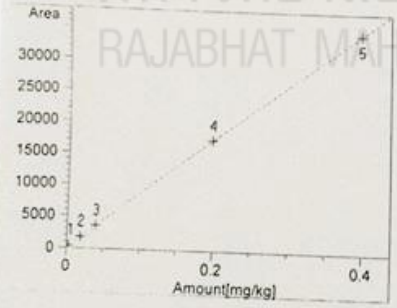
Permethrin 1 at exp. RT: 34.253
ECD2 B,
Correlation: 0.99997
Residual Std. Dev.: 13.61457
Formula: y = mx + b
m: 34569.14706
b: -6.59235
x: Amount[mg/kg]
y: Area



Permethrin 11 at exp. RT: 34.698
ECD2 B,
Correlation: 0.99997
Residual Std. Dev.: 112.44096
Formula: y = mx + b
m: 34581.22037
b: -60.85277
x: Amount[mg/kg]
y: Area

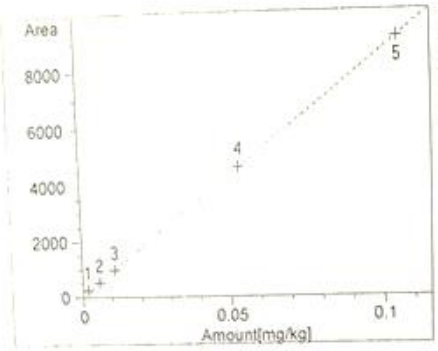


Cyfluthrin 1 at exp. RT: 36.446
ECD2 B,
Correlation: 0.99999
Residual Std. Dev.: 51.72018
Formula: y = mx + b
m: 86711.59494
b: 86.68307
x: Amount[mg/kg]
y: Area

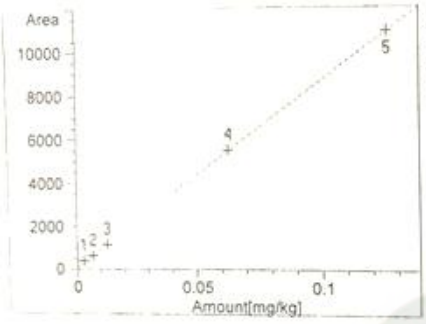


Cyfluthrin 11 at exp. RT: 36.844
ECD2 B,
Correlation: 0.99999
Residual Std. Dev.: 55.37920
Formula: y = mx + b
m: 86713.96333
b: 92.02866
x: Amount[mg/kg]
y: Area

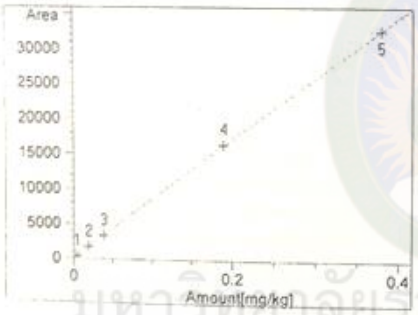
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



Cyfluthrin lV at exp. RT: 37.061
ECD2 B,
Correlation: 0.99997
Residual Std. Dev.: 32.95057
Formula: y = mx + b
m: 86523.23491
b: 40.46242
x: Amount[mg/kg]
y: Area

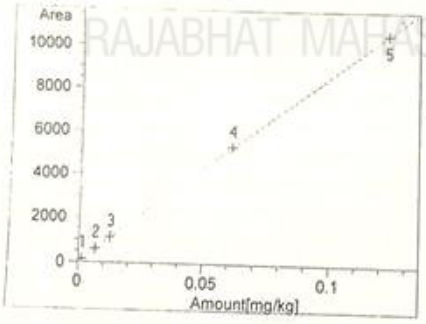


Cyfluthrin lll at exp. RT: 37.206
ECD2 B,
Correlation: 0.99995
Residual Std. Dev.: 50.71999
Formula: y = mx + b
m: 86457.28657
b: 55.18236
x: Amount[mg/kg]
y: Area

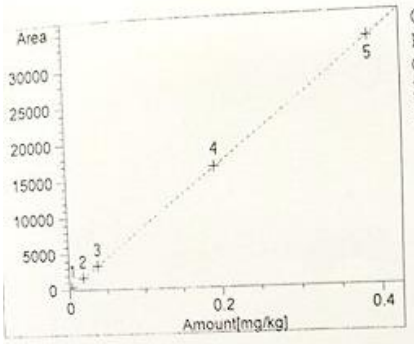


Cypermethrin l at exp. RT: 37.408
ECD2 B,
Correlation: 0.99999
Residual Std. Dev.: 62.33637
Formula: y = mx + b
m: 86224.70811
b: 42.22063
x: Amount[mg/kg]
y: Area

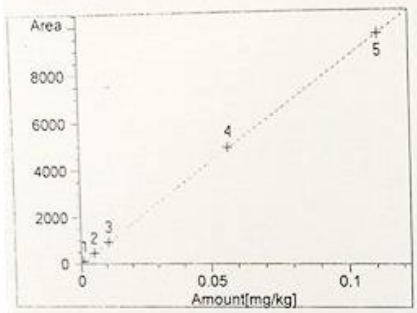
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



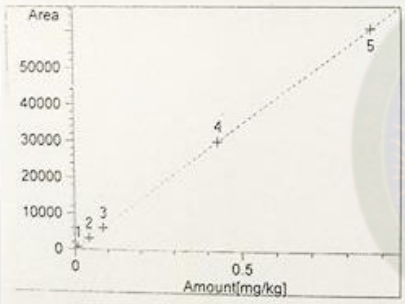
Cypermethrin ll at exp. RT: 37.684
ECD2 B,
Correlation: 0.99999
Residual Std. Dev.: 20.26267
Formula: y = mx + b
m: 86218.51145
b: 14.35034
x: Amount[mg/kg]
y: Area



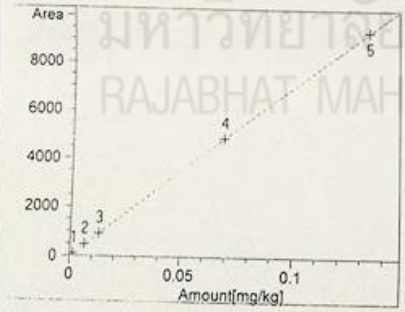
Cypermethrin 1V at exp. RT: 37.838
ECD2 B,
Correlation: 0.99999
Residual Std. Dev.: 63.47196
Formula: y = mx + b
m: 86229.09963
b: 41.28647
x: Amount[mg/kg]
y: Area



Cypermethrin 111 at exp. RT: 37.939
ECD2 B,
Correlation: 0.99999
Residual Std. Dev.: 18.71453
Formula: y = mx + b
m: 86237.53941
b: 11.71407
x: Amount[mg/kg]
y: Area

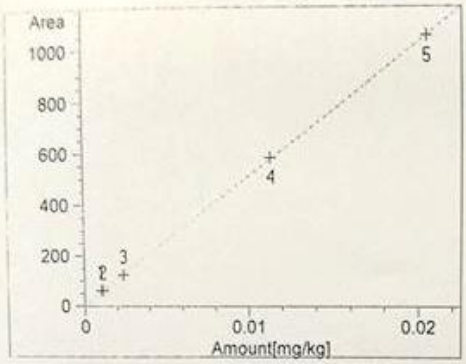


Fenvalerate 1 at exp. RT: 39.383
ECD2 B,
Correlation: 1.00000
Residual Std. Dev.: 25.13907
Formula: y = mx + b
m: 69941.86461
b: -1.62137
x: Amount[mg/kg]
y: Area

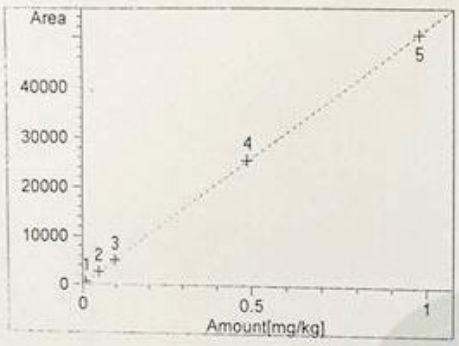


Fenvalerate 11 at exp. RT: 39.885
ECD2 B,
Correlation: 1.00000
Residual Std. Dev.: 3.84676
Formula: y = mx + b
m: 69941.07861
b: -2.27511e-1
x: Amount[mg/kg]
y: Area

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



Deltamethrin l at exp. RT: 40.722
ECD2 B,
Correlation: 0.99996
Residual Std. Dev.: 4.16568
Formula: y = mx + b
m: 51539.95610
b: 3.11129
x: Amount[mg/kg]
y: Area

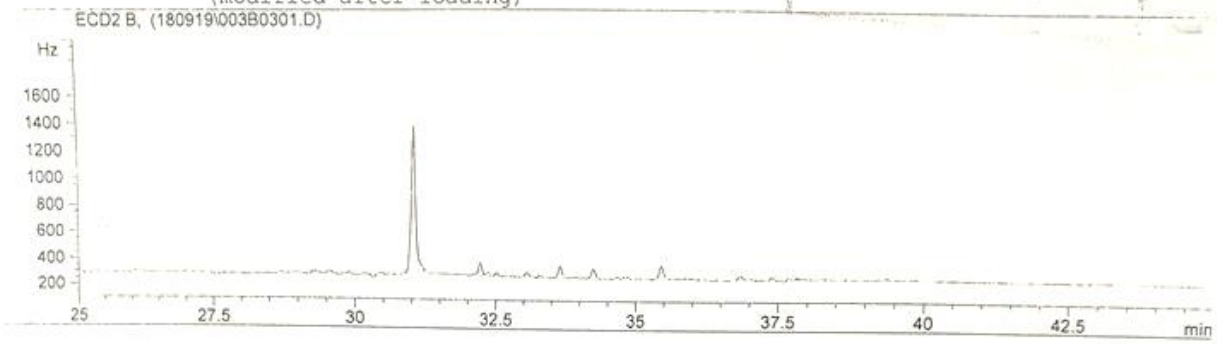


Deltamethrin ll at exp. RT: 41.237
ECD2 B,
Correlation: 0.99998
Residual Std. Dev.: 126.07961
Formula: y = mx + b
m: 51621.34846
b: 65.31777
x: Amount[mg/kg]
y: Area

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Sample Name: Rebla

```
jection Date  : 9/19/2018 6:41:14 PM          Seq. Line :   3
mple Name     : Reblank                        Location : Vial 3
q. Operator   : Nuengruthai                        Inj :   1
q. Instrument : Instrument 1                 Inj Volume : 2 µl
q. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
ast changed   : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
nalysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
ast changed   : 9/20/2018 10:12:22 AM by Nuengruthai
                (modified after loading)
```



External Standard Report

```
orted By              :      Signal
alib. Data Modified   :      9/20/2018 9:56:35 AM
ultiplier             :      0.1800
lution                :      1.0000
e Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

gnal 1: ECD2 B,
```

tTime min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
9.315		-	-	-		Bifenthrin
1.863		-	-	-	2	Cyhalothrin 1
2.377		-	-	-	2	Cyhalothrin 11
4.253		-	-	-	3	Permethrin 1
1.698		-	-	-	3	Permethrin 11
5.446		-	-	-	4	Cyfluthrin 1
5.844		-	-	-	4	Cyfluthrin 11
.061		-	-	-	4	Cyfluthrin 1V
.206		-	-	-	4	Cyfluthrin 111
.408		-	-	-	5	Cypermethrin 1
.684		-	-	-	5	Cypermethrin 11
.838		-	-	-	5	Cypermethrin 1V
.939		-	-	-	5	Cypermethrin 111
.383		-	-	-	6	Fenvalerate 1
.885		-	-	-	6	Fenvalerate 11
.722		-	-	-	7	Deltamethrin 1
.237		-	-	-	7	Deltamethrin 11

```
als :                                        0.00000

sults obtained with enhanced integrator!
up summary :
```

up	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin
	G	0.00000	0.00000	Permethrin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	0.00000	0.00000	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	0.00000	0.00000	Deltamethrin

2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========
==========

Area Percent Report

==========

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Area %	Name
1	29.315		0.0000	0.00000	0.00000	Bifenthrin
2	31.863		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin l
3	32.377		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin ll
4	34.253		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin l
5	34.698		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin ll
6	36.446		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin l
7	36.844		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin ll
8	37.061		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin lV
9	37.206		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin lll
10	37.408		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin l
11	37.684		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin ll
12	37.838		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin lV
13	37.939		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin lll
14	39.383		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate l
15	39.885		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate ll
16	40.722		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin l
17	41.237		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin ll
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!
2 Warnings or Errors :

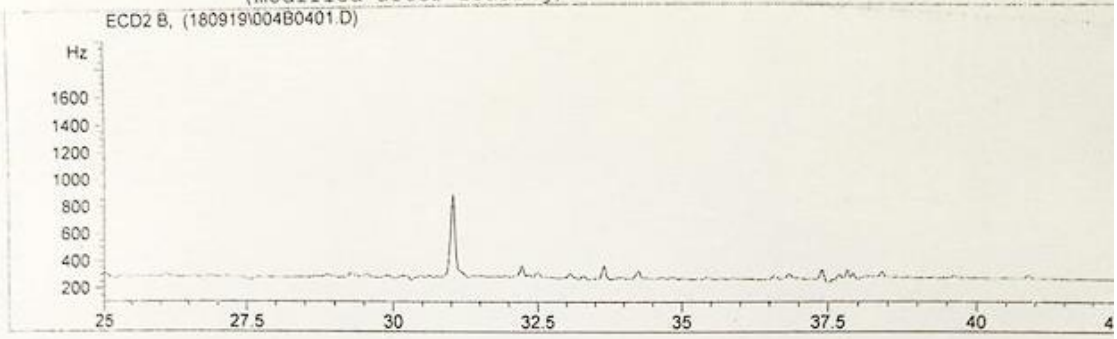
Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

```
Injection Date   : 9/19/2018 7:48:27 PM          Seq. Line :   4
Sample Name      : KK61/04346-006-1               Location : Vial 4
Acq. Operator    : Nuengruthai                        Inj :   1
Acq. Instrument  : Instrument 1                 Inj Volume : 2 µl
Acq. Method      : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
Last changed     : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
Analysis Method  : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
Last changed     : 9/20/2018 10:12:22 AM by Nuengruthai
                   (modified after loading)
```



External Standard Report

```
Sorted By              :      Signal
Calib. Data Modified   :      9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier             :      0.1800
Dilution               :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,
```

RetTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin 1
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin 11
34.253		-	-	-	3	Permethrin 1
34.698		-	-	-	3	Permethrin 11
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin 1
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin 11
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin 1V
37.206		-	-	-	4	Cyfluthrin 111
37.408		-	-	-	5	Cypermethrin 1
37.684		-	-	-	5	Cypermethrin 11
37.838		-	-	-	5	Cypermethrin 1V
37.939		-	-	-	5	Cypermethrin 111
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate 1
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate 11
40.722		-	-	-	7	Deltamethrin 1
41.237		-	-	-	7	Deltamethrin 11

Totals : 0.00000

Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Sample Name: KK61709346

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	0.00000	0.00000	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	0.00000	0.00000	Deltamethrin

2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========
==========

Area Percent Report

==========

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Area %	Name
1	29.315		0.0000	0.00000	0.00000	Bifenthrin
2	31.863		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin 1
3	32.377		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin 11
4	34.253		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin 1
5	34.698		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin 11
6	36.446		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 1
7	36.844		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 11
8	37.061		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 1V
9	37.206		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 111
10	37.408		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 1
11	37.684		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 11
12	37.838		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 1V
13	37.939		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 111
14	39.383		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate 1
15	39.885		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate 11
16	40.722		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin 1
17	41.237		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin 11
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!
2 Warnings or Errors :

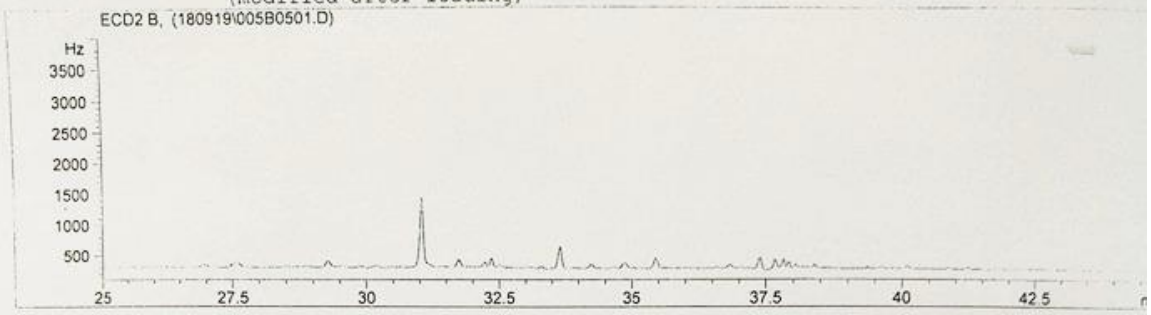
Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

```
Injection Date  : 9/19/2018 8:55:42 PM          Seq. Line :   5
Sample Name     : KK61/04346-006-2               Location : Vial 5
Acq. Operator   : Nuengruthai                         Inj :   1
Acq. Instrument : Instrument 1                 Inj Volume : 2 µl
Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
Last changed    : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
Last changed    : 9/20/2018 2:24:57 PM by Nuengruthai
                  (modified after loading)
```



External Standard Report

```
Sorted By              :      Signal
Calib. Data Modified   :      9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier             :      0.1800
Dilution               :      1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,
```

RetTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin 1
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin 11
34.253		-	-	-	3	Permethrin 1
34.698		-	-	-	3	Permethrin 11
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin 1
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin 11
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin 1V
37.206		-	-	-	4	Cyfluthrin 111
37.408		-	-	-	5	Cypermethrin 1
37.684		-	-	-	5	Cypermethrin 11
37.838		-	-	-	5	Cypermethrin 1V
37.939		-	-	-	5	Cypermethrin 111
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate 1
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate 11
40.722		-	-	-	7	Deltamethrin 1
41.237		-	-	-	7	Deltamethrin 11
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!

Group summary :

Group ID	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
2	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin
3	G	0.00000	0.00000	Permethrin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	0.00000	0.00000	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	0.00000	0.00000	Deltamethrin

2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========
==========

Area Percent Report

==========

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Area %	Name
1	29.315		0.0000	0.00000	0.00000	Bifenthrin
2	31.863		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin l
3	32.377		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin ll
4	34.253		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin l
5	34.698		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin ll
6	36.446		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin l
7	36.844		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin ll
8	37.061		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin lV
9	37.206		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin lll
10	37.408		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin l
11	37.684		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin ll
12	37.838		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin lV
13	37.939		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin lll
14	39.383		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate l
15	39.885		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate ll
16	40.722		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin l
17	41.237		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin ll
Totals :				0.00000		

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Results obtained with enhanced integrator!
2 Warnings or Errors :

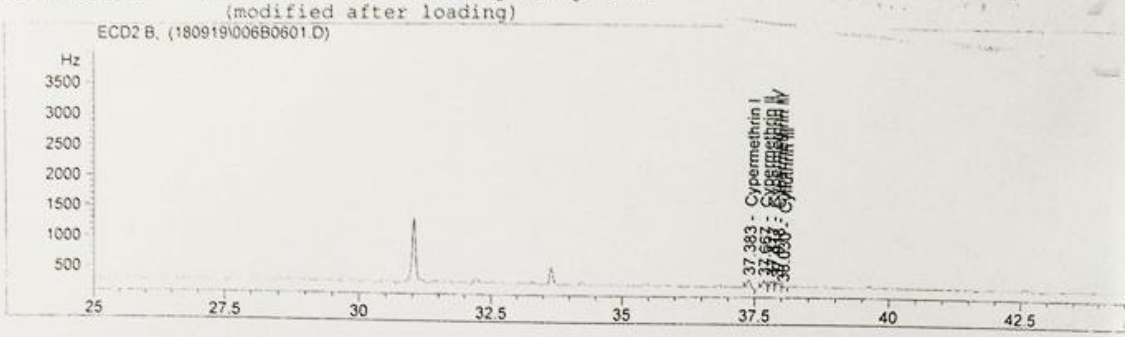
Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

*** End of Report ***

Injection Date : 9/19/2018 10:02:56 PM
Sample Name : KK61/04346-001
Acq. Operator : Nuengruthai
Acq. Instrument : Instrument 1
Acq. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
Last changed : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
Last changed : 9/20/2018 2:24:57 PM by Nuengruthai
(modified after loading)

Seq. Line : 6
Location : Vial 6
Inj : 1
Inj Volume : 2 µl



External Standard Report

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

RetTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin I
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin II
34.253		-	-	-	3	Permethrin I
34.698		-	-	-	3	Permethrin II
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin I
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin II
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin IV
37.383	BP	579.41357	1.07525e-5	1.12143e-3	5	Cypermethrin I
37.667	BV	470.97195	1.12450e-5	9.53297e-4	5	Cypermethrin II
37.817	VV	418.70825	1.04535e-5	7.87854e-4	5	Cypermethrin IV
37.918	VV	329.54343	1.11837e-5	6.63392e-4	5	Cypermethrin III
38.030	VBA	41.40981	0.00000	0.00000	4	Cyfluthrin III
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate I
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate II
40.722		-	-	-	7	Deltamethrin I
41.237		-	-	-	7	Deltamethrin II

Totals : 3.52597e-3

Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

Group ID	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
2	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin
3	G	0.00000	0.00000	Permethrin

Sample Name: KK6

4	G	41.40981	0.00000	Cyfluthrin
5	G	1798.63721	3.52597e-3	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	0.00000	0.00000	Deltamethrin

4 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found
Warning : Elution order of calibrated compounds may have changed
Warning : Negative results set to zero (cal. curve intercept), (Cyfluthrin 111)

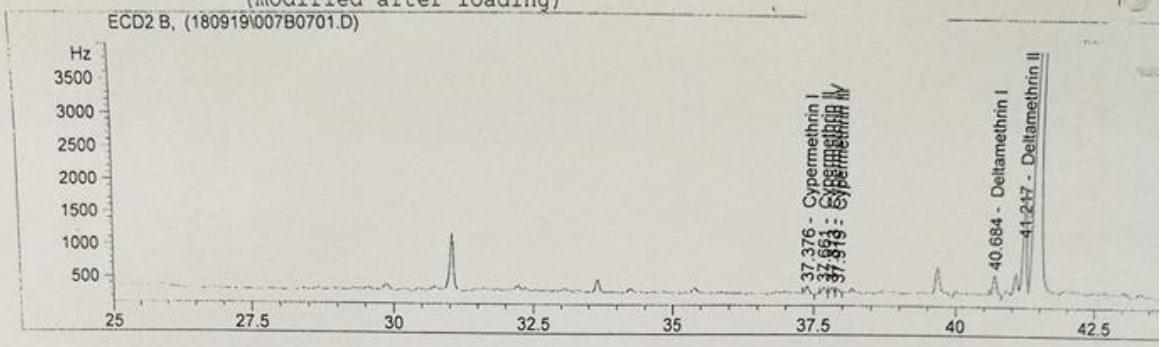
==========

*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Injection Date : 9/19/2018 11:10:10 PM
Sample Name : KK61/04346-002
Acq. Operator : Nuengruthai
Acq. Instrument : Instrument 1
Acq. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
Last changed : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
Last changed : 9/20/2018 2:26:04 PM by Nuengruthai
(modified after loading)

Seq. Line : 7
Location : Vial 7
Inj : 1
Inj Volume : 2 µl



External Standard Report

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

RetTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin I
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin II
34.253		-	-	-	3	Permethrin I
34.698		-	-	-	3	Permethrin II
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin I
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin II
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin IV
37.206		-	-	-	4	Cyfluthrin III
37.376	BP	558.06537	1.07202e-5	1.07686e-3	5	Cypermethrin I
37.661	BV	421.81451	1.12039e-5	8.50671e-4	5	Cypermethrin II
37.813	VV	376.34082	1.03248e-5	6.99413e-4	5	Cypermethrin IV
37.919	VV	267.26013	1.10876e-5	5.33391e-4	5	Cypermethrin III
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate I
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate II
40.684	VP	1305.10840	1.93562e-5	4.54714e-3	7	Deltamethrin I
41.217	BV	6550.58203	1.91787e-5	2.26137e-2	7	Deltamethrin II

Totals : 3.03211e-2

Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

Group ID	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
2	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin
3	G	0.00000	0.00000	Permethrin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	1623.48083	3.16034e-3	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	7855.69043	2.71608e-2	Deltamethrin

2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

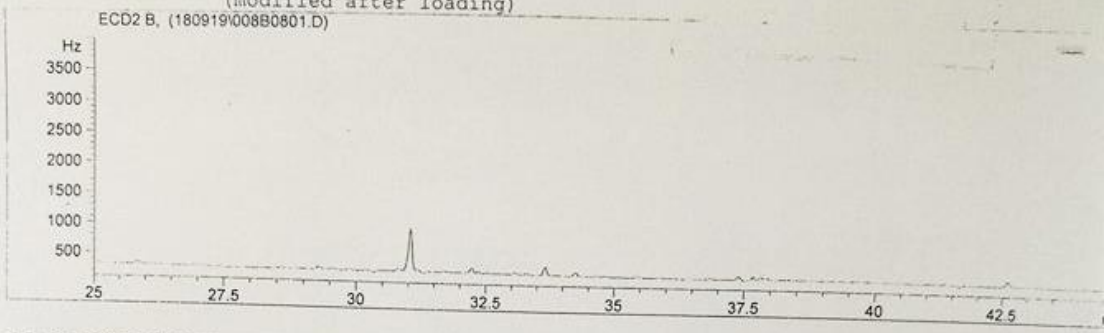
*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Sample Name: KK61/0

Injection Date : 9/20/2018 12:17:24 AM
Sample Name : KK61/04346-003
Acq. Operator : Nuengruthai
Acq. Instrument : Instrument 1
Acq. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
Last changed : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
Last changed : 9/20/2018 2:26:04 PM by Nuengruthai
(modified after loading)

Seq. Line : 8
Location : Vial 8
Inj : 1
Inj Volume : 2 µl



External Standard Report

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

RetTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin I
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin II
34.253		-	-	-	3	Permethrin I
34.698		-	-	-	3	Permethrin II
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin I
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin II
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin IV
37.206		-	-	-	4	Cyfluthrin III
37.408		-	-	-	5	Cypermethrin I
37.684		-	-	-	5	Cypermethrin II
37.838		-	-	-	5	Cypermethrin IV
37.939		-	-	-	5	Cypermethrin III
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate I
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate II
40.722		-	-	-	7	Deltamethrin I
41.237		-	-	-	7	Deltamethrin II
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

Group ID	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
2	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin
3	G	0.00000	0.00000	Permethrin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	0.00000	0.00000	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	0.00000	0.00000	Deltamethrin

Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

Area Percent Report

==========

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Area %	Name
1	29.315		0.0000	0.00000	0.00000	Bifenthrin
2	31.863		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin 1
3	32.377		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin 11
4	34.253		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin 1
5	34.698		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin 11
6	36.446		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 1
7	36.844		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 11
8	37.061		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 1V
9	37.206		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 111
10	37.408		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 1
11	37.684		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 11
12	37.838		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 1V
13	37.939		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 111
14	39.383		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate 1
15	39.885		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate 11
16	40.722		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin 1
17	41.237		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin 11
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!
2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

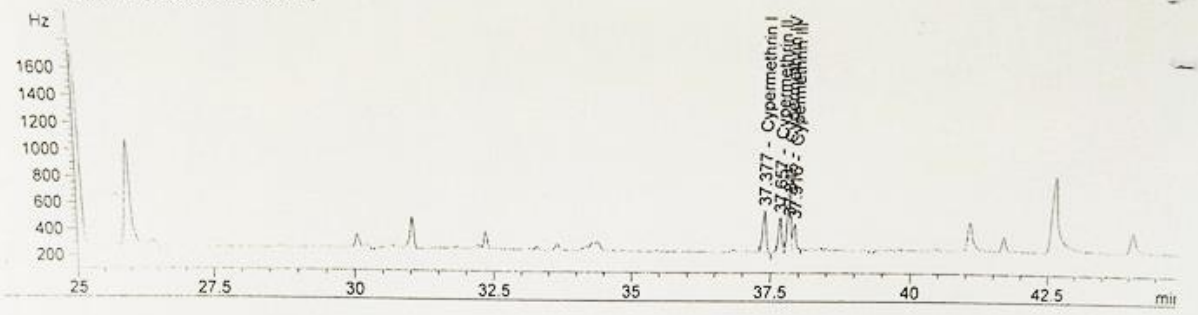
==========

*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

jection Date : 9/20/2018 1:24:37 AM Seq. Line : 9
mple Name : KK61/04346-005 Location : Vial 9
q. Operator : Nuengruthai Inj 1
q. Instrument : Instrument 1 Inj Volume : 2 µl
q. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
st changed : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
alysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
st changed : 9/20/2018 2:28:05 PM by Nuengruthai
(modified after loading)

ECD2 B, (180919\009B0901.D)



External Standard Report

orted By : Signal
alib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
ultiplier : 0.1800
ilution : 1.0000
se Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

ignal 1: ECD2 B,

etTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin I
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin II
34.253		-	-	-	3	Permethrin I
34.698		-	-	-	3	Permethrin II
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin I
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin II
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin IV
37.206		-	-	-	4	Cyfluthrin III
37.377	BP	1387.19519	1.12446e-5	2.80773e-3	5	Cypermethrin I
37.657	BV	975.99316	1.14279e-5	2.00764e-3	5	Cypermethrin II
37.816	VV	1948.60876	1.13513e-5	3.98146e-3	5	Cypermethrin IV
37.916	VB	705.62988	1.14034e-5	1.44838e-3	5	Cypermethrin III
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate I
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate II
40.722		-	-	-	7	Deltamethrin I
41.237		-	-	-	7	Deltamethrin II

Totals : 1.02452e-2

Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

Group ID	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
2	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin
3	G	0.00000	0.00000	Permethrin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	5017.42700	1.02452e-2	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	0.00000	0.00000	Deltamethrin

2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

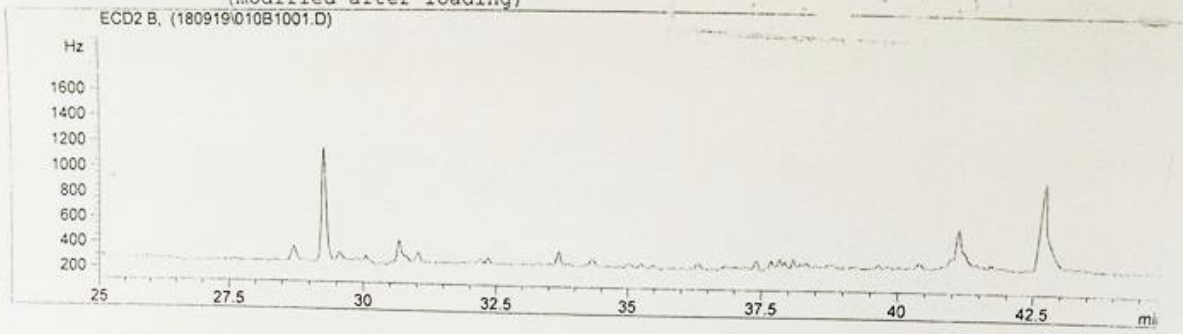
==========

*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

File C:\HPCHEM\1\DATA\180919\010B1001.D Sample Name: KK61/0434

Injection Date : 9/20/2018 2:31:50 AM Seq. Line : 10
Sample Name : KK61/04346-007 Location : Vial 10
Acq. Operator : Nuengruthai Inj : 1
Acq. Instrument : Instrument 1 Inj Volume : 2 µl
Acq. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
Last changed : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
Last changed : 9/20/2018 2:28:05 PM by Nuengruthai
(modified after loading)



External Standard Report

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

RetTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin 1
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin 11
34.253		-	-	-	3	Permethrin 1
34.698		-	-	-	3	Permethrin 11
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin 1
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin 11
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin 1V
37.206		-	-	-	4	Cyfluthrin 111
37.408		-	-	-	5	Cypermethrin 1
37.684		-	-	-	5	Cypermethrin 11
37.838		-	-	-	5	Cypermethrin 1V
37.939		-	-	-	5	Cypermethrin 111
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate 1
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate 11
40.722		-	-	-	7	Deltamethrin 1
41.237		-	-	-	7	Deltamethrin 11
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

Group ID	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
2	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin
3	G	0.00000	0.00000	Permethrin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	0.00000	0.00000	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	0.00000	0.00000	Deltamethrin

2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

Area Percent Report

==========

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Area %	Name
1	29.315		0.0000	0.00000	0.00000	Bifenthrin
2	31.863		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin 1
3	32.377		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin 11
4	34.253		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin 1
5	34.698		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin 11
6	36.446		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 1
7	36.844		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 11
8	37.061		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 1V
9	37.206		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 111
10	37.408		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 1
11	37.684		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 11
12	37.838		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 1V
13	37.939		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 111
14	39.383		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate 1
15	39.885		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate 11
16	40.722		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin 1
17	41.237		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin 11
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!
2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

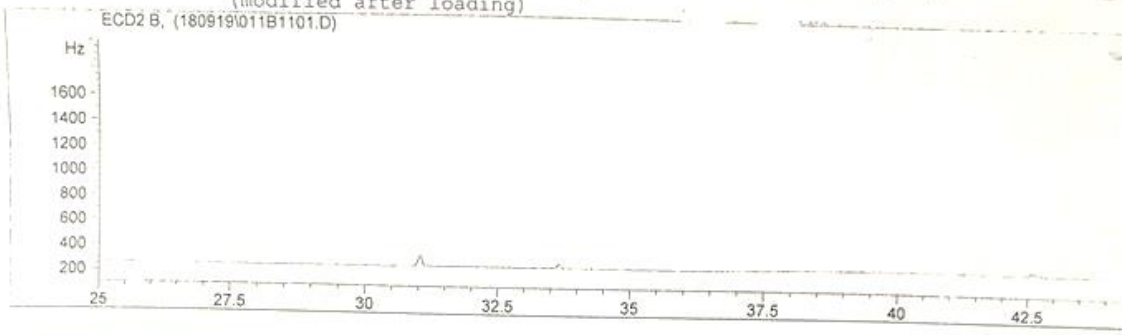
*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Sample Name: KK61/0434

Injection Date : 9/20/2018 3:39:05 AM
Sample Name : KK61/04346-010
Acq. Operator : Nuengruthai
Acq. Instrument : Instrument 1
Acq. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
Last changed : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
Last changed : 9/20/2018 2:28:05 PM by Nuengruthai
(modified after loading)

Seq. Line : 11
Location : Vial 11
Inj : 1
Inj Volume : 2 µl



External Standard Report

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

RetTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin I
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin II
34.253		-	-	-	3	Permethrin I
34.698		-	-	-	3	Permethrin II
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin I
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin II
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin IV
37.206		-	-	-	4	Cyfluthrin III
37.408		-	-	-	5	Cypermethrin I
37.684		-	-	-	5	Cypermethrin II
37.838		-	-	-	5	Cypermethrin IV
37.939		-	-	-	5	Cypermethrin III
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate I
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate II
40.722		-	-	-	7	Deltamethrin I
41.237		-	-	-	7	Deltamethrin II
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

Group ID	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin
	G	0.00000	0.00000	Permethrin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Sample Name: KK6

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	0.00000	0.00000	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	0.00000	0.00000	Deltamethrin

2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

Area Percent Report

==========

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [Hz*s]	Area %	Name
1	29.315		0.0000	0.00000	0.00000	Bifenthrin
2	31.863		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin 1
3	32.377		0.0000	0.00000	0.00000	Cyhalothrin 11
4	34.253		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin 1
5	34.698		0.0000	0.00000	0.00000	Permethrin 11
6	36.446		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 1
7	36.844		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 11
8	37.061		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 1V
9	37.206		0.0000	0.00000	0.00000	Cyfluthrin 111
10	37.408		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 1
11	37.684		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 11
12	37.838		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 1V
13	37.939		0.0000	0.00000	0.00000	Cypermethrin 111
14	39.383		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate 1
15	39.885		0.0000	0.00000	0.00000	Fenvalerate 11
16	40.722		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin 1
17	41.237		0.0000	0.00000	0.00000	Deltamethrin 11
Totals :				0.00000		

Results obtained with enhanced integrator!
2 Warnings or Errors :

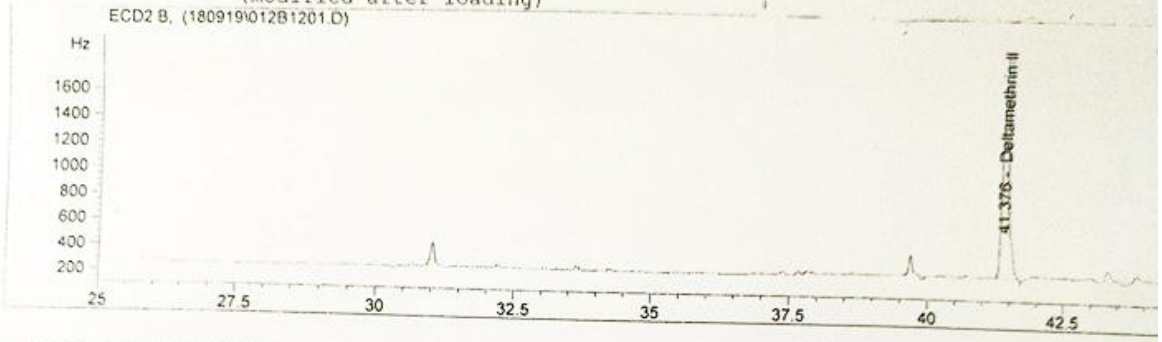
Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Injection Date : 9/20/2018 4:46:17 AM Seq. Line : 12
Sample Name : KK61/04346-011 Location : Vial 12
Acq. Operator : Nuengruthai Inj : 1
Acq. Instrument : Instrument 1 Inj Volume : 2 µl
Acq. Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
Last changed : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
Last changed : 9/20/2018 2:28:05 PM by Nuengruthai
(modified after loading)



External Standard Report

Sorted By : Signal
Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier : 0.1800
Dilution : 1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

RetTime [min]	Type	Area [Hz*s]	Amt/Area	Amount [mg/kg]	Grp	Name
29.315		-	-	-		Bifenthrin
31.863		-	-	-	2	Cyhalothrin I
32.377		-	-	-	2	Cyhalothrin II
34.253		-	-	-	3	Permethrin I
34.698		-	-	-	3	Permethrin II
36.446		-	-	-	4	Cyfluthrin I
36.844		-	-	-	4	Cyfluthrin II
37.061		-	-	-	4	Cyfluthrin IV
37.206		-	-	-	4	Cyfluthrin III
37.408		-	-	-	5	Cypermethrin I
37.684		-	-	-	5	Cypermethrin II
37.838		-	-	-	5	Cypermethrin IV
37.939		-	-	-	5	Cypermethrin III
39.383		-	-	-	6	Fenvalerate I
39.885		-	-	-	6	Fenvalerate II
40.722		-	-	-	7	Deltamethrin I
41.376	BP	1.61245e4	1.92934e-5	5.59971e-2	7	Deltamethrin II

Totals : 5.59971e-2

Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

Group ID	Use	Area [Hz*s]	Amount [mg/kg]	Group Name
2	G	0.00000	0.00000	Cyhalothrin

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4	G	0.00000	0.00000	Cyfluthrin
5	G	0.00000	0.00000	Cypermethrin
6	G	0.00000	0.00000	Fenvalerate
7	G	1.61245e4	5.59971e-2	Deltamethrin

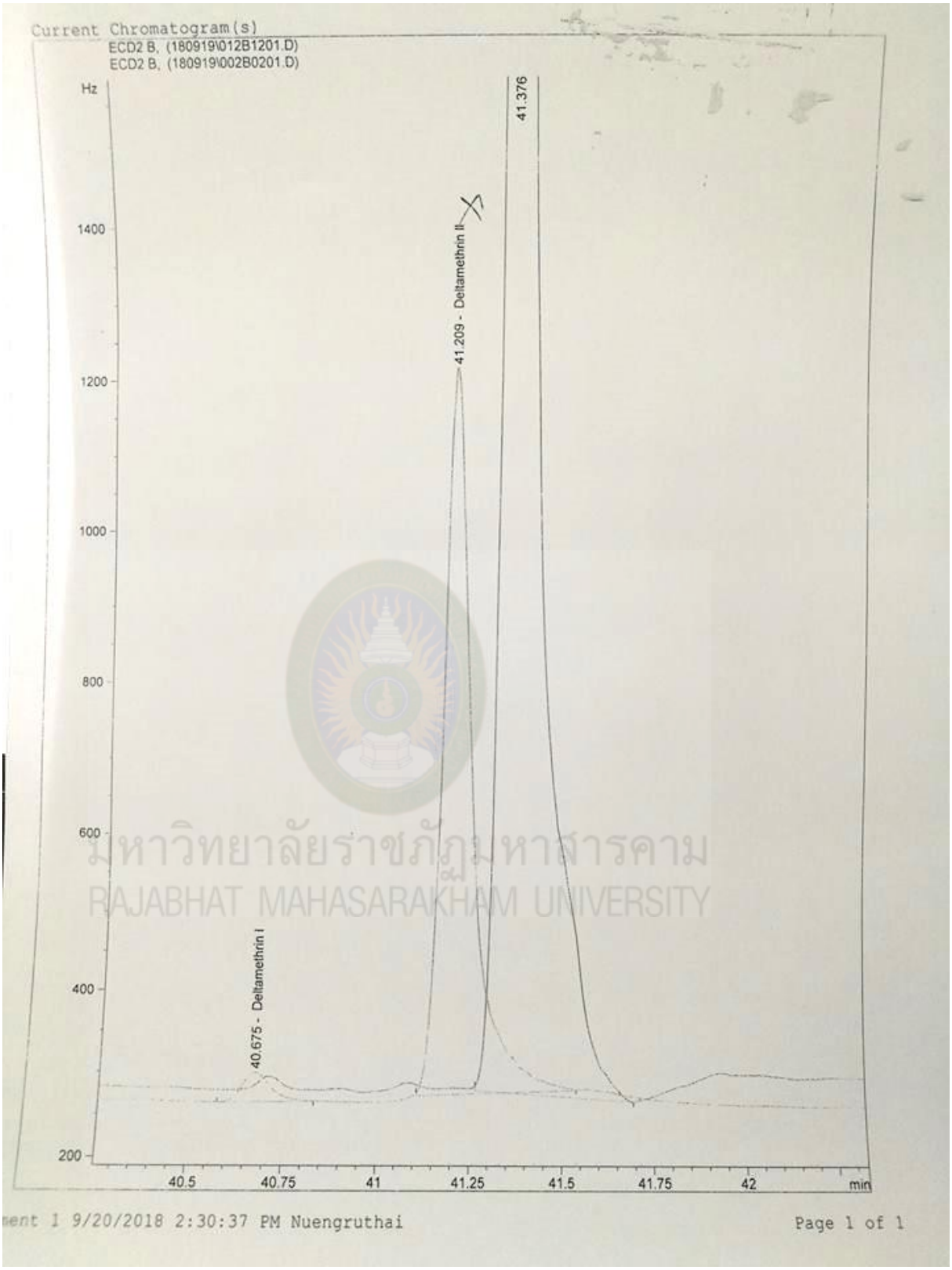
2 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)
Warning : Calibrated compound(s) not found

==========

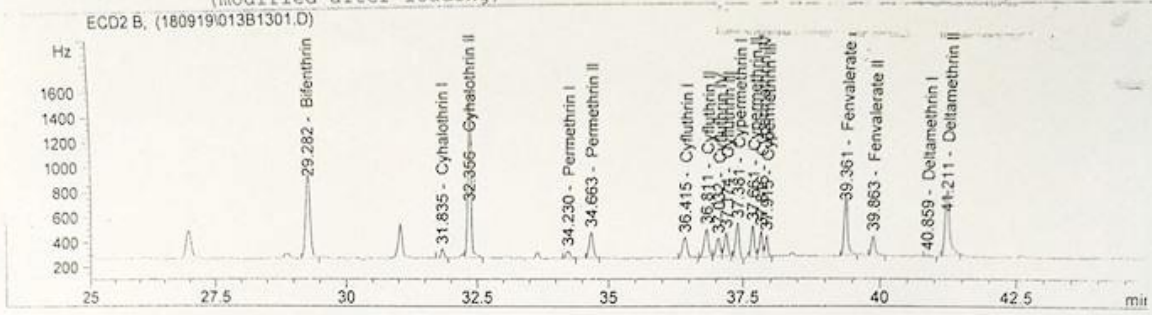
*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

```
==========================================================================
njection Date  : 9/20/2018 5:53:28 AM                Seq. Line :  13
ample Name     : Sp 0.01                              Location : Vial 13
cq. Operator   : Nuengruthai                                Inj :   1
cq. Instrument : Instrument 1                         Inj Volume : 2 µl
cq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\OC_PY_21.M
ast changed    : 2/8/2018 9:00:35 AM by Nuengruthai
nalysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\180920.M
ast changed    : 9/20/2018 10:12:22 AM by Nuengruthai
                 (modified after loading)
```




```
==========================================================================
                        External Standard Report
==========================================================================

Sorted By              :       Signal
Calib. Data Modified   :       9/20/2018 9:56:35 AM
Multiplier             :       0.1800
Dilution               :       1.0000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs

Signal 1: ECD2 B,

RetTime  Type     Area      Amt/Area    Amount    Grp   Name
 [min]          [Hz*s]                 [mg/kg]
-------|------|----------|----------|----------|--|------------------
 29.282 BV     4031.27832 1.02779e-5 7.45792e-3    Bifenthrin
 31.835 BB      281.35422 9.39051e-6 4.75571e-4  2 Cyhalothrin 1
 32.356 VB     5233.45166 9.48742e-6 8.93736e-3  2 Cyhalothrin 11
 34.230 PB      300.02295 2.95631e-5 1.59653e-3  3 Permethrin 1
 34.663 PB     1064.12817 3.05711e-5 5.85568e-3  3 Permethrin 11
 36.415 PP     1033.85596 1.05655e-5 1.96619e-3  4 Cyfluthrin 1
 36.811 BV     1235.02393 1.06728e-5 2.37262e-3  4 Cyfluthrin 11
 37.032 VV      718.82831 1.09070e-5 1.41125e-3  4 Cyfluthrin 1V
 37.174 VBA     813.85663 1.07822e-5 1.57952e-3  4 Cyfluthrin 111
 37.381 BP     1176.76172 1.11815e-5 2.36843e-3  5 Cypermethrin 1
 37.661 BV     1000.72620 1.14321e-5 2.05928e-3  5 Cypermethrin 11
 37.816 VV      760.90778 1.09678e-5 1.50218e-3  5 Cypermethrin 1V
 37.915 VP      600.52643 1.13697e-5 1.22900e-3  5 Cypermethrin 111
 39.361 PP     2102.26733 1.43086e-5 5.41450e-3  6 Fenvalerate 1
 39.863 BB      757.36395 1.43020e-5 1.94973e-3  6 Fenvalerate 11
 40.859 VP       81.99086 1.86662e-5 2.75482e-4  7 Deltamethrin 1
 41.211 BBA    3064.25317 1.89589e-5 1.04571e-2  7 Deltamethrin 11

Totals :                                5.69083e-2

 Results obtained with enhanced integrator!
Group summary :

 Group  Use    Area       Amount       Group Name
  ID          [Hz*s]      [mg/kg]
|------|---|----------|----------|--------------------------|
  2      G  5514.80588 9.41293e-3  Cyhalothrin
  3      G  1364.15112 7.45221e-3  Permethrin
```

4	G	3801.56482	7.32958e-3	Cyfluthrin
5	G	3538.92212	7.15889e-3	Cypermethrin
6	G	2859.63129	7.36423e-3	Fenvalerate
7	G	3146.24403	1.07326e-2	Deltamethrin

1 Warnings or Errors :

Warning : Calibration warnings (see calibration table listing)

==========

*** End of Report ***

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Calibration Table

Calib. Data Modified : 9/20/2018 9:12:20 AM

Calculate : External Standard
Based on : Peak Area

Rel. Reference Window : 5.000 %
Abs. Reference Window : 0.000 min
Rel. Non-ref. Window : 5.000 %
Abs. Non-ref. Window : 0.000 min
Multiplier : 0.3600
Dilution : 1.0000
Sample Amount : 0.00000
Use Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
Uncalibrated Peaks : not reported
Partial Calibration : Yes, identified peaks are recalibrated
Correct All Ret. Times: No, only for identified peaks

Curve Type : Linear
Origin : Included
Weight : Equal

Recalibration Settings:
Average Response : Average all calibrations
Average Retention Time: Floating Average New 75%

Calibration Report Options :
Printout of recalibrations within a sequence:
Calibration Table after Recalibration
Normal Report after Recalibration
If the sequence is done with bracketing:
Results of first cycle (ending previous bracket)

Signal 1: MSD2 TIC, MS File
Signal 2: MSD2 207, EIC=207:207
Signal 3: MSD2 223, EIC=223:223
Signal 4: MSD2 237, EIC=237:237
Signal 5: MSD2 163, EIC=163.1:163.1
Signal 6: MSD2 220, EIC=220:220
Signal 7: MSD2 242, EIC=242:242
Signal 8: MSD2 258, EIC=258:258
Signal 9: MSD2 236, EIC=236:236
Signal10: MSD2 116, EIC=116:116
Signal11: MSD2 222, EIC=222.1:222.1
Signal12: MSD2 202, EIC=202.1:202.1
Signal13: MSD2 355, EIC=354.9:354.9
Signal14: MSD2 194, EIC=194.1:194.1
Signal15: MSD2 208, EIC=208.1:208.1
Signal16: MSD2 226, EIC=226.1:226.1

RetTime [min]	Sig	Lvl	Amount [mg/kg]	Area	Amt/Area	Ref	Grp	Name
8.263	2	1	1.00000e-2	1.70635e4	5.86048e-7			Aldicarb sulfoxide
		2	5.00000e-2	5.56730e4	8.98101e-7			
		3	1.00000e-1	1.11302e5	8.98458e-7			
		4	5.00000e-1	4.61583e5	1.08323e-6			
		5	1.00000	8.58749e5	1.16449e-6			
8.567	3	1	1.00000e-2	7159.00000	1.39684e-6			Aldicarb sulfone
		2	5.00000e-2	1.90480e4	2.62495e-6			
		3	1.00000e-1	3.46480e4	2.88617e-6			
		4	5.00000e-1	1.97190e5	2.53563e-6			
		5	1.00000	3.89690e5	2.56614e-6			

ราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Method C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M

RetTime [min]	Sig	Lvl	Amount [mg/kg]	Area	Amt/Area	Ref	Grp	Name
8.650	4	1	1.00000e-2	5559.00000	1.79888e-6			Oxamyl
		2	5.00000e-2	3.32300e4	1.50466e-6			
		3	1.00000e-1	6.75000e4	1.48148e-6			
		4	5.00000e-1	3.32400e5	1.50421e-6			
		5	1.00000	6.83230e5	1.46364e-6			
9.006	5	1	1.00000e-2	5503.00000	1.81719e-6			Methomyl
		2	5.00000e-2	2.88560e4	1.73274e-6			
		3	1.00000e-1	5.88630e4	1.69886e-6			
		4	5.00000e-1	2.84820e5	1.75549e-6			
		5	1.00000	5.62420e5	1.77803e-6			
9.883	7	1	1.00000e-2	1.01340e4	9.86777e-7			Methiocarb sulfoxide
		2	5.00000e-2	5.39100e4	9.27472e-7			
		3	1.00000e-1	1.08890e5	9.18358e-7			
		4	5.00000e-1	5.15920e5	9.69143e-7			
		5	1.00000	1.02290e6	9.77613e-7			
10.177	6	1	1.00000e-2	1.23787e4	8.07838e-7			Carbofuran-3-OH
		2	5.00000e-2	3.28225e4	1.52335e-6			
		3	1.00000e-1	6.90697e4	1.44781e-6			
		4	5.00000e-1	3.02614e5	1.65227e-6			
		5	1.00000	5.73855e5	1.74260e-6			
10.305	8	1	1.00000e-2	5515.00000	1.81324e-6			Methiocarb sulfone
		2	5.00000e-2	2.66140e4	1.87871e-6			
		3	1.00000e-1	5.49000e4	1.82149e-6			
		4	5.00000e-1	2.53550e5	1.97200e-6			
		5	1.00000	5.01910e5	1.99239e-6			
11.184	9	1	1.00000e-2	7926.00000	1.26167e-6			Carbofuran-3-keto
		2	5.00000e-2	3.77000e4	1.32626e-6			
		3	1.00000e-1	7.16000e4	1.39665e-6			
		4	5.00000e-1	3.90120e5	1.28166e-6			
		5	1.00000	7.98580e5	1.25222e-6			
11.458	10	1	1.00000e-2	1874.00000	5.33618e-6			Aldicarb
		2	5.00000e-2	9285.00000	5.38503e-6			
		3	1.00000e-1	1.89790e4	5.26898e-6			
		4	5.00000e-1	9.42300e4	5.30617e-6			
		5	1.00000	1.82970e5	5.46538e-6			
12.475	11	1	1.00000e-2	3.92610e4	2.54706e-7			Carbofuran
		2	5.00000e-2	1.01360e5	4.93291e-7			
		3	1.00000e-1	2.18020e5	4.58674e-7			
		4	5.00000e-1	1.06558e6	4.69228e-7			
		5	1.00000	2.15700e6	4.63607e-7			
12.972	12	1	1.00000e-2	7440.00000	1.34409e-6			Carbaryl
		2	5.00000e-2	3.87740e4	1.28952e-6			
		3	1.00000e-1	7.37800e4	1.35538e-6			
		4	5.00000e-1	3.91280e5	1.27786e-6			
		5	1.00000	7.80730e5	1.28085e-6			
13.109	13	1	1.00000e-2	3179.00000	3.14564e-6			Thiodicarb
		2	5.00000e-2	1.67710e4	2.98134e-6			
		3	1.00000e-1	3.35800e4	2.97796e-6			
		4	5.00000e-1	1.54370e5	3.23897e-6			
		5	1.00000	3.22480e5	3.10097e-6			
14.124	14	1	1.00000e-2	1.49030e4	6.71006e-7			Isoprocarb
		2	5.00000e-2	7.33200e4	6.81942e-7			
		3	1.00000e-1	1.41210e5	7.08165e-7			
		4	5.00000e-1	7.25880e5	6.88819e-7			
		5	1.00000	1.42060e6	7.03928e-7			
15.791	15	1	1.00000e-2	1.62950e4	6.13685e-7			Fenobucarb
		2	5.00000e-2	8.89900e4	5.61861e-7			
		3	1.00000e-1	1.61960e5	6.17436e-7			
		4	5.00000e-1	8.39230e5	5.95784e-7			
		5	1.00000	1.65510e6	6.04193e-7			
16.178	16	1	1.00000e-2	1.73640e4	5.75904e-7			Methiocarb
		2	5.00000e-2	4.49170e4	1.11316e-6			
		3	1.00000e-1	9.80100e4	1.02030e-6			
		4	5.00000e-1	4.30330e5	1.16190e-6			
		5	1.00000	8.69870e5	1.14960e-6			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

hod C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M

RetTime [min]	Sig	Lvl	Amount [mg/kg]	Area	Amt/Area	Ref	Grp	Name
16.480	15	1	1.00000e-2	1.65610e4	6.03828e-7			Promecarb
		2	5.00000e-2	6.47700e4	7.71962e-7			
		3	1.00000e-1	1.20590e5	8.29256e-7			
		4	5.00000e-1	6.13120e5	8.15501e-7			
		5	1.00000	1.20890e6	8.27198e-7			

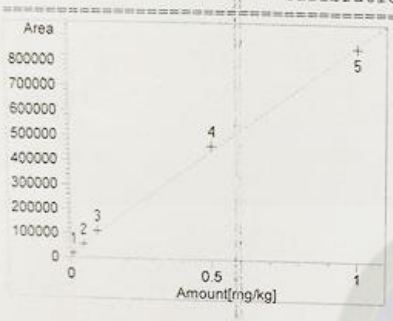
1 Warnings or Errors :

Warning : Overlapping peak time windows at 15.791 min, signal 15

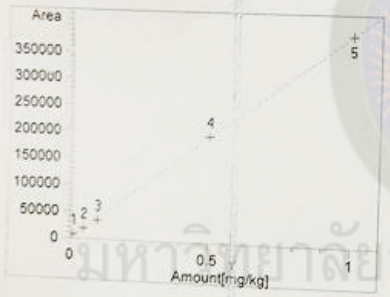
Peak Sum Table

No Entries in table

Calibration Curves

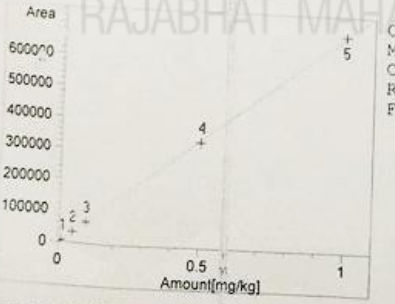


Aldicarb sulfoxide at exp. RT: 8.263
MSD2 207, EIC=207:207
Correlation: 0.99926
Residual Std. Dev.: 14784.81902
Formula: y = mx + b
m: 855703.85490
b: 13983.50639
x: Amount[mg/kg]
y: Area



Aldicarb sulfone at exp. RT: 8.567
MSD2 223, EIC=223:223
Correlation: 0.99986
Residual Std. Dev.: 2938.96123
Formula: y = mx + b
m: 390332.49793
b: -36.15776
x: Amount[mg/kg]
y: Area

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



Oxamyl at exp. RT: 8.650
MSD2 237, EIC=237:237
Correlation: 0.99992
Residual Std. Dev.: 3898.47908
Formula: y = mx + b
m: 681534.64730
b: -1571.41909
x: Amount[mg/kg]
y: Area

trument 1 9/20/2018 9:40:42 AM Nuengruthai

Calibration Table

```
). Data Modified  :      9/20/2018 9:12:20 AM

ulate             :      External Standard
d on              :      Peak Area

 Reference Window :      5.000 %
. Reference Window :      0.000 min
. Non-ref. Window  :      5.000 %
. Non-ref. Window  :      0.000 min
tiplier            :      0.3600
ution              :      1.0000
ple Amount         :       0.00000
 Multiplier & Dilution Factor with ISTDs
alibrated Peaks    :      not reported
rial Calibration   :      Yes, identified peaks are recalibrated
rect All Ret. Times:      No, only for identified peaks

ve Type            :      Linear
gin                :      Included
ght                :      Equal

calibration Settings:
rage Response      :      Average all calibrations
rage Retention Time:      Floating Average New 75%

ibration Report Options :
 Printout of recalibrations within a sequence:
     Calibration Table after Recalibration
     Normal Report after Recalibration
 If the sequence is done with bracketing:
     Results of first cycle (ending previous bracket)

nal 1: MSD2 TIC, MS File
nal 2: MSD2 207, EIC=207:207
nal 3: MSD2 223, EIC=223:223
nal 4: MSD2 237, EIC=237:237
nal 5: MSD2 163, EIC=163.1:163.1
nal 6: MSD2 220, EIC=220:220
nal 7: MSD2 242, EIC=242:242
nal 8: MSD2 258, EIC=258:258
nal 9: MSD2 236, EIC=236:236
nal10: MSD2 116, EIC=116:116
nal11: MSD2 222, EIC=222.1:222.1
nal12: MSD2 202, EIC=202.1:202.1
nal13: MSD2 355, EIC=354.9:354.9
nal14: MSD2 194, EIC=194.1:194.1
nal15: MSD2 208, EIC=208.1:208.1
nal16: MSD2 226, EIC=226.1:226.1
```

Time [n]	Sig	Lvl	Amount [mg/kg]	Area	Amt/Area	Ref	Grp	Name
263	2	1	1.00000e-2	1.70635e4	5.86048e-7			
		2	5.00000e-2	5.56730e4	8.98101e-7			Aldicarb sulfoxide
		3	1.00000e-1	1.11302e5	8.98458e-7			
		4	5.00000e-1	4.61583e5	1.08323e-6			
		5	1.00000	8.58749e5	1.16449e-6			
567	3	1	1.00000e-2	7159.00000	1.39684e-6			
		2	5.00000e-2	1.90480e4	2.62495e-6			Aldicarb sulfone
		3	1.00000e-1	3.46480e4	2.88617e-6			
		4	5.00000e-1	1.97190e5	2.53563e-6			
		5	1.00000	3.89690e5	2.56614e-6			

t 1 9/20/2018 9:40:42 AM Nuengruthai

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

RetTime [min]	Sig	Lvl	Amount [mg/kg]	Area	Amt/Area	Ref	Grp	Name
8.650	4	1	1.00000e-2	5559.00000	1.79888e-6			Oxamyl
		2	5.00000e-2	3.32300e4	1.50466e-6			
		3	1.00000e-1	6.75000e4	1.48148e-6			
		4	5.00000e-1	3.32400e5	1.50421e-6			
		5	1.00000	6.83230e5	1.46364e-6			
9.006	5	1	1.00000e-2	5503.00000	1.81719e-6			Methomyl
		2	5.00000e-2	2.88560e4	1.73274e-6			
		3	1.00000e-1	5.88630e4	1.69886e-6			
		4	5.00000e-1	2.84820e5	1.75549e-6			
		5	1.00000	5.62420e5	1.77803e-6			
9.883	7	1	1.00000e-2	1.01340e4	9.86777e-7			Methiocarb sulfoxide
		2	5.00000e-2	5.39100e4	9.27472e-7			
		3	1.00000e-1	1.08890e5	9.18358e-7			
		4	5.00000e-1	5.15920e5	9.69143e-7			
		5	1.00000	1.02290e6	9.77613e-7			
10.177	6	1	1.00000e-2	1.23787e4	8.07838e-7			Carbofuran-3-OH
		2	5.00000e-2	3.28225e4	1.52335e-6			
		3	1.00000e-1	6.90697e4	1.44781e-6			
		4	5.00000e-1	3.02614e5	1.65227e-6			
		5	1.00000	5.73855e5	1.74260e-6			
10.305	8	1	1.00000e-2	5515.00000	1.81324e-6			Methiocarb sulfone
		2	5.00000e-2	2.66140e4	1.87871e-6			
		3	1.00000e-1	5.49000e4	1.82149e-6			
		4	5.00000e-1	2.53550e5	1.97200e-6			
		5	1.00000	5.01910e5	1.99239e-6			
11.184	9	1	1.00000e-2	7926.00000	1.26167e-6			Carbofuran-3-keto
		2	5.00000e-2	3.77000e4	1.32626e-6			
		3	1.00000e-1	7.16000e4	1.39665e-6			
		4	5.00000e-1	3.90120e5	1.28166e-6			
		5	1.00000	7.98580e5	1.25222e-6			
1.458	10	1	1.00000e-2	1874.00000	5.33618e-6			Aldicarb
		2	5.00000e-2	9285.00000	5.38503e-6			
		3	1.00000e-1	1.89790e4	5.26898e-6			
		4	5.00000e-1	9.42300e4	5.30617e-6			
		5	1.00000	1.82970e5	5.46538e-6			
2.475	11	1	1.00000e-2	3.92610e4	2.54706e-7			Carbofuran
		2	5.00000e-2	1.01360e5	4.93291e-7			
		3	1.00000e-1	2.18020e5	4.58674e-7			
		4	5.00000e-1	1.06558e6	4.69228e-7			
		5	1.00000	2.15700e6	4.63607e-7			
2.972	12	1	1.00000e-2	7440.00000	1.34409e-6			Carbaryl
		2	5.00000e-2	3.87740e4	1.28952e-6			
		3	1.00000e-1	7.37800e4	1.35538e-6			
		4	5.00000e-1	3.91280e5	1.27786e-6			
		5	1.00000	7.80730e5	1.28085e-6			
3.109	13	1	1.00000e-2	3179.00000	3.14564e-6			Thiodicarb
		2	5.00000e-2	1.67710e4	2.98134e-6			
		3	1.00000e-1	3.35800e4	2.97796e-6			
		4	5.00000e-1	1.54370e5	3.23897e-6			
		5	1.00000	3.22480e5	3.10097e-6			
4.124	14	1	1.00000e-2	1.49030e4	6.71006e-7			Isoprocarb
		2	5.00000e-2	7.33200e4	6.81942e-7			
		3	1.00000e-1	1.41210e5	7.08165e-7			
		4	5.00000e-1	7.25880e5	6.88819e-7			
		5	1.00000	1.42060e6	7.03928e-7			
5.791	15	1	1.00000e-2	1.62950e4	6.13685e-7			Fenobucarb
		2	5.00000e-2	8.89900e4	5.61861e-7			
		3	1.00000e-1	1.61960e5	6.17436e-7			
		4	5.00000e-1	8.39230e5	5.95784e-7			
		5	1.00000	1.65510e6	6.04193e-7			
6.178	16	1	1.00000e-2	1.73640e4	5.75904e-7			Methiocarb
		2	5.00000e-2	4.49170e4	1.11316e-6			
		3	1.00000e-1	9.80100e4	1.02030e-6			
		4	5.00000e-1	4.30330e5	1.16190e-6			
		5	1.00000	8.69870e5	1.14960e-6			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

etTime [min]	Lvl Sig		Amount [mg/kg]	Area	Amt/Area	Ref	Grp	Name
16.480	15	1	1.00000e-2	1.65610e4	6.03828e-7			Promecarb
		2	5.00000e-2	6.47700e4	7.71962e-7			
		3	1.00000e-1	1.20590e5	8.29256e-7			
		4	5.00000e-1	6.13120e5	8.15501e-7			
		5	1.00000	1.20890e6	8.27198e-7			

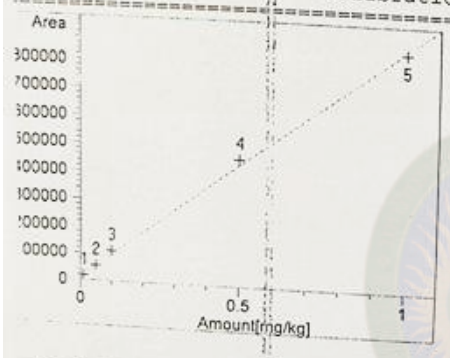
l Warnings or Errors :

Warning : Overlapping peak time windows at 15.791 min, signal 15

Peak Sum Table

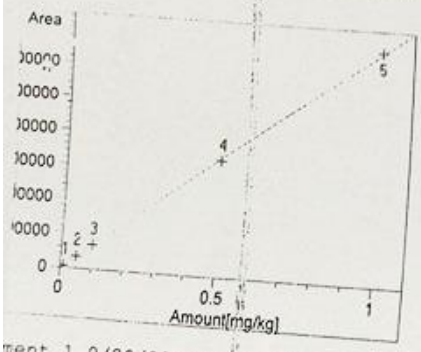
No Entries in table

Calibration Curves



Aldicarb sulfoxide at exp. RT: 8.263
MSD2 207, EIC=207:207
Correlation: 0.99926
Residual Std. Dev.: 14784.81902
Formula: y = mx + b
m: 855703.85490
b: 13983.50639
x: Amount[mg/kg]
y: Area

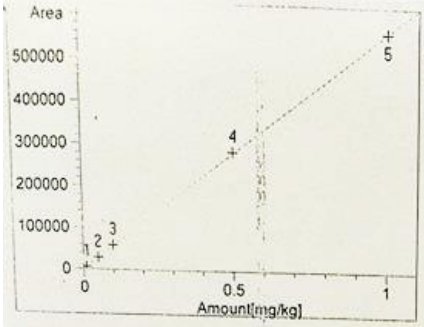
Aldicarb sulfone at exp. RT: 8.567
MSD2 223, EIC=223:223
Correlation: 0.99986
Residual Std. Dev.: 2938.96123
Formula: y = mx + b
m: 390332.49793
b: -36.15776
x: Amount[mg/kg]
y: Area



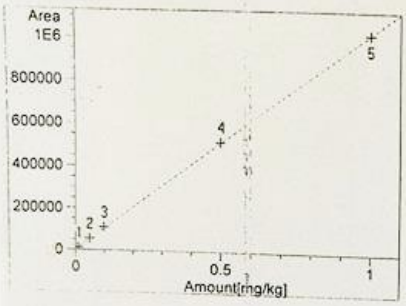
Oxamyl at exp. RT: 8.650
MSD2 237, EIC=237:237
Correlation: 0.99992
Residual Std. Dev.: 3898.47908
Formula: y = mx + b
m: 681534.64730
b: -1571.41909
x: Amount[mg/kg]
y: Area

ment 1 9/20/2018 9:40:42 AM Nuengruthai

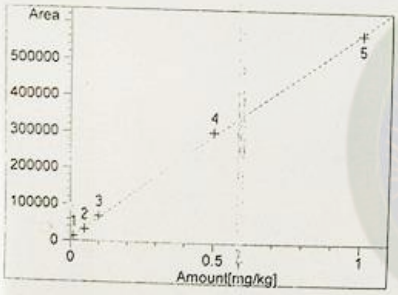
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



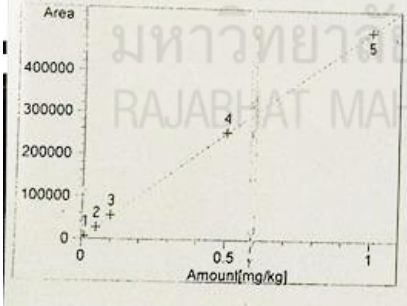
Methomyl at exp. RT: 9.006
MSD2 163, EIC=163.1:163.1
Correlation: 0.99998
Residual Std. Dev.: 1774.38579
Formula: y = mx + b
m: 562680.05394
b: 1068.85174
x: Amount[mg/kg]
y: Area



Methiocarb sulfoxide at exp. RT: 9.883
MSD2 242, EIC=242:242
Correlation: 0.99998
Residual Std. Dev.: 3122.26779
Formula: y = mx + b
m: 1.02194e6
b: 2554.87676
x: Amount[mg/kg]
y: Area

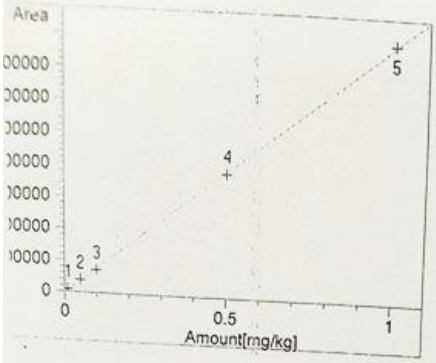


Carbofuran-3-OH at exp. RT: 10.177
MSD2 220, EIC=220:220
Correlation: 0.99962
Residual Std. Dev.: 7058.50603
Formula: y = mx + b
m: 572276.75006
b: 6793.40872
x: Amount[mg/kg]
y: Area

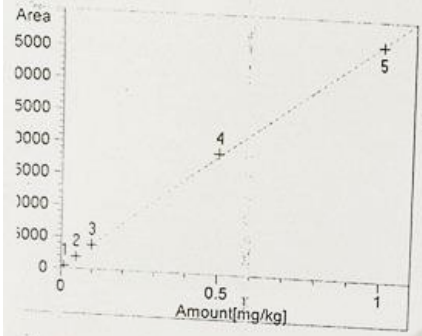


Methiocarb sulfone at exp. RT: 10.305
MSD2 258, EIC=258:258
Correlation: 0.99996
Residual Std. Dev.: 2020.34494
Formula: y = mx + b
m: 501002.77178
b: 1804.06647
x: Amount[mg/kg]
y: Area

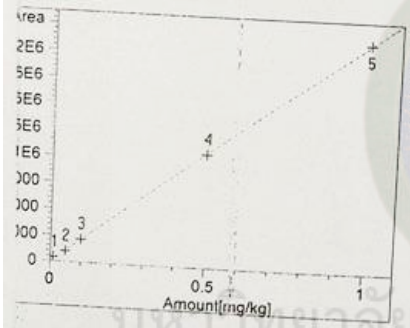
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



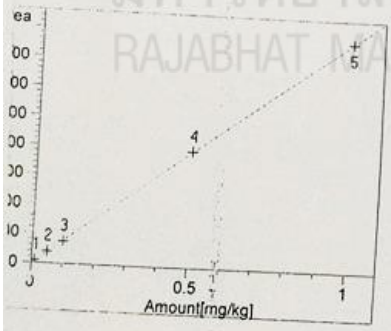
Carbofuran-3-keto at exp. RT: 11.184
MSD2 236, EIC=236:236
Correlation: 0.99991
Residual Std. Dev.: 4807.74671
Formula: y = mx + b
m: 798495.51867
b: -3262.76017
x: Amount[mg/kg]
y: Area



Aldicarb at exp. RT: 11.458
MSD2 116, EIC=116:116
Correlation: 0.99990
Residual Std. Dev.: 1183.16437
Formula: y = mx + b
m: 183529.92946
b: 446.38618
x: Amount[mg/kg]
y: Area



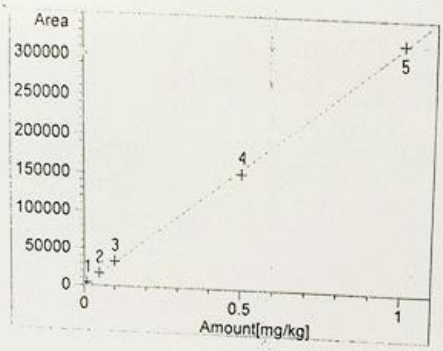
Carbofuran at exp. RT: 12.475
MSD2 222, EIC=222.1:222.1
Correlation: 0.99994
Residual Std. Dev.: 10886.54132
Formula: y = mx + b
m: 2.14886e6
b: 2353.17469
x: Amount[mg/kg]
y: Area



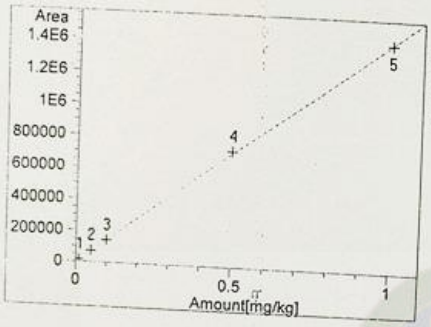
Carbaryl at exp. RT: 12.972
MSD2 202, EIC=202.1:202.1
Correlation: 0.99998
Residual Std. Dev.: 1951.38969
Formula: y = mx + b
m: 782124.47303
b: -1053.77087
x: Amount[mg/kg]
y: Area

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

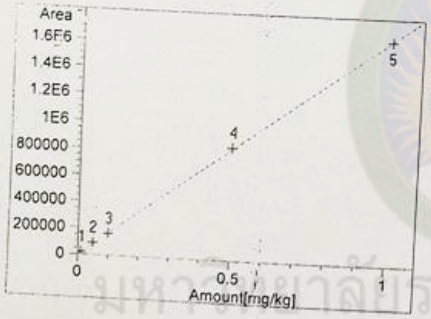
...\CHEM\1\METHODS\CB180919.M



Thiodicarb at exp. RT: 13.109
MSD2 355, EIC=354.9:354.9
Correlation: 0.99975
Residual Std. Dev.: 3194.40253
Formula: y = mx + b
m: 320109.80083
b: -167.04490
x: Amount[mg/kg]
y: Area

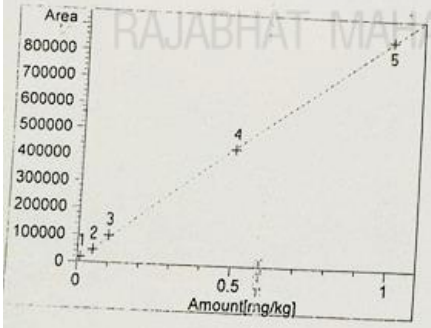


Isoprocarb at exp. RT: 14.124
MSD2 194, EIC=194.1:194.1
Correlation: 0.99994
Residual Std. Dev.: 6823.21413
Formula: y = mx + b
m: 1.42424e6
b: 1945.54855
x: Amount[mg/kg]
y: Area

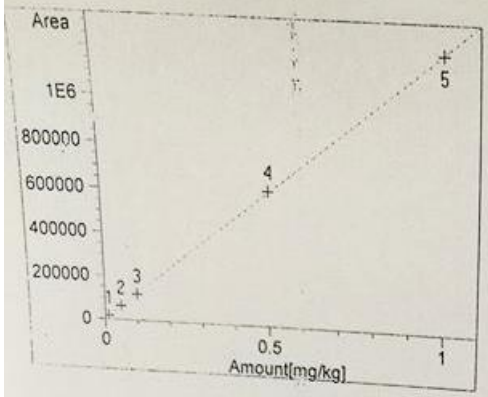


Fenobucarb at exp. RT: 15.791
MSD2 208, EIC=208.1:208.1
Correlation: 0.99997
Residual Std. Dev.: 6130.62916
Formula: y = mx + b
m: 1.65745e6
b: 1700.34606
x: Amount[mg/kg]
y: Area

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



Methiocarb at exp. RT: 16.178
MSD2 226, EIC=226.1:226.1
Correlation: 0.99989
Residual Std. Dev.: 5814.79713
Formula: y = mx + b
m: 862887.52697
b: 4682.95087
x: Amount[mg/kg]
y: Area



Promecarb at exp. RT: 16.480
MSD2 208, EIC=208.1:208.1
Correlation: 0.99997
Residual Std. Dev.: 4025.03772
Formula: y = mx + b
m: 1.20867e6
b: 2924.38672
x: Amount[mg/kg]
y: Area

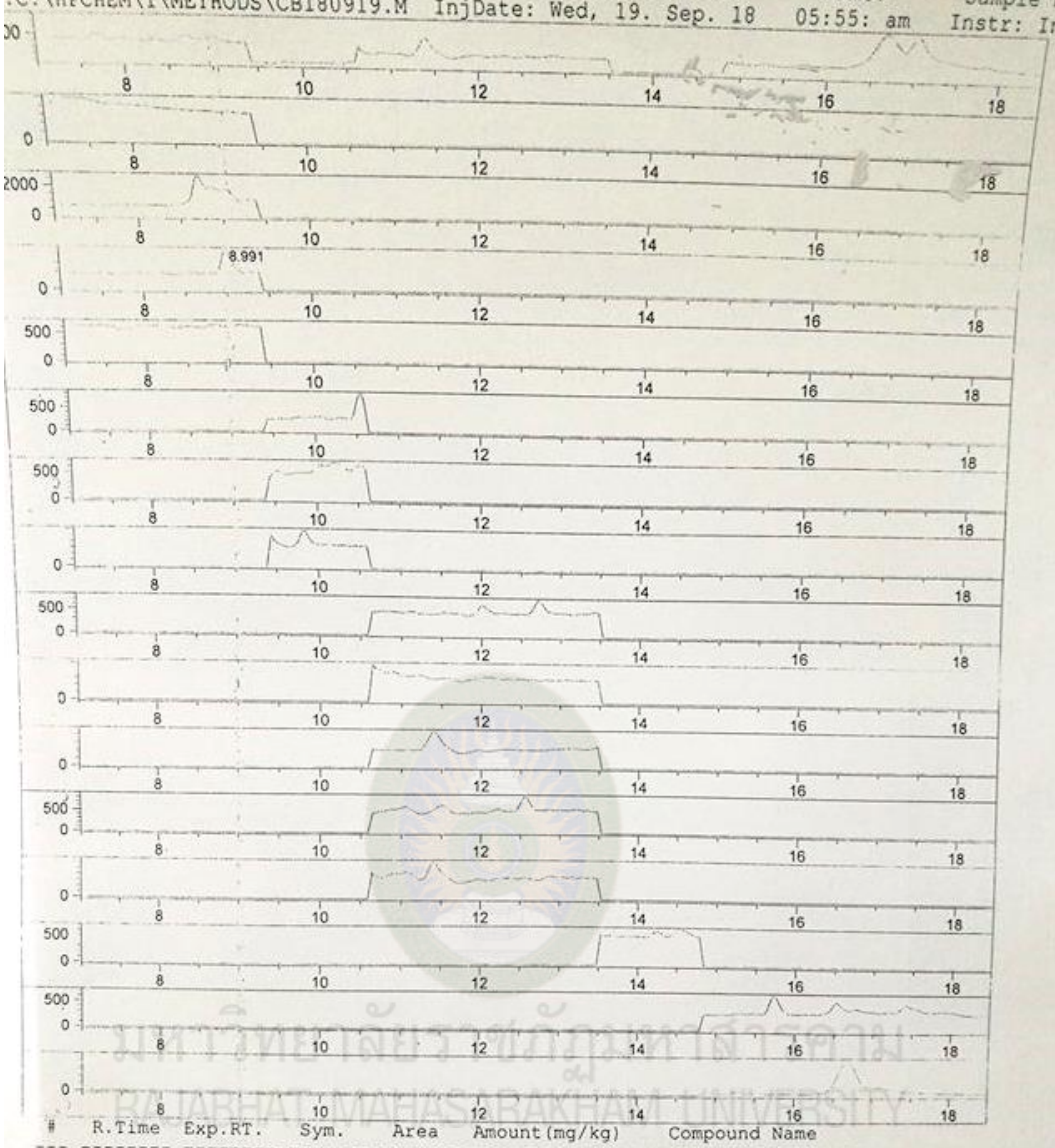
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

le:C:\HPCHEM\1\DATA\CB180919\031-0201.D Method:CB2015-1.M Name:
th:C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 05:29: am Instr: Inst->

#	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
15	0.000	16.178	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb
16	0.000	16.480	0.000	0.00000	0.000000	Promecarb

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

:C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 Method:CB2015-1.M Name: 05:55: am Sample blank Instr: Inst->



#	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
1	0.000	8.263	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb sulfoxide
2	0.000	8.567	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb sulfone
3	0.000	8.650	0.000	0.00000	0.000000	Oxamyl
4	0.000	9.006	0.000	0.00000	0.000000	Methomyl
5	0.000	9.883	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfoxide
6	0.000	10.177	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-OH
7	0.000	10.305	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfone
8	0.000	11.184	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-keto
9	0.000	11.458	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb
10	0.000	12.475	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran
11	0.000	12.972	0.000	0.00000	0.000000	Carbaryl
12	0.000	13.109	0.000	0.00000	0.000000	Thiodicarb
13	0.000	14.124	0.000	0.00000	0.000000	Isoprocarb
14	0.000	15.791	0.000	0.00000	0.000000	Fenobucarb

blank

lier:0.36 Dilution:1 ReportDate:Thu, 20. Sep. 18 09:38 am By:Nuengrut->Page 1 of 2

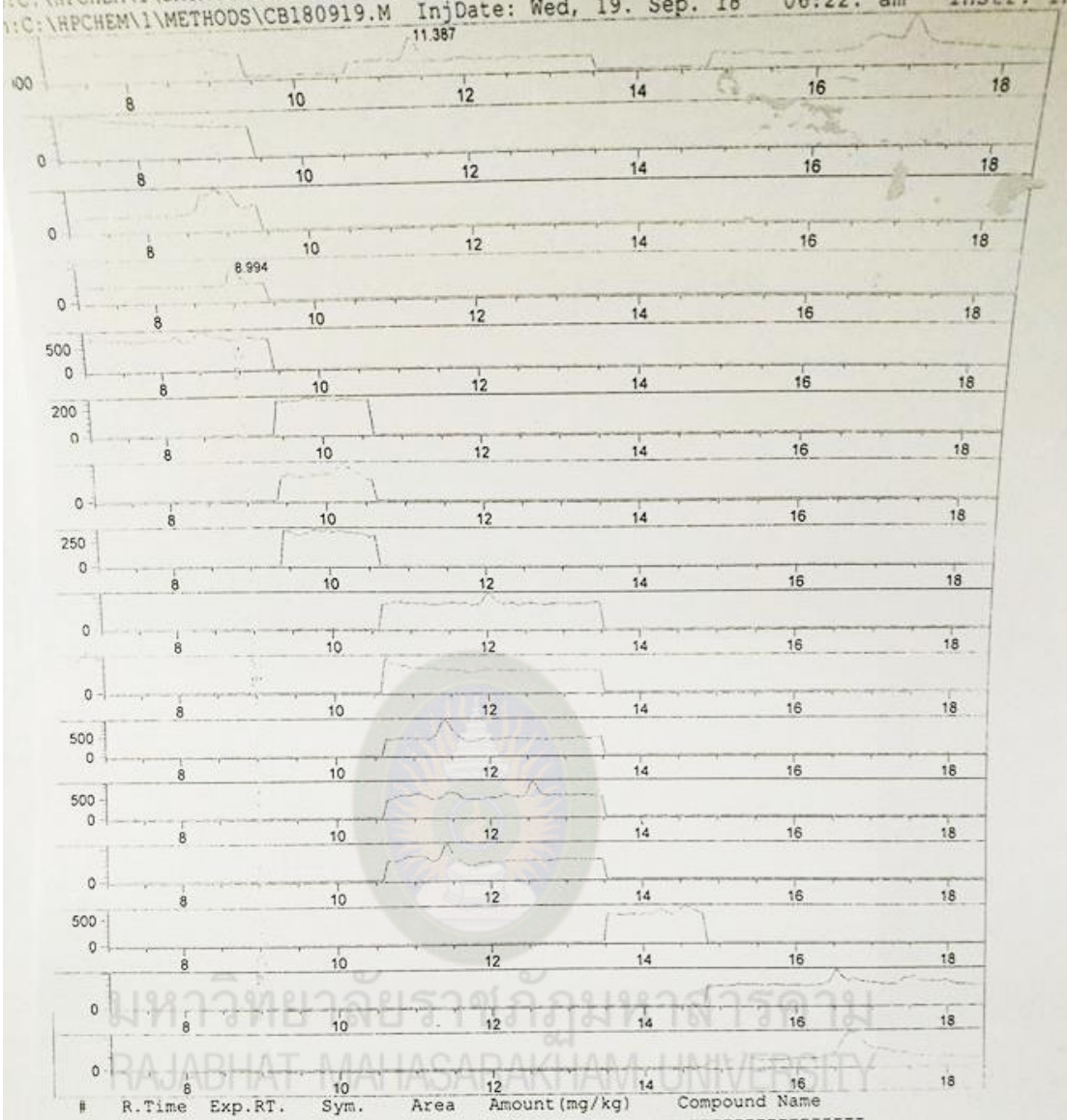
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Injdate: Wed, 19. Sep. 18 05:55: am Sample bla
Instr: Inst

	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
5	0.000	16.178	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb
6	0.000	16.480	0.000	0.00000	0.000000	Promecarb

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

:C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 06:22: am Instr: Inst-



#	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
1	0.000	8.263	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb sulfoxide
2	0.000	8.567	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb sulfone
3	0.000	8.650	0.000	0.00000	0.000000	Oxamyl
4	0.000	9.006	0.000	0.00000	0.000000	Methomyl
5	0.000	9.883	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfoxide
6	0.000	10.177	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-OH
7	0.000	10.305	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfone
8	0.000	11.184	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-keto
9	0.000	11.458	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb
10	0.000	12.475	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran
11	0.000	12.972	0.000	0.00000	0.000000	Carbaryl
12	0.000	13.109	0.000	0.00000	0.000000	Thiodicarb
13	0.000	14.124	0.000	0.00000	0.000000	Isoprocarb
14	0.000	15.791	0.000	0.00000	0.000000	Fenobucarb

04346-009-1

plier:0.36 Dilution:1 ReportDate:Thu, 20. Sep. 18 09:38 am By:Nuengrut->Page 1 of 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

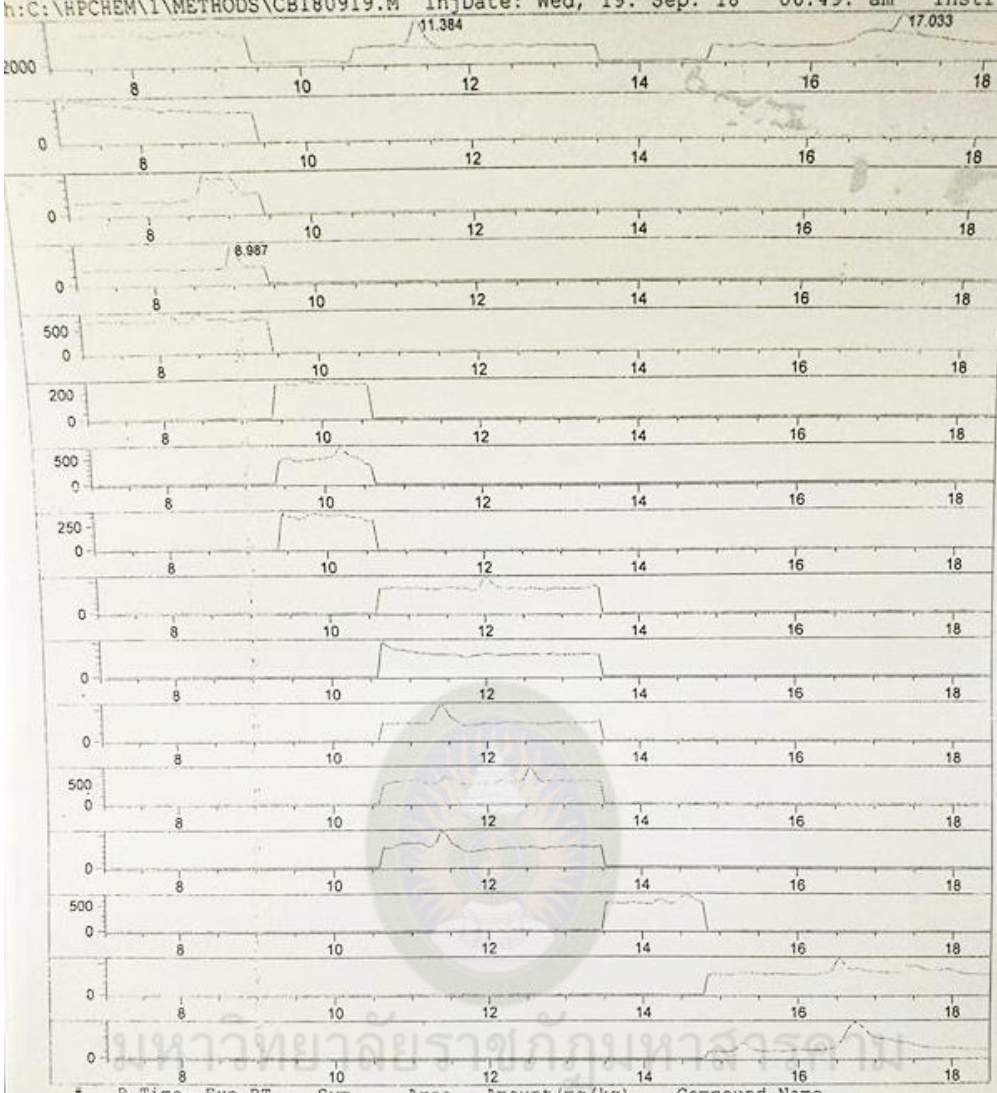
:\HPCHEM\1\DATA\CB180919\033-0401.D Method:CB2015-1.M
C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 06:22: am Instr: Inst->

R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
0.000	16.178	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb
0.000	16.480	0.000	0.00000	0.000000	Promecarb

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

04346-009-1

h:C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 06:49: am Instr: Inst->



#	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
1	0.000	8.263	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb sulfoxide
2	0.000	8.567	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb sulfone
3	0.000	8.650	0.000	0.00000	0.000000	Oxamyl
4	0.000	9.006	0.000	0.00000	0.000000	Methomyl
5	0.000	9.883	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfoxide
6	0.000	10.177	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-OH
7	0.000	10.305	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfone
8	0.000	11.184	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-keto
9	0.000	11.458	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb
10	0.000	12.475	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran
11	0.000	12.972	0.000	0.00000	0.000000	Carbaryl
12	0.000	13.109	0.000	0.00000	0.000000	Thiodicarb
13	0.000	14.124	0.000	0.00000	0.000000	Isoprocarb
14	0.000	15.791	0.000	0.00000	0.000000	Fenobucarb

'04346-009-2

plier:0.36 Dilution:1 ReportDate:Thu, 20. Sep. 18 09:39 am By:Nuengrut->Page 1 of 2

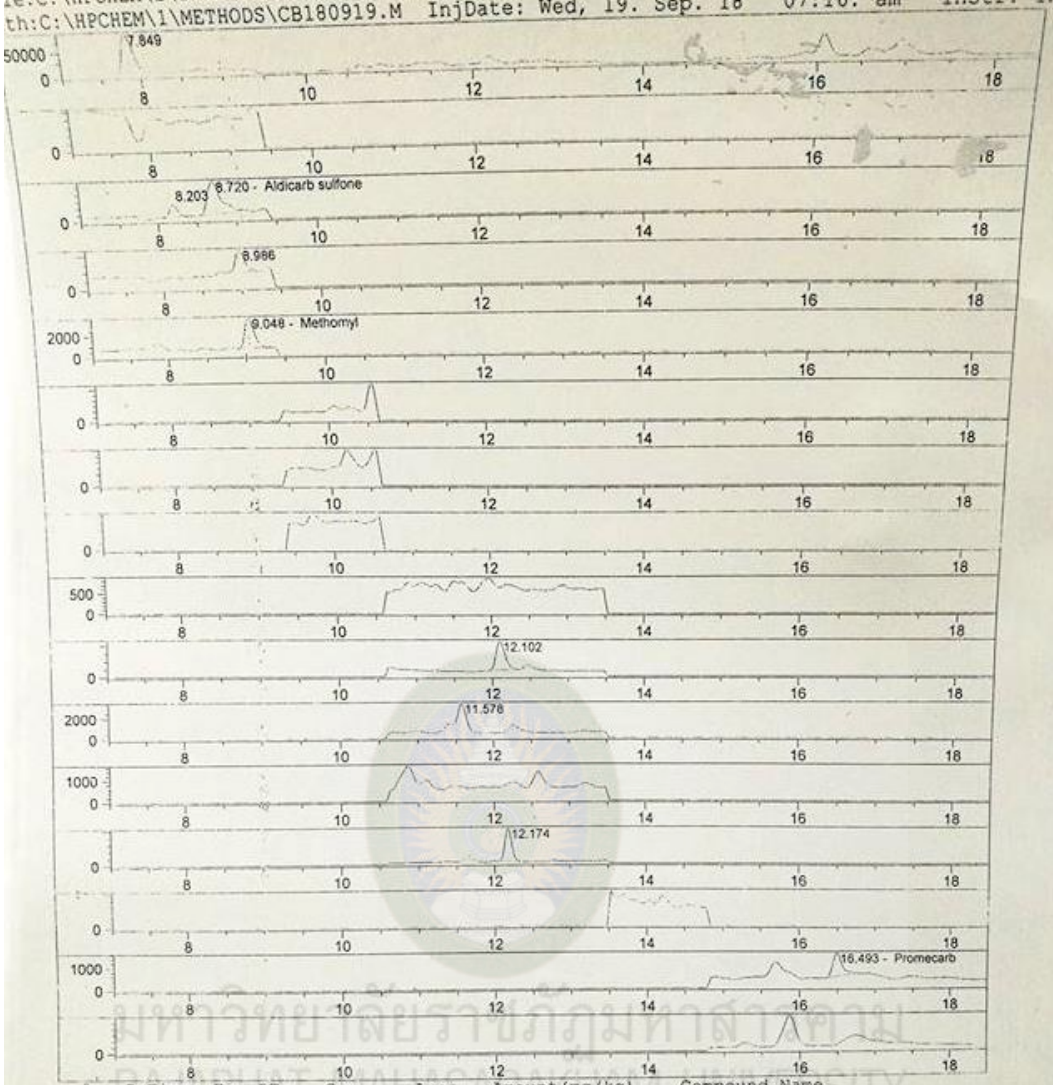
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

C:\HPCHEM\1\DATA\CB180919\034-0501.D Method:CB2015-1.M Name: KK61/04346-009
C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 06:49: am Instr: Inst-

	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
5	0.000	16.178	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb
6	0.000	16.480	0.000	0.00000	0.000000	Promecarb

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ie:C:\HPCHEM\1\DATA\CB180919\035-0601.D Method:CB2015-1.M Name: KK61/04346-004
th:C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 07:16: am Instr: Inst->

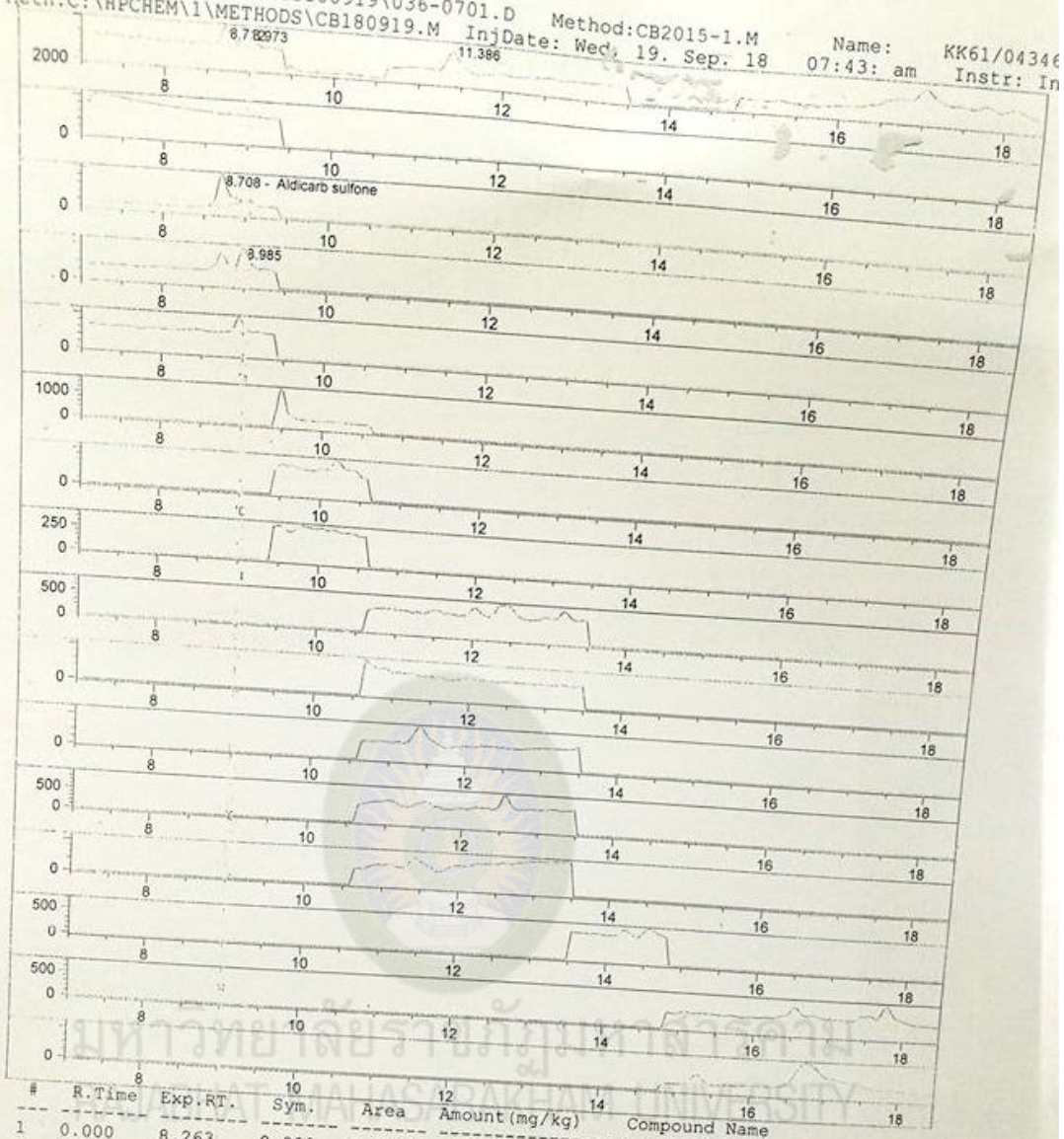


#	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
1	0.000	8.263	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb sulfoxide
2	0.000	8.650	0.000	0.00000	0.000000	Oxamyl
3	8.720	8.567	0.641	5.803e4	0.053552	Aldicarb sulfone
4	9.048	9.006	0.745	2.291e4	0.013976	Methomyl
5	0.000	9.883	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfoxide
6	0.000	10.177	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-OH
7	0.000	10.305	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfone
8	0.000	11.184	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-keto
9	0.000	11.458	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb
10	0.000	12.475	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran
11	0.000	12.972	0.000	0.00000	0.000000	Carbaryl
12	0.000	13.109	0.000	0.00000	0.000000	Thiodicarb
13	0.000	14.124	0.000	0.00000	0.000000	Isoprocarb
14	0.000	15.791	0.000	0.00000	0.000000	Fenobucarb

1/04346-004
tiplier:0.36 Dilution:1 ReportDate:Thu, 20. Sep. 18 09:39 am By:Nuengrut->Page 1 of 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

al Meth:C:\HPCHEM\1\DATA\CB180919\036-0701.D Method:CB2015-1.M Name: KK61/04346
C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 07:43: am Instr: In



#	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount (mg/kg)	Compound Name
1	0.000	8.263	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb sulfoxide
2	0.000	8.650	0.000	0.00000	0.000000	Oxamyl
3	8.708	8.567	0.576	3.500e4	0.032310	Aldicarb sulfone
4	0.000	9.006	0.000	0.00000	0.000000	Methomyl
5	0.000	9.883	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfoxide
6	0.000	10.177	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-OH
7	0.000	10.305	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb sulfone
8	0.000	11.184	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran-3-keto
9	0.000	11.458	0.000	0.00000	0.000000	Aldicarb
10	0.000	12.475	0.000	0.00000	0.000000	Carbofuran
11	0.000	12.972	0.000	0.00000	0.000000	Carbaryl
12	0.000	13.109	0.000	0.00000	0.000000	Thiodicarb
13	0.000	14.124	0.000	0.00000	0.000000	Isoprocarb
14	0.000	15.791	0.000	0.00000	0.000000	Fenobucarb

346-008
ier:0.36 Dilution:1 ReportDate:Thu, 20. Sep. 18 09:40 am By:Nuengrut->Page 1 of 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

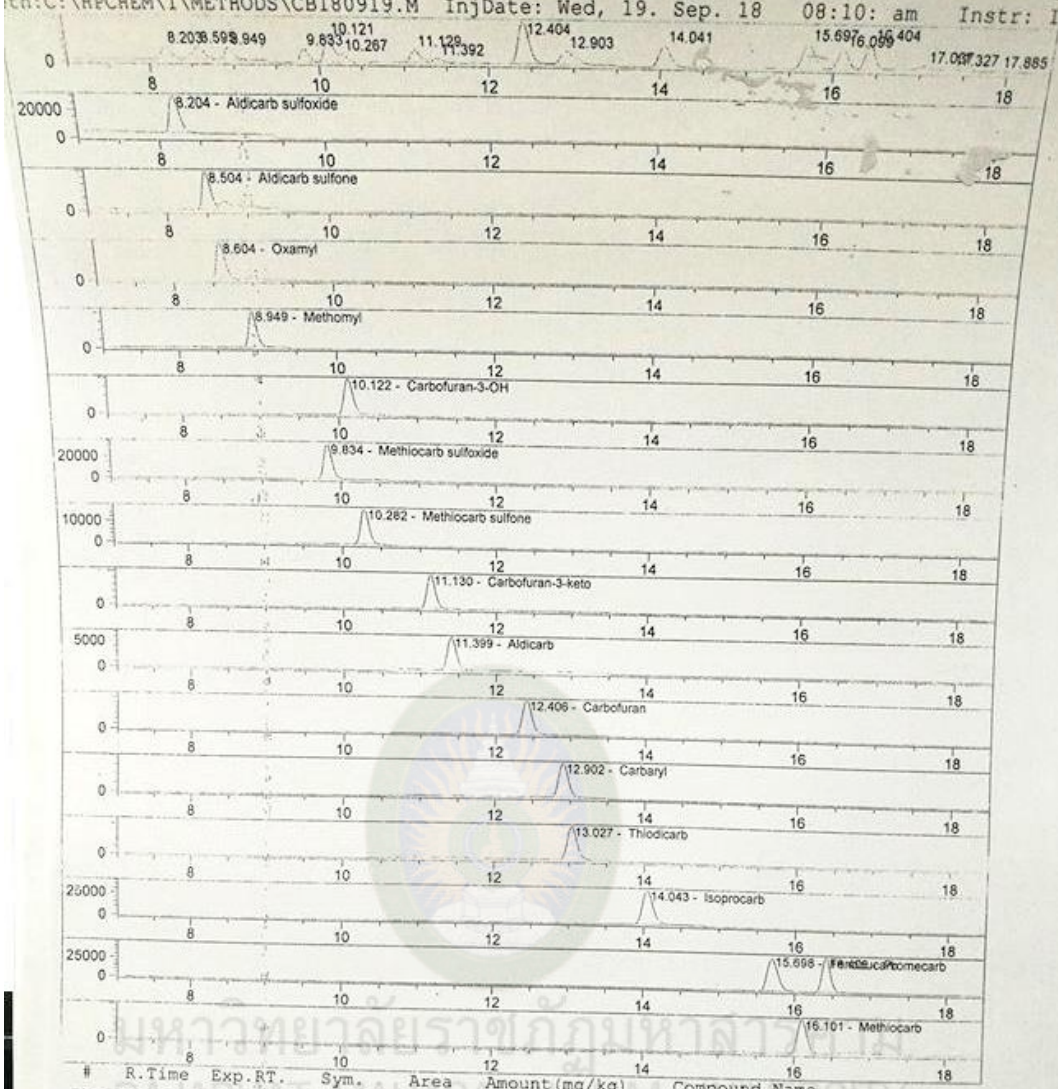
Method:CB2015-1.M Name: KK61/04346-008

:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 07:43: am Instr: Inst->

R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
0.000	16.178	0.000	0.00000	0.000000	Methiocarb
0.000	16.480	0.000	0.00000	0.000000	Promecarb

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

...\DATA\CB180919\037-0801.D Method:CB2015-1.M Name: Sp 0.
th:C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 08:10: am Instr: Inst-



#	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount (mg/kg)	Compound Name
1	8.204	8.263	0.743	2.143e5	0.084280	Aldicarb sulfoxide
2	8.504	8.567	0.845	7.761e4	0.071610	Aldicarb sulfone
3	8.604	8.650	0.747	1.826e5	0.097294	Oxamyl
4	8.949	9.006	0.765	1.396e5	0.088656	Methomyl
5	9.834	9.883	0.780	2.384e5	0.083085	Methiocarb sulfoxide
6	10.122	10.177	0.796	1.541e5	0.092662	Carbofuran-3-OH
7	10.282	10.305	0.788	1.225e5	0.086707	Methiocarb sulfone
8	11.130	11.184	0.803	1.934e5	0.088686	Carbofuran-3-keto
9	11.399	11.458	0.773	5.402e4	0.105083	Aldicarb
10	12.406	12.475	0.753	5.794e5	0.096681	Carbofuran
11	12.902	12.972	0.790	1.695e5	0.078516	Carbaryl
12	13.027	13.109	0.748	7.821e4	0.088145	Thiodicarb
13	14.043	14.124	0.729	3.629e5	0.091235	Isoprocarb
14	15.698	15.791	0.737	4.056e5	0.087724	Fenobucarb

ier:0.36 Dilution:1 ReportDate:Thu, 20. Sep. 18 09:36 am By:Nuengrut->Page 1 of 2

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

:C:\HPCHEM\1\DATA\CB180919\057-0601.D Method:CB2015 1.M Name: Sp ...
:C:\HPCHEM\1\METHODS\CB180919.M InjDate: Wed, 19. Sep. 18 08:10: am Instr: Inst->

#	R.Time	Exp.RT.	Sym.	Area	Amount(mg/kg)	Compound Name
5	16.101	16.178	0.817	2.045e5	0.083344	Methiocarb
6	16.406	16.480	0.806	3.350e5	0.098917	Promecarb

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูปภาพ	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 สถานที่ทำการวิจัย	4
1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช	5
2.2 ชนิดของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช	6
2.3 รูปแบบของการใช้ยาฆ่าแมลงในประเทศไทย	13
2.4 ระดับความเป็นพิษของวัตถุอันตราย	13
2.5 วิธีการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้าง	17
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการทดลอง	26
3.1 วัสดุอุปกรณ์	26
3.2 การเตรียมตัวอย่าง	27
3.3 เครื่องมือวิเคราะห์	29
3.4 การตรวจสอบด้วยวิธีการอย่างง่าย	31

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ(ต่อ)

หัวเรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 ผลการทดลอง..... 34

4.1 ผลการวิเคราะห์ยาฆ่าแมลงตกค้างในผักและผลไม้..... 34

บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ..... 39

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิเคราะห์สารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างในผัก ผลไม้และผักผลไม้แปรรูป 39

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 40

บรรณานุกรม..... 41

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก กราฟมารตฐานของยาฆ่าแมลง..... 45

ประวัติผู้วิจัย..... 99

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สูตรโครงสร้างของสารสังเคราะห์ไพรีทอย..... 12

2.2 ระดับพิษของสารฆ่าศัตรูพืชตามองค์การอนามัยโลก..... 13

2.3 แสดงอาการเกิดพิษของวัตถุอันตรายแต่ละ..... 14

2.4 ค่าความเป็นพิษของสารฆ่าศัตรูพืช และสัตว์ชนิดออร์แกโนคลอรีนในหนูขาวตัวผู้ โดยให้ทางปาก และดูดซึมทางผิวหนัง..... 15

2.5 ความคงทนของสารมีพิษที่สะสมอยู่ในดิน..... 16

4.1 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมต จำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผัก..... 34

4.2 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมตจำแนกตามชนิดของผัก..... 35

4.3 ผลการตรวจพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมตจำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผลไม้ 36

4.4 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมตจำแนกตามชนิดของผลไม้..... 36

4.5 ผลการตรวจพบสารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์และคาร์บาเมตจำแนกตามความปลอดภัยและไม่ปลอดภัยของการตรวจพบยาฆ่าแมลงค้างในผักและผลไม้แปรรูป..... 37

4.6 ผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีฆ่าแมลงตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ไพรีทอยด์ และคาร์บาเมต จำแนกตามชนิดของผลไม้..... 38

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างสูตรโครงสร้างของสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine pesticides)	8
2.2	ตัวอย่างสูตรโครงสร้างทั่วไปของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate pesticides)	9
2.3	ตัวอย่างสูตรโครงสร้างของสารกลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate pesticides)	11
3.1	แผนภาพแสดงขั้นตอนการทดสอบยาฆ่าแมลง-สารพิษตกค้าง GT.....	33

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY