รายงานชุดโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

Research and Development Program on Agricultural Production Inputs

ชื่อหัวหน้าชุดโครงการวิจัย

นางอัจฉรา นันทกิจ

Achara Nuntakit

ปี พ.ศ. 2558

รายงานชุดโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

Research and Development Program on Agricultural Production Inputs

ชื่อหัวหน้าชุดโครงการวิจัย

นางอัจฉรา นันทกิจ

Achara Nuntakit

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ

ชุดโครงการการวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2554-2558ประกอบด้วย 7 โครงการ ซึ่งเป็นโครงการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการปัจจัยในการผลิตพืชโดยมีผลงานวิจัยครอบคลุมด้าน การวิเคราะห์ ดิน ปุ๋ย น้ำ พืช สารกำจัดศัตรูพืช การการวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืชจากสารธรรมชาติ การใช้ปัจจัยการผลิตด้านการจัดการสารเคมีกำจัดศัตรูพืชให้ปลอดภัย การจัดการดินและปุ๋ย

รายงานผลชุดโครงการวิจัยนี้จึงจะมีประโยชน์อย่างมากในการรวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในช่วงเวลาดังกล่าว เพื่อใช้ประกอบเป็นองค์ความรู้ในการพัฒนาการเกษตรให้มีความเจริญก้าวหน้า เกษตรกรมีการผลิตที่ปลอดภัย มีผลผลิตสูง ต้นทุนต่ำ สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ผู้บริโภคปลอดภัย ประชาชนมีสุขภาพเข็มแข็ง มีพลานามัยที่ดี ความสามารถในการแข่งขันในตลาดสินค้าเกษตรของไทยอยู่ในระดับที่ดี อย่างมั่นคง มั่งคั่งและยั่งยืน ตามนโยบายของรัฐบาล

สารบัญ

สารบัญ		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		1
ผู้วิจัย		2
บทนำ		3
โครงการวิจัย 1	การศึกษาการจัดการธาตุอาหาร ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน	8
โครงการวิจัย 2	การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตร	30
โครงการวิจัย 3	การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	53
โครงการวิจัย 4	การสร้างนวัตกรรมสนับสนุนด้านการวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	84
โครงการวิจัย 5	การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม	93
โครงการวิจัย 6	การศึกษาเพื่อการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)	124
โครงการวิจัย 7	การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้องแม่นยำตามมาตรฐานสากล	135
บทสรุปและข้อเสนอแนะ		181
บรรณานุกรม		183

กิตติกรรมประกาศ

ชุดโครงการการวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ปี พ.ศ. 2554-2558 เป็นชุดโครงการที่ได้รับเงินสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ที่สนับสนุนโดยกรมวิชาการเกษตร รวม 5 ปี

ผู้วิจัย

ผู้อำนวยการชุดโครงการวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
: นางอัจฉรา นันทกิจ

โครงการวิจัยที่ 1 : การศึกษาการจัดการธาตุอาหาร ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน
หัวหน้าโครงการวิจัย: นางสาวสรัตนา เสนาะ

โครงการวิจัยที่ 2 : การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตร
หัวหน้าโครงการวิจัย นายภัสชญภณ หมื่นแจ้ง

โครงการวิจัยที่ 3 : การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางจิติมา ยถาภูธานนท์

โครงการวิจัยที่ 4 : การสร้างนวัตกรรมสนับสนุนด้านการวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางอุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ

โครงการวิจัยที่ 5 : การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางผกาสินี คล้ายมาลา

โครงการวิจัยที่ 6 : การศึกษาเพื่อการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา

โครงการวิจัยที่ 7 : การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้องแม่นยำตามมาตรฐานสากล
หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวพนิดา ไชยยันต์บูรณ์

บทนำ

ปัจจุบันทั่วโลกได้ให้ความสำคัญกระบวนการผลิตอาหารจากวัตถุดิบที่มีคุณภาพ สะอาด ถูกสุขอนามัย ซึ่งจะนำไปสู่ความปลอดภัยด้านอาหาร การเข้มงวดความปลอดภัยด้านอาหารได้เพิ่มความรุนแรง โดยเฉพาะกลุ่มประเทศสมาชิกองค์การค้าโลกได้กำหนดกฎระเบียบและมาตรการต่างๆ ภายใต้เขตการค้าเสรีเพื่อการผลิตที่ปลอดภัยตามมาตรฐานสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (SPS) รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบและมาตรการตลอดเวลา ประเทศไทยจำเป็นต้องติดตามและเตรียมความพร้อมที่จะปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ และปรับตัวด้านการผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพ มีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในระดับสากล

กรมวิชาการเกษตรให้ความสำคัญในเรื่องระบบการผลิตในแปลงปลูก โดยเน้นการทำเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) ลดการใช้สารเคมี โดยใช้สารสกัดจากพืชหรือชีวินทรีย์ต่างๆ ทดแทนและใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยเพื่อไม่ก่อเกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม การจัดระบบสินค้าที่ผ่านกระบวนการผลิตในระดับไร่นาถึงผู้บริโภคภายในประเทศ และการส่งออกอย่างมีมาตรฐาน จำเป็นต้องสร้างระบบการวิเคราะห์ตรวจสอบ ผลิตผลและผลิตภัณฑ์เกษตร รวมทั้งปัจจัยการผลิตทางการเกษตร อย่างมีคุณภาพตามมาตรฐานสากล เป็นการรับรองและประกันคุณภาพ เสริมสร้างความเชื่อมั่นให้สินค้าเกษตรก้าวไกลในตลาดโลกโดยไม่ถูกกีดกัน รวมทั้งการประเมินขบวนการผลิตสินค้าเกษตรมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมด้วย ดังนั้นเพื่อเป็นการรองรับการสร้างระบบมาตรฐานสากลในการวิเคราะห์และตรวจสอบดังกล่าว จึงกำหนดแผนงานวิจัยการพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรประกอบด้วย

1. ด้านสารเคมี และวัตถุอันตรายทางการเกษตร

การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบรับรองปัจจัยการผลิต (สารพิษตกค้าง ปุ๋ยดิน น้ำ สารสกัดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ฮอร์โมนและสูตรผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร) เพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำ และน่าเชื่อถือ โดยคำนึงถึงการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย การศึกษาวิจัยถึงความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืช ดิน น้ำและคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร เป็นการติดตามปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร การศึกษาเพื่อการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLS) เพื่อเป็นมาตรฐานความปลอดภัยของผลผลิต

2. ด้านดินและปุ๋ย

การใช้ดินเพาะปลูกพืชโดยไม่มีการอนุรักษ์และปรับปรุงดินตลอดจนการจัดการดินที่ไม่ถูกต้อง มีผลทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ลดลง มีสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพไม่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพืช ธาตุอาหารในดินขาดความสมดุลและมีปริมาณน้อย ทำให้ศักยภาพการผลิตของดินต่ำและไม่สามารถผลิตพืชได้อย่างยั่งยืน ตลอดจนทำให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม ความยั่งยืนในการผลิตพืชจำเป็นต้องอาศัยดินเป็นพื้นฐานในการพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่ใช้ เช่น ต้องรักษาปริมาณอินทรียวัตถุในดินไว้ในระดับที่เหมาะสม ต้อง

เพิ่มเติมธาตุอาหารพืชที่ถูกนำออกไปจากพื้นที่ในรูปของผลผลิตและจากการถูกชะล้าง และต้องมีมาตรการป้องกันการชะล้างพังทลายของดินเพื่อการอนุรักษ์ดินและน้ำ เทคโนโลยีการผลิตพืชโดยการใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และ/หรือปุ๋ยชีวภาพแบบผสมผสานร่วมกับการอนุรักษ์ดินและน้ำที่ถูกต้องและเหมาะสม นอกจากจะช่วยเพิ่มผลผลิตเชิงปริมาณและคุณภาพแล้ว ยังทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และมีศักยภาพในการผลิตพืชอย่างยั่งยืน

การใช้ปุ๋ยอินทรีย์มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของดิน ทำให้ดินมีโครงสร้างดีขึ้น มีความโปร่งร่วนซุยเหมาะแก่การไชชอนของรากพืช และสามารถอุ้มน้ำได้มากขึ้น ทำให้สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้นานมากขึ้น ช่วยลดความเสียหายของผลผลิตพืชจากความแห้งแล้ง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ยังเป็นการเพิ่มปริมาณอินทรีย์คาร์บอนให้แก่ดิน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานช่วยให้จุลินทรีย์ดินสามารถเจริญเติบโตและดำเนินกิจกรรมต่างๆ ช่วยให้ธาตุอาหารพืชในดินสามารถปลดปล่อยออกมาและเป็นประโยชน์แก่พืชได้มากขึ้น นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุอาหารพืชเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงยังสามารถทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมีได้บางส่วน แต่จะสามารถปลดปล่อยธาตุอาหารพืชออกมาอย่างช้า ๆ ต่างจากปุ๋ยเคมี อย่างไรก็ตามปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดต่างก็มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตและวิธีการผลิตจึงทำให้มีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีผลต่อการนำไปใช้ประโยชน์ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบคุณลักษณะและประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยผสมอินทรีย์เคมีที่มีอยู่ทั่วไป หรือที่ผลิตได้จากเทคโนโลยีใหม่ต่างๆ เพื่อให้สามารถจัดทำเกณฑ์มาตรฐานของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยผสมอินทรีย์เคมี และสามารถแนะนำเทคโนโลยีการใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมให้แก่เกษตรกรได้

ปัจจุบันปุ๋ยชีวภาพเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการช่วยเพิ่มผลผลิตให้แก่เกษตรกร ในขณะเดียวพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ได้มีการแก้ไขเพิ่มเติมระบุชนิดแห่งปุ๋ย เป็น 3 ประเภทด้วยกัน ซึ่งหนึ่งในสามก็คือ ปุ๋ยชีวภาพ ทำให้หน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรที่รับผิดชอบเกี่ยวกับเรื่องปุ๋ยชีวภาพโดยตรงต้องมีการวิจัยและพัฒนารูปแบบวิธีการเก็บตัวอย่างปุ๋ยชีวภาพให้มีมาตรฐานเทียบเท่ามาตรฐานสากล เนื่องจากปุ๋ยชีวภาพมีความแตกต่างจากปุ๋ยประเภทอื่น รวมไปถึงการวิจัยและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพให้ทันสมัยมากขึ้น เพื่อรองรับการเข้าสู่มาตรฐานสากล และลดข้อขัดแย้งระหว่างบริษัท ผู้ผลิตปุ๋ยชีวภาพเกี่ยวกับกระบวนการเก็บตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ย เนื่องจากหน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรต้องเป็นผู้รับรองการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพเพื่อการขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติปุ๋ยฉบับดังกล่าว

ประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี จากจำนวน 1.6 ล้านตันในปี 2536 เป็น 3.3 ล้านตันในปี 2545 และในปี 2548 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีประมาณ 3.3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 33,276 ล้านบาท ปุ๋ยเคมีที่นำเข้านี้ถูกนำมาใช้เพื่อชดเชยธาตุอาหารพืชที่ถูกนำออกไปจากดินในรูปของผลผลิตและการถูกชะล้าง

ปัจจัยการผลิตโดยเฉพาะด้านปุ๋ยและสารปรับปรุงดินมีสัดส่วน 20-30 % ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด วัสดุและสารเหล่านี้มีราคาแพงเนื่องจากมีการนำเข้าเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะสารปรับปรุงดินที่วางขายตามท้องตลาดนั้นยังไม่มีกฎหมายควบคุมการผลิต การจำหน่าย และขาดข้อมูลวิชาการสนับสนุน ทำให้มีการโฆษณาสรรพคุณและกำหนดราคาสูงเกินความเป็นจริง เป็นผลให้เกษตรกรหลงเชื่อ สับสนในการพิจารณาตัดสินใจเลือกซื้อมาใช้ จึงควรมีคำแนะนำการจัดการปุ๋ยแบบผสมผสาน โดยใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ วัสดุเหลือใช้และสารปรับปรุงดิน เพื่อลดการใช้ปุ๋ยเคมี ในการผลิตพืชอย่างคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

การศึกษาวิจัยด้านการบำรุงดินที่มุ่งเน้นการใช้ปุ๋ยเคมีแต่เพียงอย่างเดียวทำให้ดินขาดอินทรียวัตถุและอาจมีสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ ที่ไม่เหมาะสมกับการผลิตพืช จำเป็นต้องใช้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ และ/หรือวัสดุปรับปรุงดินอย่างผสมผสาน เพื่อทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์และมีคุณภาพเหมาะสมต่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืน โดยการลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงเท่าที่มีความจำเป็น ในขณะเดียวกันก็สนับสนุนให้มีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยชีวภาพเพิ่มขึ้นโดยคำนึงถึงปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีเพียงพอต่อระดับผลผลิตที่ต้องการ ทั้งนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการธาตุอาหารพืช และการใช้ปุ๋ยในสภาวะต่างๆ รวมทั้งการพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยควบคู่ไปกับการอนุรักษ์ปรับปรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์และเหมาะสมในการผลิตพืชในระยะยาว

ปัจจุบันปัญหาเรื่องมลพิษหรือการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน และผลิตผลทางการเกษตรได้รับความสนใจกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกมุมโลก เพราะการปนเปื้อนของโลหะหนักและไนเตรท นอกจากจะมีผลทำให้คุณภาพของดินและน้ำเลวลงแล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตพืชที่เป็นอาหาร เนื่องจากธาตุเหล่านี้สามารถเคลื่อนย้ายจากดินไปสะสมที่ผลิตผลได้ ทำให้คุณภาพของผลผลิตพืชที่ปลูกในบริเวณนั้นๆไม่ได้มาตรฐานเพื่อการบริโภคและการส่งออก นอกจากนี้ยังเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคผลิตผลหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักและไนเตรท และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพนี้ได้กลายเป็นการกีดขวางทางการค้าระหว่างประเทศ ดังนั้นการวิจัยถึงผลกระทบของการเกิดมลพิษเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนักหรือธาตุกึ่งโลหะที่มีต่อคุณภาพของดินและผลิตผลทางการเกษตร ตลอดจนศึกษาวิธีการที่แก้ไขพื้นที่ที่ปนเปื้อน จะเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่จะสามารถใช้ในการป้องกันและหลีกเลี่ยงการเสื่อมโทรมของดินที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก ธาตุกึ่งโลหะและไนเตรทซึ่งข้อมูลจากการวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขความเสื่อมโทรมของดินและคุณภาพของผลผลิตพืชจากการปนเปื้อนของโลหะหนักและไนเตรท ตลอดจนเป็นข้อมูลให้รัฐบาลนำไปใช้กำหนดมาตรการ เฝ้าระวัง ป้องกันและแก้ไขที่เหมาะสม

ปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ เริ่มมีความรู้ในเรื่องคุณภาพผลิตผลเกษตรที่เป็นอาหารมากยิ่งขึ้น และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพนี้ได้กลายเป็นการกีดขวางทางการค้าระหว่างประเทศดังที่กล่าวแล้ว ในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ออสเตรเลีย สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่นได้มีการพัฒนาวิธีการจัดการดินและพืช เพื่อที่จะลดการปนเปื้อนของสารเคมีต่างๆ ในอาหาร ดังนั้น ประเทศไทยก็ควรจะต้องมีการวิจัยที่เน้นถึงคุณภาพดิน

เช่นเดียวกับคุณภาพผลิตผลพืชที่เป็นอาหาร เพื่อที่จะประกันได้ว่า ระบบเกษตรมีความยั่งยืนและไม่ก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของดินซึ่งเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญ

วัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัย

1. เพื่อให้ได้เทคนิคการตรวจสอบที่ถูกต้องแม่นยำของของสารพิษตกค้าง ปุ๋ย ดิน น้ำ สารสกัดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ฮอร์โมน สูตรผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรที่ถูกต้องและแม่นยำ เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO/IEC 17025
2. เพื่อติดตามปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีผลกระทบรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม
3. เพื่อทราบข้อมูลสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตรที่ใช้บริโภคในประเทศและส่งออก
4. เพื่อแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างในผัก และผลไม้ ลดความเสี่ยงภัยในการบริโภค และเพิ่มมูลค่าการส่งออก
5. เพื่อตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรและ ผลิตภัณฑ์สารสกัดธรรมชาติ
6. เพื่อทราบการปนเปื้อนของวัตถุอันตรายทางการเกษตรจากแหล่งเกษตรกรรมสู่สิ่งแวดล้อม (ดินและน้ำในระบบนิเวศเกษตร)
7. เพื่อกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRLs) ในสินค้าเกษตรเป็นมาตรฐานควบคุมสินค้าเกษตรให้ปลอดภัย
8. เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยผสมอินทรีย์เคมี ที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพของดินให้มีความสามารถในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรได้อย่างยั่งยืนและปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อม
9. เพื่อให้ได้เทคโนโลยีการจัดการดินและธาตุอาหารพืชตามค่าวิเคราะห์ดินและความต้องการของพืชแบบสมดุล เพื่อลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี เพิ่มศักยภาพการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ วัสดุปรับปรุงดินในพื้นที่ให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดเพื่อให้มีระบบการผลิตพืชในพื้นที่ปลูกอย่างยั่งยืน โดยเน้นที่ระดับไม่ทำลายทรัพยากรดินและสิ่งแวดล้อม
10. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของโลหะหนักในดิน พืชและน้ำที่ปนเปื้อนด้วยโลหะหนักจากวัสดุอินทรีย์และอนินทรีย์ และเพื่อวิจัยวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินและน้ำ ซึ่งมีผลต่อเนื่องถึงคุณภาพผลิตผลของพืช

แผนการดำเนินงานและขั้นตอนการดำเนินงาน

ดำเนินการทั้งสิ้น 7 โครงการ 42 กิจกรรม 227 การทดลอง

โครงการวิจัยที่ 1 การศึกษาการจัดการธาตุอาหาร ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะ เจาะจงกับลักษณะดินจำนวน 5 กิจกรรม 3 การทดลอง

โครงการวิจัยที่ 2 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตรจำนวน 4 โครงการย่อย 19 กิจกรรม 16 การทดลอง

โครงการวิจัยที่ 3 การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

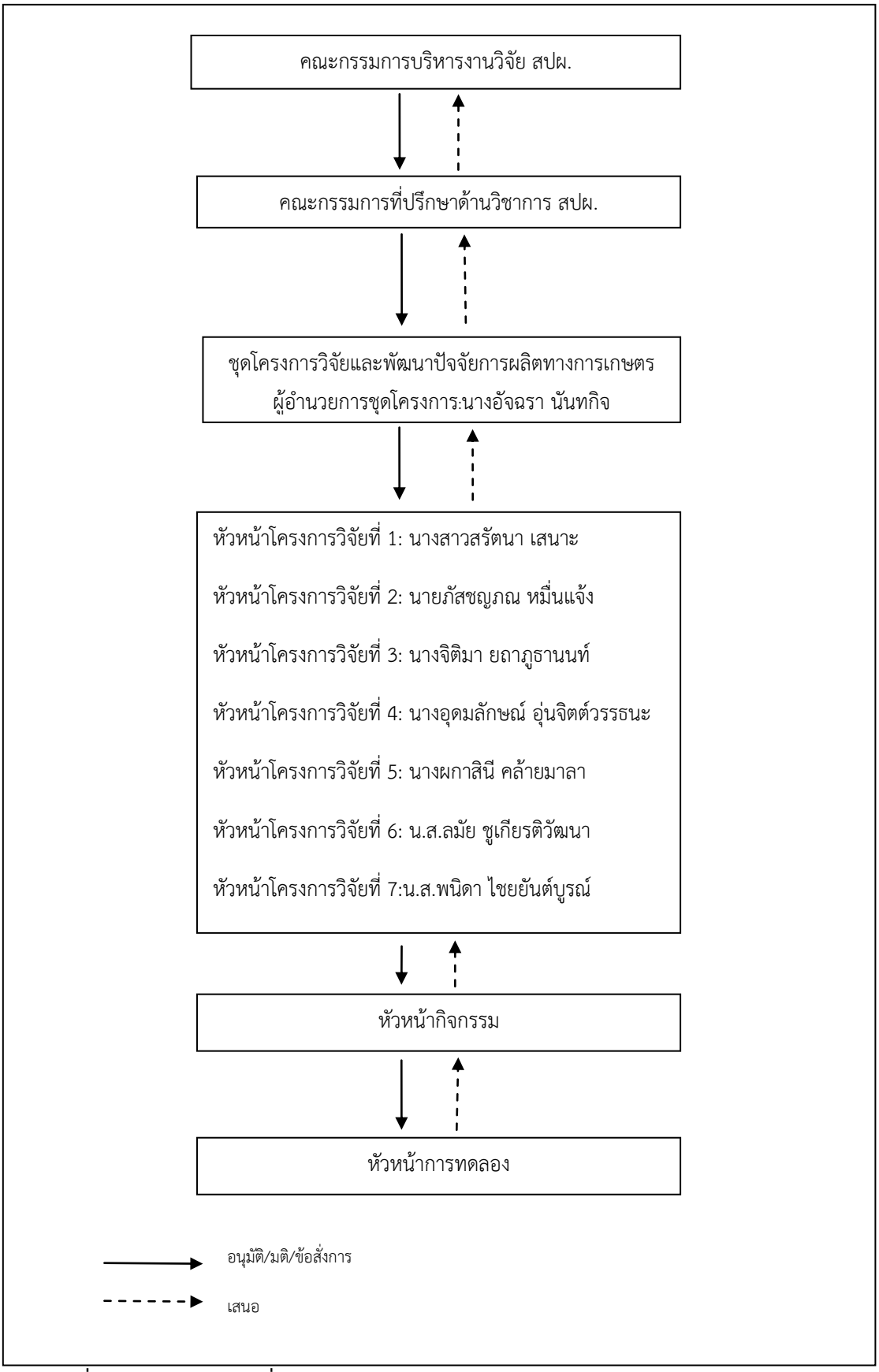
- จำนวน 3 โครงการย่อย 9 กิจกรรม 80 การทดลอง

โครงการวิจัยที่ 4 การสร้างนวัตกรรมสนับสนุนด้านการวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จำนวน 1 กิจกรรม 4 การทดลอง

โครงการวิจัยที่ 5 การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อมจำนวน 4 กิจกรรม 37 การทดลอง

โครงการวิจัยที่ 6 การศึกษาเพื่อการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)จำนวน 2 กิจกรรม 58 การทดลอง

โครงการวิจัยที่ 7 การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้องแม่นยำตามมาตรฐานสากลจำนวน 2 กิจกรรม 29 การทดลอง



แผนภูมิที่1 แผนผังแสดงความเชื่อมโยงในชุดโครงการวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

โครงการที่ 1 การศึกษาการจัดการธาตุอาหาร ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะ เจาะจงกับลักษณะดิน

Studies on Management of Nutrients, Soils, Fertilizers and Heavy Metals which Specify to Soil Characteristics

สรัตนา เสนาะ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี วนิดา โนบรรเทา กิตจเมต แจ้งศริกุล วริศ แคนคอน ศิริขวัญ ภู่นา วัลลีย์ อมรพล อรัญญ์ ขันติวิชย์ ชูศักดิ์ สัจจพงษ์ สุปรานี มั่นหมาย กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ ณัฐพงษ์ ศรีสมบัติ ศราริน กลิ่นโพธิกลับ อุชฎา สุขจันทร์ ประภาศรี จงประดิษฐ์นันท์ ไพรสน รุจิคุณ จินดารัตน์ ชื่นรุ่ง สมฤทัย ตันเจริญ รัฐกร สืบคำ สาธิต อารีรักษ์ สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์ สรรเพชญ์ อิ้มพัฒน์ ดาวรุ่ง คงเทียน อนันต์ ทองภู บรรณพิชญ์ สัมฤทธิ์ รมิดา ขันตรีกรม อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์

บทคัดย่อ

ปัจจุบันราคาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยเคมีนั้นมีราคาสูงขึ้นมาก ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้ปัจจัยการผลิตปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงต้องพัฒนาคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินมีความเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ดิน และปัญหาดินเสื่อมโทรมอันเนื่องจากผลกระทบของการเกิดมลพิษ จากการปนเปื้อนของโลหะหนักที่มีต่อคุณภาพของดินและผลิตผลทางการเกษตร เนื่องจากในปัจจุบันการปนเปื้อนของโลหะหนัก ในผลผลิตการเกษตรถือเป็นประเด็นสำคัญ ที่นำมาเป็นข้อกีดกันทางการค้า ดังนั้นการจัดการด้านธาตุอาหารพืช ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลอัตราการสูญหายของไนโตรเจนจากการระเหิด การชะล้างและในพื้นที่ลาดชัน ศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และจุลธาตุของดินกลุ่มต่างๆ เพื่อใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยที่มีความเฉพาะเจาะจงตามลักษณะดิน ให้ได้ข้อมูลปริมาณของโลหะหนักและคุณภาพดินในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจ กำหนดแนวทางหลีกเลี่ยงหรือบรรเทาผลเสียที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนักในระบบเกษตร โครงการวิจัยนี้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี 2554 - 2558 เป็นเวลา 5 ปี มีทั้งหมด 5 กิจกรรม 17 การทดลอง โดยกิจกรรมที่ 1 การประเมินการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนจากดินภายใต้สภาพต่างๆ 4 การทดลอง ทำให้ได้ข้อมูลการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนจากการระเหิดจากดินในสภาพห้องปฏิบัติการ 8 ชุดดิน สภาพพื้นปลูก 2 ชุดดิน การสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะล้างในดินปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3 ชนิดดิน และวิธีการป้องกันการสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนในพื้นที่ลาดชันสำหรับมันสำปะหลัง 1 ชุดดิน กิจกรรมที่ 2 ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินที่กลุ่มต่างๆ สำหรับใช้ในการประเมินการใช้ ปุ๋ยฟอสเฟตอย่างแม่นยำเฉพาะพื้นที่ 6 การทดลอง ได้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและคำแนะนำปริมาณความต้องการของปุ๋ยฟอสเฟตจากสมการคาดคะเน 8 ชุดดิน คำแนะนำปุ๋ยฟอสเฟตสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 3 ชุดดิน คำแนะนำปุ๋ยฟอสเฟต

สำหรับมันสำปะหลัง 1 ชุดดิน กิจกรรมที่ 3 ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมของชุดดินต่างๆ สำหรับใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยโพแทชอย่างแม่นยำเฉพาะพื้นที่มี 2 การทดลอง ได้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมและคำแนะนำปริมาณความต้องการของปุ๋ยโพแทชจากสมการคาดคะเน 8 ชุดดิน คำแนะนำปุ๋ยโพแทชสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 ชุดดิน กิจกรรมที่ 4 ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุ ของดินกลุ่มต่างๆ เพื่อประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุเฉพาะพื้นที่มี 2 การทดลอง ได้ข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุและคำแนะนำปริมาณความต้องการของปุ๋ยจุลธาตุจากสมการคาดคะเน 4 ชุดดิน คำแนะนำปุ๋ยจุลธาตุสำหรับมันสำปะหลังและสับปะรด 1 ชุดดิน และกิจกรรมที่ 5 การจัดการดิน น้ำ พืช ที่เป็นปัญหาในพื้นที่การเกษตรมี 3 การทดลอง ได้ข้อมูลการปนเปื้อนโลหะหนักในดิน พืช และคุณภาพดินในแหล่งปลูกมันสำปะหลัง 5 จังหวัด และข้าวโพดฝักอ่อน 2 จังหวัด แนวทางการปรับปรุงแก้ไขการปนเปื้อนแคดเมียมในดิน 1 วิธี และข้อมูลการแพร่กระจายและสะสมแคดเมียมและตะกั่ว 1 พื้นที่

คำสำคัญ : การดูดซับและปลดปล่อยธาตุอาหาร, การจัดการดินและปุ๋ย,การจัดการธาตุอาหารเฉพาะพื้นที่, โลหะหนัก,ไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, จุลธาตุ, แคดเมียม, ตะกั่ว, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์, มันสำปะหลัง, ข้าวโพดฝักอ่อน,

Abstract

Current prices of agricultural inputs, especially chemical fertilizers are priced much higher. So farmers are absolutely necessary to reduce production costs through the use of fertilizer inputs for maximum efficiency. The need to develop guidance on the use of fertilizers based on soil analysis with a specific land area. And the problem of soil degradation due to the effects of pollution. The contamination of heavy metals on the quality of soil and agricultural produce. At present, the contamination of heavy metals. Productivity in agriculture is a key issue. Taken as a trade barrier .Therefore, Studies on Management of Nutrients, Soils, Fertilizers and Heavy Metals which Specify to Soil Characteristics**.** The purpose of this research project. To get the data rate of the nitrogen is lost by sublimation. Erosion and slope. Potential absorption and release of phosphorus, potassium and micronutrients of soil groups. In order to evaluate the use of fertilizers with specific soil characteristics. For information on the amount of heavy metals in the soil and planting crops guidelines to avoid or mitigate adverse effects that may occur due to contamination of heavy metals in agricultural systems .his research carried out since the year 2554 - 2558 for 5 years with a total of 17 events, five trials .The first workshop to investigate

nitrogen fertilizer loss from the soils under four different conditions is required. Result reveals nitrogen loss though laboratory volatilization on eight soil series and field experiment with two soil series. For three soil series aim to get the data nitrogen leaching on maize production. Moreover, this studying aims to get the effectively protection method of nitrogen loss on cassava production in a slopping soil. The second workshop, six experiments that study on the potential of Phosphorus sorption and desorption in various soils to evaluate a site-specific Phosphorus application was required. The result showed that the coefficient of Phosphorus sorption and desorption and fertilizer recommendation using P requirement equation in eight soil series. Including P fertilizer recommendation on maize production in three soil series and one soil series on cassava gotten. With two experiments in the third workshop, study on Potassium sorption and desorption potential to investigate a site-specific K application. The resulted showed the K sorption and desorption coefficient and fertilizer recommendation using K requirement equation in eight soil series. Furthermore, in one soil series showed the K recommendation in maize production. The fourth workshop, study on trace element sorption and desorption potential of various soils to evaluate a site-specific fertilizer use with two experiments. The result showed 1) the sorption and desorption coefficient of trace element. 2) Predicting trace element requirement of four soil series using trace element requirement equation. 3) trace element recommendation on cassava and pine apple production on a soil series. The last workshop consisted of three experiments to resolution soil, water and plant management in agricultural area. The investigation showed soil and plant contaminated by heavy metal and the soil quality on cassava production in five locations and two locations for baby corn. Moreover, at least one method of Cadmium contaminated soil management had been investigated. Including the data of the distribution and accumulation of Cadmium and Lead in one location.

Key words : Nutrient adsorption/desorption, Soil and fertilizer management, Site specific nutrient management, Heavy metals, Nitrogen, Phosphorous, Potassium, Trace elements, Cadmium, Lead, Corn, Cassavas, Baby corn

บทนำ

ปัจจุบันราคาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยเคมีนั้นมีราคาสูงขึ้นมาก เนื่องจากสภาพวิกฤติเศรษฐกิจ ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องลดต้นทุนการผลิตโดยการใช้ปัจจัยการผลิตปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงสุด จึงต้องพัฒนาคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่มีความแม่นยำสูง และมีความเฉพาะเจาะจงกับพื้นที่ดิน โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชเศรษฐกิจของกรมวิชาการเกษตรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันนั้นได้พัฒนามาจากการทดลองวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน (ค่าวิเคราะห์ดิน) กับการให้ผลผลิตของพืชเพื่อให้ได้ค่าวิกฤตของธาตุอาหารในดิน (critical level) การหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยที่ใช้กับการให้ผลผลิตของพืชเพื่อทราบถึงการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของพืชนั้นๆ และการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น

จากปี พ.ศ.2537 จนถึงปัจจุบัน งานวิจัยด้านดินและปุ๋ยมุ่งเน้นการศึกษาผลหรือประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยกับพืชชนิดต่าง ๆ จึงขาดการพัฒนาปรับปรุงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยให้มีความทันสมัยตามลักษณะของดิน ขณะที่ดินมีการเปลี่ยนแปลงไปมากจากการจัดการธาตุอาหารพืชในดินไม่สมดุล รวมทั้งพันธุ์พืชที่ใช้ก็เปลี่ยนไป โดยพืชที่ปลูกในปัจจุบันเป็นพันธุ์ที่มีการปรับปรุงให้มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูงและมีความต้องการธาตุอาหารสูงกว่าพันธุ์ต่างๆในอดีตกรมวิชาการเกษตรจึงเห็นความสำคัญในการพัฒนาปรับปรุงข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญต่อการพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ย โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลพื้นฐานด้านดินที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ย เช่น ศักยภาพในการดูดซับและการปลดปล่อยธาตุอาหารของดินในชุดดินต่าง ๆ ซึ่งทำให้สามารถประเมินการใช้ปุ๋ยให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้นตามลักษณะดินที่แตกต่างกันไปได้ เนื่องจากเมื่อมีการใส่ปุ๋ยลงไปในดิน พบว่าปุ๋ยที่ใส่ลงไปได้ไม่ได้เป็นประโยชน์ทั้ง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ปุ๋ยส่วนหนึ่งอาจถูกดินดูดยึดเอาไว้และไม่สามารถปลดปล่อยให้เป็นประโยชน์กับพืชได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะที่เฉพาะของดินนั้น ๆ เช่น ดินที่มีเหล็กและอลูมินัมออกไซด์สูงรวมทั้งดินด่าง มักมีปัญหาในการดูดยึดปุ๋ยฟอสเฟตทำให้พืชอาจแสดงอาการขาดปุ๋ยฟอสเฟต และจุลธาตุบางตัวได้ หรือปุ๋ยที่ใส่ลงไปอาจสูญหายไปโดยการกลายเป็นก๊าซ เช่นการสูญหายไปของปุ๋ยไนโตรเจนในดินด่าง เป็นต้น ดังนั้นหากมีการศึกษาเพื่อประเมินอัตราการสูญหายของธาตุอาหารหรืออัตราการดูดซับแล การปลดปล่อยธาตุอาหารในดินต่างๆ ก็สามารถนำไปปรับใช้กับการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชต่าง ๆ ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดินต่อไป ดังนั้นการจัดการด้านธาตุอาหารพืช ดิน และปุ๋ย ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน ควรได้รับการวิจัยอย่างเป็นระบบและมีการรวบรวมเป็นฐานข้อมูลที่สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการผลิตทางการเกษตรที่มีประสิทธิภาพต่อไป

นอกจากนี้ปัญหาเรื่องมลพิษหรือการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน และผลิตผลทางการเกษตรเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจกันอย่างแพร่หลายทั่วทุกมุมโลก เพราะการปนเปื้อนของโลหะหนัก นอกจากจะมีผลทำให้คุณภาพของดินและน้ำลดลงแล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพของผลผลิตพืชที่เป็นอาหาร เนื่องจากธาตุเหล่านี้

สามารถเคลื่อนย้ายจากดินไปสะสมที่ผลิตผลได้ ทำให้คุณภาพของผลผลิตพืชที่ปลูกในบริเวณนั้นๆไม่ได้มาตรฐานเพื่อการบริโภคและการส่งออก นอกจากนี้ยังเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคผลิตผลหรือน้ำที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนัก และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพนี้ได้กลายเป็นข้อกีดกันทางการค้าระหว่างประเทศจากการสำรวจเบื้องต้นเกี่ยวกับการปนเปื้อนของธาตุโลหะหนักและธาตุกึ่งโลหะในประเทศไทย พบว่าธาตุแคดเมียม ทองแดง และสังกะสี เป็นโลหะหนักที่สะสมอยู่ในดินและผลผลิตของพืชค่อนข้างสูงอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพของดิน (พิชิตและสุรสิทธิ์, 2542) และคุณภาพของผลผลิตพืชที่เป็นอาหาร (Pongsakul et al., 1999) แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษ เนื่องจากเป็นธาตุที่เคลื่อนย้ายจากดินไปสะสมที่ผลิตผลพืชที่เป็นอาหารได้มากกว่าโลหะหนักอื่นๆ จากผลการวิจัยพบว่า ถั่วลิสง ที่ปลูกในแหล่งต่างๆ ทั่วโลกมักมีแคดเมียมสะสมในผลิตผลมากกว่าระดับความเข้มข้นมาตรฐานที่ยอมรับได้ จึงเป็นพืชที่อาจมีปัญหาต่อการส่งออกเนื่องจากสาเหตุที่มีปริมาณแคดเมียมในผลิตผลมากเกินไป (Zarcinas et al., 1999) นอกจากนี้การปนเปื้อนของแคดเมียมในผลิตผลของพืชก็มีผลมาจากการปนเปื้อนของแคดเมียมในบรรยากาศ จากปุ๋ยประเภทต่างๆ จากการทำเหมืองแร่ และจากกากตะกอนน้ำเสียและวัสดุเหลือใช้ต่างๆ ในหลายประเทศรวมทั้งออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ได้มีการกำหนดระดับความเข้มข้นที่ยอมรับได้ของแคดเมียมในอาหารโดยพิจารณาจากความเข้มข้นในดินที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์และเป็นพิษต่อพืช (Imray and Langley, 1996)

เกณฑ์ที่จะใช้ในการประเมินคุณภาพดิน จะเกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของโลหะหนัก สารเคมีตกค้างและความผันแปรของสมบัติดินทางเคมี ชีวภาพและกายภาพ (Jordan et al., 1995; Milton et al., 2002) ซึ่งหลายประเทศได้ดำเนินการค้นคว้าและพัฒนาหาแนวทางที่จะประเมินคุณภาพดิน ที่มีผลกระทบต่อความยั่งยืนของการเกษตร เพื่อการผลิตพืชที่เป็นอาหารในรูปแบบต่างๆ ดังนั้นการวิจัยถึงผลกระทบของการเกิดมลพิษเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนักหรือธาตุกึ่งโลหะที่มีต่อคุณภาพของดินและผลิตผลทางการเกษตร ตลอดจนศึกษาวิธีการที่แก้ไขพื้นที่ที่ปนเปื้อน จะเป็นกลยุทธ์หนึ่งที่จะสามารถใช้ในการป้องกันและหลีกเลี่ยงการเสื่อมโทรมของดินที่เกิดขึ้นเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก ธาตุกึ่งโลหะซึ่งข้อมูลจากการวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขความเสื่อมโทรมของดินและคุณภาพของผลผลิตพืชจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก ตลอดจนเป็นข้อมูลให้รัฐบาลนำไปใช้กำหนดมาตรการ เฝ้าระวัง ป้องกันและแก้ไขที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังเป็นการเตรียมพร้อมสำหรับการเจรจาในทางการค้าของโลก เนื่องจากในปัจจุบันการปนเปื้อนของโลหะหนัก ในผลผลิตการเกษตรถือเป็นประเด็นสำคัญ ที่นำมาเป็นข้อกีดกันทางการค้า

ดังนั้นการจัดการด้านธาตุอาหารพืช ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน ควรได้รับการวิจัยอย่างเป็นระบบและมีการรวบรวมเป็นฐานข้อมูลที่สามารถนำไปปรับประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการผลิตทางการเกษตรที่มีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งก่อให้เกิดความมั่นคงทางด้านอาหาร (Food Security) ต่อไป

วัตถุประสงค์

1.เพื่อให้ได้ข้อมูลอัตราการสูญหายของไนโตรเจนจากการระเหิด การชะล้าง และในพื้นที่ลาดชัน ศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และจุลธาตุ ของดินกลุ่มต่าง ๆ เพื่อใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยที่มีความเฉพาะเจาะจงตามลักษณะดิน

2. เพื่อให้ได้ข้อมูลปริมาณของโลหะหนักและคุณภาพดินในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจ พร้อมแนวทางในการแก้ไขที่จะหลีกเลี่ยงหรือบรรเทาผลเสียที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการปนเปื้อนของ โลหะหนักในระบบเกษตร

ระเบียบวิธีการวิจัย

โครงการนี้ประกอบด้วย 5 กิจกรรม รวม 17 การทดลองดังนี้

<u>กิจกรรมที่ 1</u> การประเมินการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนจากดินภายใต้สภาพต่างๆ

มี 4 การทดลอง ได้แก่

1.1 <u>ศึกษาการประเมินการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่างๆ โดยการระเหิดจากดิน โดยการบ่มในห้องปฏิบัติการ</u>

โดยการบ่มในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการบ่มดินด้วยปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ คือ ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ใส่ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และปุ๋ยเชิงประกอบที่มีธาตุไนโตรเจน (16-20-0) ใน 8 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินตาคลี ลพบุรี ลำนารายณ์ สมอทอด ชัยบาดาล วังชมภู ชุดดินจตุรัส และชุดดินบึงชะนัง ดักจับก๊าซแอมโมเนียซึ่งระเหิดออกมาจากการบ่มตัวอย่างไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส โดยทำการบ่มครั้งละ 1 ระดับอุณหภูมิ ที่ 0 3 7 14 28 35 42 49 และ 56 วัน คำนวณหาปริมาณก๊าซแอมโมเนียที่ถูกจับไว้ด้วยกรด วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนที่เหลืออยู่ในดินเปรียบเทียบกับปริมาณไนโตรเจนก่อนทำการบ่ม

1.2 <u>ศึกษาการประเมินการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนโดยการระเหิดในสภาพพื้นที่ปลูกในพื้นที่ดินด่าง: ชุดดินตาคลี และชุดดินสมอทอด</u>

ทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชทดสอบ ที่แปลงศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ในชุดดินตาคลี ปี 2555-2556 และ ชุดดินสมอทอด ปี 2557-2558 โดยวางแผนการทดลองแบบ 2x4 factorial in RCB มี 2 ปัจจัย 4 กรรมวิธี ๆ ละ 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 มี 2 ระดับ คือ วิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยแบบกลบ และ 2) ใส่ปุ๋ยแบบหว่าน ปัจจัยที่ 2 มี 4 ระดับ คือ ชนิดของปุ๋ยไนโตรเจน ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2) ใส่ปุ๋ยยูเรีย 3) ใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และ 4) ใส่ปุ๋ยเชิงประกอบที่มีธาตุ N สูตร 16-20-0 โดยใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ในอัตรา 20 กิโลกรัม Nต่อไร่ ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต อัตรา 10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และ ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ 5 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ ทุกกรรมวิธี เก็บตัวอย่างก๊าซแอมโมเนียจากการระเหิด โดยวิธี closed chamber จำนวน 2 ครั้ง คือ 1) หลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งแรกที่

ระยะเวลา 1 3 5 7 14 และ 28 วัน 2) หลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งที่ 2 ที่ระยะเวลา 1 3 5 7 14 และ 28 วัน หลังจากใส่ปุ๋ยแล้ว เก็บเกี่ยวข้าวโพดที่อายุ 110-120 วัน เก็บตัวอย่างดินและพืช วิเคราะห์ธาตุอาหารในห้องปฏิบัติการ

1.3 <u>ศึกษาการลดการสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนเนื่องจากการชะล้าง</u> โดยทำการศึกษาในโรงเรือน ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น จ. ขอนแก่น

ปี 2556 วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 8 กรรมวิธี 3 ซ้ำ โดยปลูกข้าวโพดในถังแบบจำลองการชะล้างในดิน (Lysimeter) 3 การทดลองย่อยตามเนื้อดิน คือ ดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว โดยกรรมวิธีทดลองคือ ใส่ปุ๋ยและวัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน ตามค่าวิเคราะห์ดินมี 8 กรรมวิธี ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน+ ปุ๋ย (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) (1N) กรรมวิธีที่ 2 ไม่ใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดิน+ ปุ๋ย (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) (2N) กรรมวิธีที่ 3 กากตะกอนอ้อย + ปุ๋ย (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) (1N) กรรมวิธีที่ 4 กากตะกอนอ้อย + ปุ๋ย (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) (2N) กรรมวิธีที่ 5 แกลบเผา + ปุ๋ย (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) (1N) กรรมวิธีที่ 6 แกลบเผา + ปุ๋ย (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) (2N) กรรมวิธีที่ 7 มูลโค + ปุ๋ย (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) (1N) และกรรมวิธีที่ 8 มูลโค + ปุ๋ย (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) (2N)

ปี 2557 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Check) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 26.4-8.8-21.6 (N-P_2O_5-K_2O กก.ต่อไร่) กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 26.4-8.8-21.6+มูลโค1,500 กก.ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 26.4-8.8-21.6+กากตะกอนอ้อย 1,500 กก.ต่อไร่

ปี 2558 วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ดังนี้ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (Check) กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.2-4.4-10.3 (N-P_2O_5-K_2O กก.ต่อไร่) กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 13.2-4.4-10.3+มูลโค 2,000 กก.ต่อไร่ และกรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 13.2-4.4-10.3+กากตะกอนอ้อย 2,000 กก.ต่อไร่ โดยบันทึกข้อมูล 1.บันทึกผลของการวิเคราะห์ดินและวัสดุอินทรีย์ก่อนและหลังการทดลอง 2.บันทึกผลการเจริญเติบทางสรีรวิทยาของข้าวโพด 3.บันทึกการดูดใช้ธาตุอาหาร ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวโพด และ4.บันทึกการสูญหายไนโตรเจนจากกระบวนการชะล้างในดิน

1.4 <u>ศึกษาการป้องกันการสูญหายของธาตุอาหารในพื้นที่ลาดชัน</u>

ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองเขาสวนกวาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร อ.เมือง จ.ขอนแก่น โดยมีระยะเวลาดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2558 ทำการทดลองปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 2 – 5 % วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มี 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ได้แก่ (1) ปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour (2) ปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour + ปลูกถั่วพร้าคลุมดิน (3) ปลูกถั่วพร้าคลุมดิน (4) Control โดยบันทึก

ข้อมูล 1)ปริมาณน้ำไหลบ่า 2) ปริมาณตะกอนที่สูญเสีย 3) ปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียในตะกอนดิน และสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของดิน 4) การเจริญเติบโตของมันสำปะหลังและผลผลิตมันสำปะหลัง

<u>กิจกรรมที่ 2</u> ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินกลุ่มต่างๆสำหรับใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอย่างแม่นยำเฉพาะพื้นที่ มี 6 การทดลอง ได้แก่

2.1 <u>ศึกษาอัตราการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของชุดดินต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ</u>

วางแผนการทดลอง 8 x 10 Factorials in CRD มี 3 ซ้ำ กรรมวิธีได้จาก 2 ปัจจัยคือความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟต 8 ระดับ และระยะเวลาของการบ่ม 10 ระยะ ทำการทดลองโดยนำดินในชุดดินโชคชัย ชุดดินวังสะพุง ชุดดินจัตุรัส ชุดดินวังไฮ ชุดดินตาคลี ชุดดินลพบุรี ชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินชุมพวง และชุดดินยโสธร มาบ่มกับสารละลายฟอสเฟตที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำตัวอย่างดินที่บ่มในแต่ละระยะมาสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ด้วยน้ำยาสกัด Bray II (สำหรับดินที่มีพีเอชเป็นกรด-กลาง) หรือ Olsen (สำหรับดินด่าง) วิเคราะห์ทางสถิติหาความแตกต่างระหว่างการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ เพื่อทราบถึงระยะเวลาบ่มที่มีการตรึงฟอสฟอรัสสูงสุด และหาสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปกับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ที่ระยะที่มีการตรึงฟอสฟอรัสสูงสุด สรุปค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยฟอสฟอรัสสำหรับใช้ในการประเมินความสามารถในการดูดซับหรือปลดปล่อยฟอสฟอรัสของกลุ่มดินต่างๆ

2.2 <u>ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในพื้นที่ดินต่างชุดดินลำนารายณ์</u>

การบ่มในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส (Buffer coefficient of phosphorus - BCp) ทำการบ่มดินด้วยสารละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ที่ระดับความชื้น 60% ของความจุการอุ้มน้ำของดิน เป็นระยะเวลา 1, 7, 14, 21, 28, 35, 49, 63, 77 และ 91 วัน ความเข้มข้นของสารละลายฟอสเฟต 8 ระดับ ได้แก่ 0, 15, 30, 60, 120, 240, 480 และ 960 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จากนั้นสกัดฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ด้วยน้ำยาสกัด Olsen หาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของชุดดินลำนารายณ์ แล้วการประเมินการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยฟอสฟอรัส ในสภาพพื้นที่ปลูก โดยทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชทดสอบ ที่แปลงเกษตรกร ต.ทับกวาง อ.แก่งคอย จ.สระบุรี เพื่อได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตจากสมการคาดคะเน จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ ที่ระดับ $0P_{Requirement}$ $0.5P_{Requirement}$ $1.0P_{Requirement}$ $1.5P_{Requirement}$ $2.0P_{Requirement}$ $2.5P_{Requirement}$ และ $3.0P_{Requirement}$ ซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-0-5 10-6-5 10-12-5 10-18-5 10-24-5 10-30-5 และ 10-36-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เก็บตัวอย่างดินทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เก็บตัวอย่างพืช โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ ต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และซัง มาวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทั้งหมดพืช บันทึกข้อมูลความสูง จำนวนต้น จำนวนฝัก น้ำหนักต้น ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของพืช นำไป

วิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ analysis of variance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s multiple range test และสรุปผล

2.3 <u>ศึกษาศักยภาพการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินด่างเมื่อใช้จุลินทรีย์ที่เฉพาะเจาะจงกับดินด่างช่วยในการละลายฟอสเฟต</u>

1) คัดเลือกและวัดประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตสำหรับดินด่างเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่ดินด่าง จำนวน 4 ชุดดิน ได้แก่ ดินตาคลี ลพบุรี สมอทอด และลำนารายณ์ เพื่อคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ตามลักษณะของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มโดยใช้วิธี Dilution Plate Count เพื่อให้ได้เชื้อเดี่ยว จากนั้นเก็บเชื้อไว้บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีความเฉพาะเจาะจงกับชนิดชองจุลินทรีย์ โดยเชื้อรา เลี้ยงไว้บน Potato Dextrose Agar (PDA) และ เชื้อแบคทีเรีย เลี้ยงไว้บน Nutrient Agar (NA) จากนั้นนำเชื้อมาทดสอบการละลายตะกอน $CaHPO_4$

2) ศึกษาการปลดปล่อยฟอสเฟตในรูปต่าง ๆ ในดินด่าง บ่มเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่คัดเลือกไว้ ที่ระดับความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ ของความจุความชื้นของดินเก็บตัวอย่างดินที่บ่มเชื้อวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตที่ปลดปล่อยออกมา และตรวจสอบการมีชีวิตรอดของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่บ่มลงไป ที่ระยะเวลาบ่ม 0 1 3 5 7 14 21 28 35 42 49 56 63 70 77 84 และ 91 วัน ทดสอบการละลายตะกอน $CaHPO_4$ ในอาหาร Pikovskaya's media ได้จุลินทรีย์ 3 สายพันธุ์ คือ 1. รา 003F 2. แบคทีเรีย 0081 B 3. แบคทีเรีย

การบันทึกข้อมูล 1) ชนิด จำนวนไอโซเลทของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มที่คัดเลือกได้ 2) ปริมาณการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ 3) ผลการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลอง ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก อินทรียวัตถุ เหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัสในดิน และ 4) ปริมาณฟอสเฟตที่ปลดปล่อยออกมาในแต่ละระยะเวลา

2.4 <u>ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในพื้นที่ดินเหนียวสีแดง</u>

ปี 2555 ทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 ในทดลองที่แปลงเกษตรกร อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมาชุดดินโชคชัย ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่ทดลองจากห้องปฏิบัติการ เท่ากับ 0.52 (ศุภกาญจน์, 2555) ได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตจากสมการคาดคะเนที่ระดับ $1.0P_{Requirement}$ เท่ากับ 2 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำดังนี้ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-0-10 15-1-10 15-2-10 15-3-10 15-4-10 15-5-10 และ 15-6-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ปี 2556 ทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่แปลงเกษตรกร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ในชุดดินโชคชัย มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่ทดลองจาก

ห้องปฏิบัติการ เท่ากับ 0.52 (ศุภกาญจน์, 2555) ได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตจากสมการคาดคะเนที่ระดับ $1.0P_{Requirement}$ เท่ากับ 4 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำดังนี้ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-0-10 15-2-10 10-4-10 10-6-10 10-8-10 10-10-10 และ 10-12-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ปี 2557 ทดลองที่ ต.ปากช่อง อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ชุดดินปากช่อง ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัส การบ่มในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส พบว่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของชุดดินปากช่อง มีค่าเท่ากับ 0.46 แล้วการประเมินการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยฟอสฟอรัส ในสภาพพื้นที่ปลูก ได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตจากสมการคาดคะเนที่ระดับ$1.0P_{Requirement}$ มีค่าเท่ากับ 0.5 กก.P_2O_5 ต่อไร่ จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ ที่ระดับ $0P_{Requirement}$ $0.5P_{Requirement}$ $1.0P_{Requirement}$ $1.5P_{R}$equirement $2.0P_{Requirement}$ $2.5P_{Requirement}$ และ $3.0P_{Requirement}$ ซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-0-5 10-0.25-5 10-0.5-5 10-0.75-5 10-1.0-5 10-1.25-5 และ 10-1.5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

บันทึกข้อมูล

เก็บตัวอย่างดินทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เก็บตัวอย่างพืช โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ ต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และซัง มาวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทั้งหมดพืช บันทึกข้อมูลความสูง จำนวนต้น จำนวนฝัก น้ำหนักต้น ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของพืช นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ analysis of variance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s multiple range test และสรุปผล

2.5 <u>ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในพื้นที่ดินร่วนเหนียวที่มีกรวดศิลาแลง</u>

ศึกษาชุดดินวังสะพุง ไร่เกษตรกรอำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ตั้งแต่ มิถุนายน 2555 ถึง พฤศจิกายน 2555 โดยใช้ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 เป็นพืชตรวจสอบ วางแผนแบบ Randomized Complete Block จำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 7 กรรมวิธี ประกอบด้วยอัตราปุ๋ยฟอสเฟต ดังนี้ 1) 0 P Requirement (0 กก. P_2O_5/ ไร่) 2) 0.25 P Requirement (2.6 กก. P_2O_5/ ไร่) 3) 0.5 P Requirement (5.2 กก. P_2O_5/ ไร่) 4) 1.0 P Requirement (10.4 กก. P_2O_5/ ไร่) 5) 1.25 P Requirement (13.0 กก. P_2O_5/ ไร่) 6) 1.5 P Requirement (15.6 กก. P_2O_5/ ไร่) และ 7) 2.0 P Requirement (20.8 กก. P_2O_5/ ไร่ ซึ่งทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจน และโพแทช อัตรา 10 กก.N/ไร่ และ 10 กก.K_2O/ไร่ ตามลำดับ

บันทึกข้อมูล

เก็บตัวอย่างดินทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เก็บตัวอย่างพืช โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ ต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และซัง มาวิเคราะห์ธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทั้งหมดพืช บันทึกข้อมูลความสูง จำนวนต้น จำนวนฝัก น้ำหนักต้น ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของพืช นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ analysis of variance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s multiple range test และสรุปผล

2.6 <u>ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลด ปล่อยฟอสฟอรัสในพื้นที่ดินร่วนถึงร่วนปนทราย</u>

ศึกษาชุดดินสัตหีบ (Sh) (Sand, isohyperthermic, coated *Typic Quartzipsamments*) ในฤดูฝนปี 2555/2556 ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยอง เก็บตัวอย่างดินนำมาวิเคราะห์สมบัติทั่วไปทางเคมี ได้ค่า buffer coefficient ของฟอสฟอรัสของดินชุดดินสัตหีบเท่ากับ 0.98 จากนั้นได้ดำเนินการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 เป็นพืชทดสอบ วางแผนวิจัยแบบ Randomized Complete Block มี 8 กรรมวิธี 4 ซ้ำ กรรมวิธี เป็นอัตราการใช้ปุ๋ย 8 ระดับ ซึ่งมีระดับของฟอสเฟตแตกต่างกัน ได้แก่ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 และ 16 P_2O_5/ไร่ โดยทุกกรรมวิธีได้รับไนโตรเจนอัตรา 16 กิโลกรัมN ต่อไร่ และโพแทสเซียมในอัตรา 16 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ เพื่อให้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส เพื่อใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยที่มีความเฉพาะเจาะจงตามลักษณะดิน และวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส และเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง ในพื้นที่ 5.6 x 6 เมตร วัดปริมาณแป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Riemann scale คำนวณผลผลิตหัวสด ผลผลิตแป้ง และค่าดัชนีการเก็บเกี่ยว เก็บตัวอย่างต้นใบและหัว เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร และวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan' s Multiple Range Test (DMRT)

<u>กิจกรรมที่ 3</u> ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมของชุดดินต่างๆ สำหรับใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยโพแทชอย่างแม่นยำเฉพาะพื้นที่ มี 2 การทดลอง ได้แก่

3.1 <u>ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยโพแทสเซียมของดินต่างๆ โดยการบ่มในห้องปฏิบัติการ</u>

ดำเนินการทดลองบ่มดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียม (Buffer coefficient of potassium - BC_K) ใน 8 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินตาคลี จัตุรัส ลำนารายณ์ วังไห โชคชัย ปากช่อง ห้วยโป่ง และสัตหีบ ทำการบ่มดินด้วยสารละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ที่ระดับความชื้น 60% ของความจุการอุ้มน้ำของดินเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยชุดดินตาคลี จัตุรัส ลำนารายณ์ วังไห โชคชัย และปากช่องให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียม 7 ระดับ ได้แก่ 0 40 80 120 160 200 และ 240 mgK kg^{-1} ส่วนชุดดินห้วยโป่งและสัตหีบให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียม 7 ระดับ

ได้แก่ 0 20 40 60 80 100 และ 120 mgK kg^{-1} จากนั้นสกัดโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยน้ำยาสกัด NH_4OAc pH 7 โดยนำค่าที่ได้มาพลอตกราฟระหว่างปริมาณโพแทสเซียมที่สกัดได้ (แกน y) กับปริมาณความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่เติมลงไปในดิน (แกน x) และสรุปค่า Buffer coefficient of potassium (BC_K) สำหรับใช้ในการประเมินความสามารถในการดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมของชุดดินดังกล่าว

3.2 <u>การประเมินการใช้ปุ๋ยโพแทชจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยโพแทสเซียมในชุดดินต่างๆ ในสภาพพื้นที่ปลูก: กลุ่มดินด่าง</u>

ปี 2554 ทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชทดสอบ ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แปลงเกษตรกร อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ชุดดินตาคลี มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมเท่ากับ 0.6963 ได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียมจากสมการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 0 กก.K_2O ต่อไร่ จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำดังนี้ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-8-0 15-8-2 15-8-4 15-8-6 15-8-8 15-8-10 และ 15-8-12 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ปี 2555 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แปลงเกษตรกร อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ซึ่งเป็นชุดดินลพบุรี มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมเท่ากับ 0.8265 ได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียมจากสมการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 4 กก.K_2O ต่อไร่ จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำดังนี้ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-10-0 10-10-2 10-10-4 10-10-6 10-10-8 10-10-10 และ 10-10-12 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

บันทึกข้อมูล

เก็บตัวอย่างดินทั้งก่อนปลูกและหลังเก็บเกี่ยว เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน เก็บตัวอย่างพืช โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนคือ ต้น ใบ กาบฝัก เมล็ด และซัง มาวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ทั้งหมดพืช บันทึกข้อมูลความสูง จำนวนต้น จำนวนฝัก น้ำหนักต้น ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมของพืช นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้ analysis of variance เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan' s multiple range test และสรุปผล

<u>กิจกรรมที่ 4</u> ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุ ของดินกลุ่มต่างๆ เพื่อประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุเฉพาะพื้นที่ มี 2 การทดลองได้แก่

4.1 <u>ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุกลุ่มดินต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ</u>

ปี 2554 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุกลุ่มดินต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ: กลุ่มดินด่าง จำนวน 2 ชุดดิน ได้แก่ชุดดินตาคลี และ ชุดดินลำนารายณ์ โดยบ่มตัวอย่างดินกับสารละลาย $ZnSO_4.H_2O$, $CuSO_4.H_2O$, $MnSO_4$, และ$FeSO_4.7H_2O$, ที่ระดับความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน ให้มีความเข้มข้นของจุลธาตุ 7 ระดับ โดยสังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) ที่ความเข้มข้น 0 0.5 1.0 2.0 4.0 8.0 และ 16.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) ที่ความเข้มข้น 0 5 10 20 40 80 และ 160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม บ่มที่ระยะเวลา 0 1 3 และ 7 วัน หรือ

จนกระทั่งค่าที่ได้จากการสกัดดินที่ระยะต่าง ๆคงที่ สกัดดินเพื่อวิเคราะห์หาจุลธาตุด้วยน้ำยาสกัด DTPA วิเคราะห์ธาตุ Zn, Cu, Mn และ Fe นำค่าความเข้มข้นของดินในของแต่ละธาตุที่สกัดได้มาสร้างกราฟหาสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยจุลธาตุที่ใส่ลงไป กับความเข้มข้นของจุลธาตุที่สกัดได้ และสรุปหาค่า buffer coefficient of trace element (BCT) สำหรับใช้ในการประเมินความสามารถในการดูดซับและการปลดปล่อย จุลธาตุในชุดดินต่าง ๆ

ปี 2555 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุของกลุ่มดินต่าง ๆ จากการใส่ปุ๋ยจุลธาตุที่เป็นปฏิปักษ์กันในห้องปฏิบัติการ: กลุ่มดินด่าง ของชุดดินตาคลี และ ชุดดินลำนารายณ์ โดยวางแผนการทดลองแบบ6 x 6 Factorials in CRD 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ 1 ความเข้มข้นของปุ๋ยจุลธาตุ A 6 ระดับ ได้แก่ 0, 0.25, 0.75, 1.0, 5.0, 15.0 มก. A/กก. ปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้นของปุ๋ยจุลธาตุ B 6 ระดับ ได้แก่ 0, 0.25, 0.75, 1.0, 5.0, 15.0 มก.B /กก.($ZnSO_4$, $CuSO_4$, $MnSO_4$, และ $FeSO_4$) บ่มที่ระยะเวลา 7 วัน (สกัดด้วย DTPA) และหาค่าสัมประสิทธิ์ การดูดซับและการปลดปล่อยที่เป็นปฏิปักษ์ของจุลธาต Zn-Fe, Zn-Cu, Mn-Fe, Cu-Fe

ปี 2556 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุกลุ่มดินต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ: กลุ่มร่วนถึงดินร่วนปนทราย ศึกษาในดิน2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสีคิ้ว และชุดดินหุบกะพง โดยบ่มตัวอย่างดินกับ สารละลาย $ZnSO_4.H_2O$, $CuSO_4.H_2O$, $MnSO_4$, และ $FeSO_4.7H_2O$, ที่ระดับความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน ให้มีความเข้มข้นของจุลธาตุ 7 ระดับ โดยสังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) ที่ความเข้มข้น 0 0.5 1.0 2.0 4.0 8.0 และ 16.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) ที่ความเข้มข้น 0 5 10 20 40 80 และ 160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม บ่มที่ระยะเวลา 0 1 3 และ 7 วัน หรือจนกระทั่งค่าที่ได้จากการสกัดดินที่ระยะต่าง ๆคงที่ สกัดดินเพื่อวิเคราะห์หาจุลธาตุด้วยน้ำยาสกัด DTPA วิเคราะห์ธาตุ Zn, Cu, Mn และ Fe นำค่าความเข้มข้นของดินในของแต่ละธาตุที่สกัดได้มาสร้างกราฟหาสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยจุลธาตุที่ใส่ลงไป กับความเข้มข้นของจุลธาตุที่สกัดได้ และสรุปหาค่า buffer coefficient of trace element (BCT) สำหรับใช้ในการประเมินความสามารถในการดูดซับและการปลดปล่อย จุลธาตุในชุดดินต่าง ๆ

ปี 2557 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุของกลุ่มดินต่าง ๆ จากการใส่ปุ๋ยจุลธาตุที่เป็นปฏิปักษ์กัน ห้องปฏิบัติการ : กลุ่มร่วนถึงดินร่วนปนทราย ศึกษาในดิน2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสีคิ้ว และชุดดินหุบกะพง บ่มตัวอย่างดินกับสารละลาย $ZnSO_4.H_2O$, $CuSO_4.H_2O$, $MnSO_4$, $FeSO_4.7H_2O$, H_3BO ธาตุ 6 ระดับ โดยสังกะสี(Zn) ทองแดง(Cu) และโบรอน(B) ที่ความเข้มข้น 0 0.5 1.0 2.0 8.0 และ 16.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับเหล็ก(Fe) แมงกานีส(Mn) และโมลิบดีนัม(Mo) ที่ความเข้มข้น 0 5 10 20 80 และ160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม บ่มที่ระยะเวลา 0 1 3 7 และ 14วันสกัดดินเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณ

จุลธาตุในดินด้วยน้ำยา DTPA วิเคราะห์หาธาตุ Zn, Cu, Mn และ Fe วัดโดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer สกัดดินด้วยน้ำร้อน วิเคราะห์ธาตุ B วัดโดยเครื่อง Spectrophotometer และสกัดดินด้วย $(NH_4)_2C_2O_4$ วิเคราะห์ธาตุ Mo หาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุในดินที่เป็นปฏิปักษ์กัน

ปี 2558 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุของกลุ่มดินต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ : กลุ่มดินทราย โดยศึกษา 2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสตึก และชุดดินน้ำพอง ทำการศึกษาจุลธาตุจำนวน 6 ธาตุ ได้แก่ สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) โบรอน (B) และ โมลิบดีนัม (Mo) วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ กรรมวิธีคือความเข้มข้นของจุลธาตุ 7 ระดับ ศึกษาการดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุในระยะเวลา 7 วัน ที่ระดับความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุอุ้มน้ำของดิน โดยสังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) ที่ความเข้มข้น 0 0.5 1.0 2.0 4.0 8.0 และ 16.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) ที่ความเข้มข้น 0 5 10 20 40 80 และ 160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม บ่มที่ สกัดดินเพื่อวิเคราะห์หาจุลธาตุด้วยน้ำยาสกัด DTPA วิเคราะห์ธาตุ Zn, Cu, Mn และ Fe วัดโดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer นำค่าความเข้มข้นของดินในของแต่ละธาตุที่สกัดได้มาสร้างกราฟหาสหสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของปุ๋ยจุลธาตุที่ใส่ลงไป กับความเข้มข้นของจุลธาตุที่สกัดได้ และสรุปหาค่า buffer coefficient of trace element (BCT) สำหรับใช้ในการประเมินความสามารถในการดูดซับและการปลดปล่อย จุลธาตุในชุดดินต่าง ๆ

4.2 <u>ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยจุลธาตุในพื้นที่ปลูก</u>

ปี 2555-2556 ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยจุลธาตุในพื้นที่ปลูก : กลุ่มดินด่าง : Zn, Cu และ Fe โดยปลูกมันสำปะหลังเป็นพืชทดสอบ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 3 การทดลองย่อย ทดสอบแต่ละธาตุ ขนาดแปลงย่อย 6 x 8 เมตร ใส่ปุ๋ยN -P_20_5 -K_2O 8 - 4 - 4 กก./ไร่ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ทั้ง 3การทดลองย่อย ดังนี้ <u>การทดลองย่อยที่ 1</u> ทดสอบปุ๋ย $ZnSO_4$ มี 7 อัตรา ดังนี้ 0.00 0.25 0.50 1.00 3.00 5.00 และ 12.00 $ZnSO_4$ กก./ ไร่ <u>การทดลองย่อยที่ 2</u> ทดสอบปุ๋ย $CuSO_4$ มี 7 อัตรา ดังนี้ 0.00 0.25 0.50 1.00 3.00 5.00 และ 12.00 $CuSO_4$ กก./ไร่ และ <u>การทดลองย่อยที่ 3</u> $FeSO_4$ มี 7 อัตรา ดังนี้ 0 .00 0.25 0.50 1.00 3.00 5.00 และ 12.00 $FeSO_4$ กก./ไร่ และเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง วัดปริมาณแป้งด้วยเครื่องวัดแบบ Riemann scale คำนวณผลผลิตหัวสด และผลผลิตแป้ง เก็บตัวอย่างต้นใบและหัว เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร และวิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองโดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan' s Multiple Range Test (DMRT)

ปี 2557-2558 ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิการดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุในพื้นที่กลุ่มดินร่วนปนทราย: Mn และ Mo โดยปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย เป็นพืชทดสอบ ที่ศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 2 การทดลองย่อย ทดสอบ 2 ธาตุ ได้แก่ Mn และ Mo ขนาดแปลงทดลอง 6×6 ตารางเมตร โดยปลูกโดยปลูกแบบแถวคู่ ที่มีระยะห่างระหว่างแถวและต้น 75X25 ซ.ม การใส่ปุ๋ย แต่ละแปลงใส่ปุ๋ยเคมี 12-12-15 N-P_2O_5-K_2O อัตรา 25 กรัมต่อต้น ใส่ 2 ครั้ง หลังปลูก 3 และ 6 เดือน หลังปลูก 10 เดือน จะบังคับการออกดอกโดยใช้ Ethephon ความเข้มข้น 100 มก.ต่อลิตร จำนวน 50 ม.ล. ต่อต้น และเริ่มเก็บผลผลิตสับปะรดหลังบังคับดอก 5 เดือน และใส่ปุ๋ยจุลธาตุ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ทั้ง 2 การทดลองย่อย ดังนี้ <u>การทดลองย่อยที่ 1</u> ทดสอบปุ๋ยแมงกานีสซัลเฟต 7 อัตรา ได้แก่ 0 0.5 1.0 2.0 6.0 10 และ 18 ก.ก/ไร่ <u>การทดลองย่อยที่ 2</u> ทดสอบปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดต 7 อัตรา ได้แก่ 0 1.5 3.0 5.0 15.0 25.0 และ 60 กก./ไร่ ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต เริ่มเก็บผลผลิตสับปะรดหลังบังคับดอก 5 เดือน และเก็บตัวอย่างพืช ตัวอย่างดิน วิเคราะห์สมบัติทางเคมีในห้องปฏิบัติการ หาปริมาณจุลธาตุ ในดินและพืช วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราปุ๋ยที่ใช้ต่อปริมาณการดูดใช้จุลธาตุ และการให้ ผลผลิตของพืช

<u>กิจกรรมที่ 5</u> การจัดการดิน น้ำ พืช ที่เป็นปัญหาในพื้นที่การเกษตร มี 3 การทดลอง ได้แก่

5.1 <u>การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน พืชและคุณภาพดินในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจ</u>

ดำเนินการในปี 2554-2557 โดยสำรวจเก็บตัวอย่างดินปลูกมันสำปะหลังและมันสำปะหลังในพื้นที่ทำการเกษตรของจังหวัดนครราชสีมา กำแพงเพชร กาญจนบุรี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และ มหาสารคาม และเก็บตัวอย่างดินปลูกข้าวโพดฝักอ่อนในจังหวัดนครปฐม และกาญจนบุรี เพื่อวิเคราะห์และประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน พืช และสมบัติพื้นฐานต่างๆ ของดิน

5.2 <u>ศึกษาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินโดยวิธียับยั้งการละลาย</u>

การทดลองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือทดลองในห้องปฏิบัติการ ทดลองในโรงเรือน และทดลองในแปลงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาสารที่มีประสิทธิภาพในการลดแคดเมียมในเมล็ดข้าว

1.การทดลองในห้องปฏิบัติการ วางแผนการทดลองแบบ CRD 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) กรรมวิธีควบคุม 2) หินฟอสเฟต(RP)1,600 กก./ไร่ 3) ปุ๋ยทริบเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต(TSP) 144 กก./ไร่4)แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO)900 กก./ไร่5) RP 1,600 กก./ไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ 6) RP+TSP (1:10) โดยใช้หินฟอสเฟต 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ โดยบ่มดินที่ระดับความชื้นประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของค่า WHC ระยะเวลา 40 วัน คัดเลือกกรรมวิธีที่ยับยั้งการละลายแคดเมียมได้ดีที่สุด ไปทดสอบในโรงเรือนต่อไป

2. การทดลองในโรงเรือน วางแผนการทดลองแบบ CRD 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) กรรมวิธีควบคุม 2) MgO 900 กก./ไร่3) MgO 1,800 กก./ไร่4) MgO 2,700 กก./ไร่5) RP 1,600 กก./ไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต6) RP3,200 กก./ไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต7) RP4,800 กก./ไร่ร่วมกับปุ๋ยชีวภาพ

ละลายฟอสเฟต8) RP1,600 กก./ไร่+ TSP 160กก./ไร่9) RP3,200 กิโลกรัมต่อไร่+ TSP 320กก./ไร่ 10) RP4,800 กก./ไร่+ TSP480กก./ไร่โดยบ่มดินในกระถางก่อนปลูกข้าวด้วยสารยับยั้งการละลายตามกรรมวิธีทดลองเป็นเวลา 30 วัน เพาะเมล็ดข้าวพันธุ์ กข.43 เมื่ออายุ 14 วันย้ายมาปักดำในกระถางๆละ 3 ต้น โดยใส่ปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำของกรมการข้าว เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว เก็บตัวอย่างเมล็ด ต้นข้าว ราก และดินในกระถางมาวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมคัดเลือกกรรมวิธีที่เหมาะสมไปทดลองในแปลง

3. การทดลองในแปลงที่อำเภอแม่สอด จ. ตาก วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 ซ้ำ ปีที่ 1 ประกอบด้วย 1) กรรมวิธีควบคุม2) MgO 2,700 กก./ไร่3) หินฟอสเฟต 1,600 กก./ไร่+ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต4) หินฟอสเฟต 4,800 กก./ไร่+ทริบเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต 480 กก./ไร่ ส่วนปีที่ 2 ประกอบด้วยกรรมวิธี 1) กรรมวิธีควบคุม2) MgO 1,350 กก./ไร่3) MgO 2,700 กก./ไร่4) MgO 4,050 กก./ไร่5) MgO 5,400 กก./ไร่เตรียมแปลงทดลอง ใส่วัสดุยับยั้งการละลายโลหะหนักตามกรรมวิธี บ่มดินไว้เป็นเวลา 2 สัปดาห์ รักษาความชื้นในดินไม่ให้ดินแห้งจนเกินไป แล้วย้ายต้นกล้าอายุ 1 เดือนที่เตรียมไว้มาปลูกในแปลงทดลอง ระยะปลูก 25 x 25 ซม. โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 16-20-0 อัตรา 25 กก./ไร่ ตามคำแนะนำก่อนปักดำ 1 วัน เมื่อข้าวอายุ 60 วัน วัดความสูง และการแตกกอ เก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว เก็บตัวอย่างผลผลิตข้าวและตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

5.3 <u>ติดตามตรวจสอบการแพร่กระจายและสะสมของสารแคดเมียมและตะกั่วในพื้นที่การเกษตรที่มีปัญหา</u>

สำรวจและเก็บตัวอย่างดิน น้ำ พืชและตะกอนดินบริเวณอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี เพื่อประเมินการปนเปื้อนของสารแคดเมียมและตะกั่วในพื้นที่การเกษตร เก็บตัวอย่างแบบ grid sampling ในพื้นที่เกษตรกรรมที่อยู่ขนานแนวลำห้วยทั้งสองฝั่ง ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร 15-30 เซนติเมตร 30-50 เซนติเมตร และ 50-70 เซนติเมตร พร้อมเก็บตัวอย่างพืชในพื้นที่เดียวกันกับที่เก็บตัวอย่างดิน บันทึกพิกัดทุกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างโดยใช้ Global Positioning System (GPS) และ เก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ ในฤดูฝนและฤดูแล้ง เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมกับฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงของปี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

<u>กิจกรรมที่ 1</u> การประเมินการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนจากดินภายใต้สภาพต่างๆ

1.1 ศึกษาการประเมินการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่างๆ โดยการระเหิดจากดิน โดยการบ่มในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการบ่มดินด้วยปุ๋ยไนโตรเจนชนิดต่าง ๆ คือ ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ใส่ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และปุ๋ยเชิงประกอบที่มีธาตุไนโตรเจน (16-20-0) ใน 8 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินตาคลี ลพบุรี ลำนารายณ์ สมอทอด ชัยบาดาล วังชมภู ชุดดินจตุรัส และชุดดินบึงชะนัง พบว่า ปุ๋ยยูเรียมีก๊าซแอมโมเนียปลดปล่อยออกมามากที่สุด (19.4-21.6 เปอร์เซ็นต์ของประมาณไนโตรเจนทั้งหมด) ตามด้วยปุ๋ยแอมโมเนีย

ซัลเฟต (9.5-11.2 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด) และปุ๋ยเชิงประกอบที่มีธาตุไนโตรเจน (16-20-0) (7.1-7.8 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด) ตามลำดับ โดยการปลดปล่อยก๊าซแอมโมเนียสูงสุดเมื่อระยะเวลา 7 วันและเริ่มคงที่เมื่อระยะเวลา 14 วัน และที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีก๊าซแอมโมเนียปลดปล่อยออกมามากกว่าที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในทั้ง 8 ชุดดิน

1.2 ศึกษาการประเมินการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจนโดยการระเหิดในสภาพพื้นที่ปลูกในพื้นที่ดินด่าง โดยใช้ชุดดินตาคลี และชุดดินสมอทอด ทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชทดสอบ ที่แปลงศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ พบว่า ในชุดดินตาคลี การใส่ไนโตรเจนในรูปปุ๋ยยูเรีย มีอัตราการระเหิดสูงสุด เฉลี่ย 20.5% ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในปุ๋ย รองลงมาคือ ปุ๋ยแอมโนเนียมซัลเฟตมีอัตราการระเหิด เฉลี่ย 14.3% ของไนโตรเจนทั้งหมด และปุ๋ยเชิงประกอบ (16-20-0) มีอัตราการระเหิดต่ำสุด เฉลี่ย 7.2% ของไนโตรเจนทั้งหมด และชุดดินสมอทอด พบว่า การใส่ไนโตรเจนในรูปปุ๋ยยูเรีย มีอัตราการระเหิดสูงสุด เฉลี่ย 20.8% ของไนโตรเจนทั้งหมดที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในปุ๋ย รองลงมาคือ ปุ๋ยแอมโนเนียมซัลเฟตมีอัตราการระเหิด เฉลี่ย 12.3% ของไนโตรเจนทั้งหมด และปุ๋ยเชิงประกอบ (16-20-0) มีอัตราการระเหิดต่ำสุด เฉลี่ย 7.3% ของไนโตรเจนทั้งหมด โดยที่ระยะเวลา 7 วัน หลังจากใส่ปุ๋ยไนโตรเจน พบว่ามีการอัตราการระเหิดสูงสุด และเริ่มคงที่เมื่อระยะเวลา 14 วันหลังจากใส่ปุ๋ย ในทุกกรรมวิธี สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ย การกลบปุ๋ย ทำให้อัตราการระเหิดของไนโตรเจนต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยแบบหว่านปุ๋ยทุกกรรมวิธี การให้ผลผลิตของข้าวโพด ในชุดดินตาคลี พบว่า กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปปุ๋ยเชิงประกอบ (16-20-0) แบบกลบ ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยสูงสุด (เฉลี่ย 2 ปี เท่ากับ 1,308 กิโลกรัมต่อไร่) ชุดดินสมอทอด พบว่า กรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปปุ๋ยเชิงประกอบ (16-20-0) แบบกลบ ทำให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ยสูงสุด (เฉลี่ย 2 ปี เท่ากับ 1,218 กิโลกรัมต่อไร่)

1.3 ศึกษาการลดการสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนเนื่องจากการชะล้างในดินที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ จากการศึกษาในสภาพโรงเรือนทดลอง พบว่า การใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินมูลโค ช่วยลดการสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะล้างในดินทราย ในขณะเดียวกันใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินมูลโคและกากตะกอนอ้อย ช่วยลดการสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะล้างในดินร่วน ส่วนการใส่วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินทั้ง มูลโค กากตะกอนอ้อย และแกลบเผา มีผลต่อการสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะล้างในดินเหนียว การสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะล้างในดินทรายมากกว่าดินร่วนประมาณ 5.24 กิโลกรัมต่อไร่และดินร่วนมากกว่าดินเหนียวประมาณ 5.66 กิโลกรัมต่อไร่และการสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะล้างในดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว มีค่า 11.276.030.37 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ ในช่วงฤดูฝน ปี 2556 พบว่าการสูญหายปุ๋ยไนโตรเจนจากการชะล้างในดินในรูปไนเตรตไนโตรเจน แอมโมเนียมไนโตรเจน และไนโตรเจนทั้งหมด ไม่แตกต่างกันทางสถิติมีค่า 0.54 1.39 และ 5.48 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่ข้าวโพดสามารถดูดใช้ไนโตรเจนได้สูงสุด 5.56 กิโลกรัมต่อ

ไร่ และการใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 26.4-8.8-21.6 (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) ร่วมกับมูลโค 1,500 กก.ต่อไร่ทำให้การคลุมพื้นที่ใบสูงขึ้น เท่ากับ 72.19 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มวลชีวภาพเหนือดินมีค่าสูง เท่ากับ 2,503.85 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิต (grain yields) มีค่าสูง เท่ากับ 1,297.5 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในช่วงฤดูร้อน ปี 2558 พบว่า การสูญเสียไนโตรเจนจากการชะล้างในรูปของไนเตรตไนโตรเจน และแอมโมเนียมไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน มีค่า 5.7 และ 7.1 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การใส่ปุ๋ยเคมี อัตรา 13.2-4.4-10.3 (N-P_2O_5-K_2O:กก.ต่อไร่) ร่วมกับมูลโค2,000 กก.ต่อไร่ สูญเสียน้อยที่สุด มีค่า 10.7 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และขณะเดียวยังมีแนวโน้มทำให้มีการคลุมพื้นที่ใบสูงที่สุด เท่ากับ 55.22 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้มวลชีวภาพเหนือดินมีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 1,414.0 กิโลกรัมต่อไร่ และผลผลิต (grain yields) มีค่าสูง เท่ากับ 1,034.3 กิโลกรัมต่อไร่

1.4 ศึกษาการป้องกันการสูญหายของธาตุอาหารในพื้นที่ลาดชัน ได้ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองเขาสวนกวาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร อ.เมือง จ.ขอนแก่น โดยมีระยะเวลาดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2555 ถึงเดือนกันยายน 2558 ทำการทดลองปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน 2 – 5 % วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design มี 4 ซ้ำ 4 กรรมวิธี ได้แก่ (1) ปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour (2) ปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour + ปลูกถั่วพร้าคลุมดิน (3) ปลูกถั่วพร้าคลุมดิน (4) Control ผลการทดลอง พบว่า การปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour ปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour + ปลูกถั่วพร้าคลุมดิน และปลูกถั่วพร้าคลุมดินอย่างเดียวช่วยลดปริมาณน้ำสูญหายและปริมาณดินสูญหายได้มากที่สุด การปลูกหญ้าแฝกตามแนว Contour ทำให้มันสำปะหลังมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตมากที่สุด 2,949 – 3,029 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนเปอร์เซ็นต์แป้งของมันสำปะหลังเฉลี่ย 14.63 – 21.60 %

<u>กิจกรรมที่ 2</u> ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินกลุ่มต่างๆสำหรับใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตอย่างแม่นยำเฉพาะพื้นที่

2.1 ศึกษาอัตราการดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของชุดดินต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ เพื่อใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยที่มีความเฉพาะเจาะจงตามลักษณะดิน จากการทดลองพบว่า ชุดดินโชคชัย ชุดดินวังสะพุง ชุดดินจัตุรัส ชุดดินวังไฮ ชุดดินตาคลี ชุดดินลพบุรี ชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินชุมพวง และชุดดินยโสธร มีการตรึงฟอสเฟตสูงสุดเมื่อบ่มเป็นระยะเวลา 14 21 7 14 84 91 77 14 และ 14 วัน ตามลำดับ โดยค่าสัมประสิทธิ์การปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่ระยะเวลาที่มีการตรึงฟอสฟอรัสสูงสุดของชุดดินดังกล่าวเท่ากับ 0.5342 0.1926 0.7274 0.4040 0.0516 0.0762 0.4534 0.8262 และ 1.013 ตามลำดับ ดินแต่ละชุดดินมีศักยภาพในการดูดซับฟอสฟอรัสมากน้อยแตกต่างกัน โดยชุดดินลพบุรีมีศักยภาพในการดูดซับฟอสฟอรัสสูงสุดตามด้วยชุดดินตาคลี ชุดดินวังสะพุง ชุดดินวังไฮ ชุดดินกบินทร์บุรี ชุดดินโชคชัย ชุดดินจัตุรัส

ชุดดินชุมพวง และชุดดินยโสธร ตามลำดับ โดยฟอสฟอรัสที่ใส่ลงไปในดินจะถูกดูดยึดไว้ให้อยู่ในรูปที่ปลดปล่อยออกมาได้ยาก แต่อย่างไรก็ตามฟอสฟอรัสที่ดินดูดยึดไว้ก็อาจสามารถปลดปล่อยออกมาได้โดยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม เช่น สภาพความเป็นกรด-ด่างของดิน ความชื้น ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่อยู่ในสารละลายดิน การปลดปล่อยกรดอินทรีย์จากรากพืช และกิจกรรมของจุลินทรีย์ เป็นต้น

2.2 ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในพื้นที่ดินด่างชุดดินลำนารายณ์ การบ่มในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส (Buffer coefficient of phosphorus - BCp) พบว่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของชุดดินลำนารายณ์ มีค่าเท่ากับ 0.27 แล้วการประเมินการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยฟอสฟอรัส ในสภาพพื้นที่ปลูก โดยทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชทดสอบ ที่แปลงเกษตรกร ต.ทับกวาง อ.แก่งคอย จ.สระบุรี ได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยฟอสเฟตจากสมการคาดคะเนที่ระดับ $1.0P_{Requirement}$ มีค่าเท่ากับ 12 กก.P_2O_5 ต่อไร่ จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 3 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ได้แก่ ที่ระดับ $0P_{Requirement}$ $0.5P_{Requirement}$ $1.0P_{Requirement}$ $1.5P_{Requirement}$ $2.0P_{Requirement}$ $2.5P_{Requirement}$ และ $3.0P_{Requirement}$ ซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-0-5 10-6-5 10-12-5 10-18-5 10-24-5 10-30-5 และ 10-36-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 10-24-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ สูงสุดเท่ากับ 878 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 10-0-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่ำสุดเท่ากับ 733 กิโลกรัมต่อไร่

2.3 ศึกษาศักยภาพการปลดปล่อยฟอสฟอรัสของดินด่างเมื่อใช้จุลินทรีย์ที่เฉพาะเจาะจงกับดินด่างช่วยในการละลายฟอสเฟต การทดลองคัดเลือกจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตจากแหล่งรวบรวมเชื้อพันธุ์ของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดินจำนวน 150 ไอโซเลท โดยการตรวจนับอัตราการมีชีวิตรอดเมื่อบ่มเชื้อลงในดินที่ระยะเวลา 60 วัน และยังคงมีประสิทธิภาพการละลายตะกอน $CaHPO_4$ ที่ระดับ 4 -5 ได้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตจำนวน 3 สายพันธุ์ คือ RPS 003F RPS 0081 B และ RPS ML1 บ่มดินร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต ทั้ง 3 สายพันธุ์ ปุ๋ยหมักมูลโคบดละเอียดที่เป็นวัสดุพาเชื้อจุลินทรีย์ และดินเปล่า วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์โดยวิธี Olsen ตามระยะเวลาที่กำหนด คือ 0 1 3 5 7 14 21 28 35 42 49 56 63 70 77 84 และ 91 วัน รวมทั้งตรวจนับปริมาณการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ และตรวจวัดประสิทธิภาพการละลายตะกอน $CaHPO_4$ ของจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิดซึ่งประสิทธิภาพการละลายตะกอน $CaHPO_4$ ของจุลินทรีย์ทั้ง 2 ชนิด ยังคงมีเช่นเดิมรวมทั้งปริมาณการรอดชีวิตของจุลินทรีย์ทั้ง 3 ชนิด อยู่ที่ 10^6 โคโลนีต่อกรัมดิน จากการทดลองบ่มดินร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต 3 สายพันธุ์ และปุ๋ยหมักมูลโคซึ่งวัสดุพาเชื้อ ทำให้ดินปลดปล่อยฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ออกมาได้สูงกว่าการบ่มดินโดยไม่ใส่เชื้อจุลินทรีย์ โดยเมื่อบ่มดินชุดดินตาคลีและชุดดินสมอทอดร่วมกับจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต พบว่าจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต RPS 003F มีประสิทธิภาพการปลดปล่อยฟอสเฟตต่ำกว่า RPS ML1 RPS 0081B และปุ๋ยหมักมูลโคบดละเอียด ส่วนในชุด

ดินลพบุรี และชุดดินลำนารายณ์จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตทั้ง 3 สายพันธุ์ทำให้ดินปลดปล่อยฟอสเฟตออกมาได้มากกว่าปุ๋ยหมักมูลโคบดละเอียด และดินเปล่า

2.4 ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยฟอสฟอรัสในพื้นที่ดินเหนียวสีแดง

ปี 2555 ผลการทำการทดลองปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 ชุดดินโชคชัย ที่แปลงเกษตรกร ต.หนองไม้ไผ่ อ.หนองบุญมาก จ.นครราชสีมา พบว่าข้าวโพดไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยฟอสเฟต โดยความสูงของข้าวโพดที่อายุ 30 และ 60 วัน น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ซึ่งอยู่ที่ระดับ 2.5 $P_{Requirement}$ มีแนวโน้มให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 905 กก.ต่อไร่

ปี 2556 ผลการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แปลงเกษตรกร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ซึ่งเป็นชุดดินโชคชัย พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราที่ต่างกันมีผลทำให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ก็มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 10-10-10 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์สูงสุดเท่ากับ 456 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 10-0-10 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่ำสุดเท่ากับ 332 กิโลกรัมต่อไร่

ปี 2557 ผลการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แปลงเกษตรกร ที่ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ชุดดินปากช่อง พบว่า น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 10-0.5-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (1.0$P_{Requirement}$) ให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์สูงสุดเท่ากับ 743 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 10-0-5 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่1 (0$P_{Requirement}$) ให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่อไร่ต่ำสุดเท่ากับ 565 กิโลกรัมต่อไร่ จากผลการทดลองดังกล่าวจะพบว่าปริมาณผลผลิตข้าวโพดต่ำกว่าศักยภาพของพันธุ์อาจมีสาเหตุจากเกิดปัญหาภัยแล้งปริมาณน้ำฝนน้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของข้าวโพดที่ทดลอง

2.5 ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัสในพื้นที่ดินร่วนเหนียวที่มีกรวดศิลาแลง ผลการทดลอง พบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสเฟต อัตรา 2.6 กก.P_2O_5 /ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวโพดเฉลี่ย สูงสุด 883 กก./ไร่ ในขณะวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตให้ผลผลิตเพียง 717 กก./ไร่ อย่างไรก็ตามทุกวิธีการให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสไปสะสมที่เมล็ดเฉลี่ย 3.99 กก. P/ไร่ มากกว่าสะสมที่ตอซัง (ต้น ใบ เปลือกฝัก) ประมาณ 10 เท่า อย่างไรก็ตาม วิธีการที่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 2.6 กก. P_2O_5/ไร่ มีฟอสฟอรัสสะสมที่เมล็ดสูงสุดเฉลี่ย 5.77 กก. P/ไร่ แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟต วิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 5.2 และ 20.8 กก. P_2O_5/ไร่ จากการประเมินประสิทธิภาพของฟอสฟอรัส พบว่า วิธีการที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 2.6 กก. P_2O_5/ไร่ มีค่า Phosphorus Use Efficiency (PUE) และ Agronomic Phosphorus Efficiency (AE) สูงสุดเฉลี่ย 169 และ 143.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในขณะที่ Physiological Phosphorus Efficiency (PPE) นั้น วิธีการที่ใส่ปุ๋ย 5.2 กก. P_2O_5/ไร่ มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 296 กก.เมล็ด/กก.P แตกต่างจากวิธีการอื่นๆ

2.6 ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลด ปล่อยฟอสฟอรัสในพื้นที่ดินร่วนถึงร่วนปนทราย

การปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ระยอง 9 ในดินทราย ชุดดินสัตหีบ ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง จังหวัดระยองผลการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตรา 8 กก.P_2O_5 /ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเฉลี่ยสูงสุด 7,078 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตให้ผลผลิตหัวสดเพียง 6,898 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ยฟอสเฟตทุกระดับ มีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6,865 - 7,095 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 29.4 - 30.9 เปอร์เซ็นต์ และให้ผลผลิตแป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2,040 - 2,206 กิโลกรัมต่อไร่ มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสไปสะสมในหัวมากกว่า ต้น เหง้า และใบของมันสำปะหลัง อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย16-8-16 ซึ่งเป็นอัตราแนะนำการใช้ปุ๋ยกับมันสำปะหลังจะทำให้ได้ผลผลิตหัวสดสูงสุดเฉลี่ย 7,391 กิโลกรัมต่อไร่

<u>กิจกรรมที่ 3</u> ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมของชุดดินต่างๆ สำหรับใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยโพแทชอย่างแม่นยำเฉพาะพื้นที่

3.1 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยโพแทสเซียมของดินต่างๆ โดยการบ่มในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการทดลองบ่มดินในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียม (Buffer coefficient of potassium - BC_K) ใน 8 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินตาคลี จัตุรัส ลำนารายณ์ วังไห โชคชัย ปากช่อง ห้วยโป่ง และสัตหีบ ทำการบ่มดินด้วยสารละลายโพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ที่ระดับความชื้น 60% ของความจุการอุ้มน้ำของดินเป็นระยะเวลา 14 วัน โดยชุดดินตาคลี จัตุรัส ลำนารายณ์ วังไห โชคชัย และปากช่องให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียม 7 ระดับ ได้แก่ 0 40 80 120 160 200 และ 240 mgK kg^{-1} ส่วนชุดดินห้วยโป่งและสัตหีบให้มีความเข้มข้นของโพแทสเซียม 7 ระดับ ได้แก่ 0 20 40 60 80 100 และ 120 mgK kg^{-1} จากนั้นสกัดโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ด้วยน้ำยาสกัด NH_4OAc pH 7 พบว่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมของชุดดินตาคลี จัตุรัส ลำนารายณ์ วังไห โชคชัย ปากช่อง ห้วยโป่ง และสัตหีบมีค่าเท่ากับ 0.5955 0.7612 0.614 0.6806 0.9823 0.7783 0.9871 และ 0.9976 ตามลำดับ

3.2 การประเมินการใช้ปุ๋ยโพแทชจากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยโพแทสเซียมในชุดดินต่างๆ ในสภาพพื้นที่ปลูก: กลุ่มดินด่าง

ปี 2554 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แปลงเกษตรกร อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ชุดดินตาคลี มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมเท่ากับ 0.6963 ได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียมจากสมการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 0 กก.K_2O ต่อไร่ จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำดังนี้ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-8-0 15-8-2 15-8-4 15-8-6 15-8-8 15-

8-10 และ 15-8-12 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ พบว่าข้าวโพดไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทช โดยความสูงของข้าวโพดที่อายุ 30 และ 60 วัน จำนวนต้นต่อไร่ น้ำหนักต้นต่อไร่ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-8-8 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 1,298 กก.ต่อไร่

ปี 2555 ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่แปลงเกษตรกร ต.สุขสำราญ อ.ตากฟ้า จ.นครสวรรค์ ซึ่งเป็นชุดดินลพบุรี มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยโพแทสเซียมเท่ากับ 0.8265 ได้คำแนะนำปริมาณความต้องการปุ๋ยโพแทสเซียมจากสมการคาดคะเนมีค่าเท่ากับ 4 กก.K_2O ต่อไร่ จึงวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มี 7 กรรมวิธี 3 ซ้ำดังนี้ ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-10-0 10-10-2 10-10-4 10-10-6 10-10-8 10-10-10 และ 10-10-12 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ พบว่าข้าวโพดไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทช โดยความสูงของข้าวโพดที่อายุ 30 และ 60 วัน จำนวนต้นต่อไร่ น้ำหนักต้นต่อไร่ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่อไร่ และเปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-10-10 กก.N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ มีแนวโน้มให้น้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 1,089 กก.ต่อไร่ เนื่องจากปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดินบนก่อนปลูกข้าวโพดของชุดดินตาคลีและลพบุรีอยู่ในระดับสูงมาก ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิต ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์จึงไม่ตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยโพแทชในระดับต่างๆ

<u>กิจกรรมที่ 4</u> ศึกษาศักยภาพการดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุ ของดินกลุ่มต่างๆ เพื่อประเมินการใช้ปุ๋ยจุลธาตุเฉพาะพื้นที่

4.1 <u>ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุของกลุ่มดินต่าง ๆในห้องปฏิบัติการ</u>

ปี 2554 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุของกลุ่มดินต่างๆในห้องปฏิบัติการ : กลุ่มดินด่าง ของชุดดินตาคลี และ ชุดดินลำนารายณ์ พบว่า ชุดดินตาคลีมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยจุลธาตุ Zn Cu Mn และ Fe เท่ากับ 0.26 0.39 0.25 และ 0.22 ตามลำดับ สำหรับชุดดินชุดดินลำนารายณ์มีค่าสัมปะสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยจุลธาตุ Zn Cu Mn และ Fe เท่ากับ 0.26 0.34 0.34 และ 0.21 ตามลำดับ

ปี 2555 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุของกลุ่มดินต่าง ๆ จากการใส่ปุ๋ยจุลธาตุที่เป็นปฏิปักษ์กันในห้องปฏิบัติการ: กลุ่มดินด่าง ของชุดดินตาคลี และ ชุดดินลำนารายณ์ พบว่า ชุดดินตาคลีมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยจุลธาตุที่เป็นปฏิปักษ์กัน Zn(Zn-Fe) Zn (Zn-Cu) Mn(Mn-Fe) และ Cu (Cu-Fe) เท่ากับ 0.12 0.24 0.30 และ 0.24 ตามลำดับ สำหรับชุดดินชุดดินลำนารายณ์มีค่าสัมปะสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยจุลธาตุที่เป็นปฏิปักษ์กัน Zn(Zn-Fe) Zn (Zn-Cu) Mn(Mn-Fe) และ Cu (Cu-Fe) เท่ากับ 0.22 0.21 0.34 และ 0.21 ตามลำดับ

ปี 2556 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุกลุ่มดินต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ: กลุ่มร่วนถึงดินร่วนปนทราย ศึกษาในดิน2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสีคิ้ว และชุดดินหุบกะพง พบว่า

ชุดดินสีคิ้วมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยธาตุ Zn Cu Mn และ Fe เท่ากับ 0.98 0.97 0.96 และ 0.90 ตามลำดับ สำหรับชุดดินหุบกะพงมีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยธาตุ Zn Cu Mn และ Fe เท่ากับ 0.97 0.98 0.96 และ 0.91 ตามลำดับ

ปี 2557 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุของกลุ่มดินต่าง ๆ จากการใส่ปุ๋ยจุลธาตุที่เป็นปฏิปักษ์กัน ห้องปฏิบัติการ : กลุ่มร่วนถึงดินร่วนปนทราย จำนวน 2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินหุบกะพง และชุดดินสีคิ้ว พบว่า ชุดดินหุบกะพง ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยจุลธาตุที่เป็นเป็นปฏิปักษ์ Zn (Zn-Fe) Zn (Zn-Cu) Cu (Cu-Fe) B (B-Fe) MO (Mo-Zn) Mo (Mo-Mn) Mn (Mn-Fe) Fe (Fe-Cu) Fe (Fe-Zn) มีค่าเท่ากับ 0.36 0.54 0.68 0.031 0.44 0.61 0.24 0.71 และ 0.78 ตามลำดับ

สำหรับ ชุดดินสีคิ้ว ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยจุลธาตุที่เป็นเป็นปฏิปักษ์ Zn (Zn-Fe) Zn (Zn-Cu) Cu (Cu-Fe) B (B-Fe) MO (Mo-Zn) Mo (Mo-Mn) Mn (Mn-Fe) Fe (Fe-Cu) Fe (Fe-Zn) มีค่าเท่ากับ 0.33 0.67 0.56 0.013 0.077 0.046 0.33 0.61 และ 0.46 ตามลำดับ

ปี 2558 ศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุของกลุ่มดินต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ : กลุ่มดินทราย โดยศึกษา 2 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินสตึก และชุดดินน้ำพอง ทำการศึกษาจุลธาตุจำนวน 6 ธาตุ ได้แก่ สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) และ เหล็ก (Fe) พบว่า ชุดดินสตึก มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยธาตุ Zn Cu Mn และ Fe เท่ากับ 0.98 0.97 0.96 และ 0.90 ตามลำดับสำหรับชุดดินน้ำพอง มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและปลดปล่อยธาตุ Zn Cu Mn และ Fe เท่ากับ 0.91 0.94 0.91 และ 0.93 ตามลำดับ

4.2 <u>ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยจุลธาตุในพื้นที่ปลูก</u>

ปี 2555-2556 ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ/การปลดปล่อยจุลธาตุในพื้นที่ปลูก : กลุ่มดินด่าง : Zn, Cu และ Feโดยปลูกมันสำปะหลังเป็นพืชทดสอบ ชุดดินตาคลี ที่ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 3 การทดลองย่อย <u>การทดลองย่อยที่ 1</u> ทดสอบปุ๋ย $ZnSO_4$ มี 7 อัตรา ดังนี้ 0.00 0.25 0.50 1.00 3.00 5.00 และ 12.00 $ZnSO_4$ กก./ ไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ย $ZnSO_4$ อัตรา 5 กก. $ZnSO_4$ /ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเฉลี่ยสูงสุด 1,108 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย $ZnSO_4$ให้ผลผลิตหัวสดเพียง 818 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย $ZnSO_4$ทุกระดับ มีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 818 - 1,108 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20.4 - 21.9 เปอร์เซ็นต์

<u>การทดลองย่อยที่ 2</u> ทดสอบปุ๋ย $CuSO_4$ มี 7 อัตรา ดังนี้ 0.00 0.25 0.50 1.00 3.00 5.00 และ 12.00 $CuSO_4$ กก./ไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ย $CuSO_4$ อัตรา 5 กก. $CuSO_4$ /ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเฉลี่ยสูงสุด 1,122 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย $CuSO_4$ให้ผลผลิตหัวสดเพียง 768 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย $CuSO_4$ ทุกระดับ มีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 768 - 1,122 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20.1 - 21.4 เปอร์เซ็นต์

และ <u>การทดลองย่อยที่ 3</u> $FeSO_4$ มี 7 อัตรา ดังนี้ 0 .00 0.25 0.50 1.00 3.00 5.00 และ 12.00 $FeSO_4$ กก./ไร่ พบว่า การใส่ปุ๋ย $FeSO_4$ อัตรา 3 กก. $FeSO_4$ /ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตหัวสดของมันสำปะหลังเฉลี่ยสูงสุด 1,119 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย $FeSO_4$ ให้ผลผลิตหัวสดเพียง 891 กิโลกรัมต่อไร่ อย่างไรก็ตาม การใส่ปุ๋ย $FeSO_4$ ทุกระดับ มีการเจริญเติบโต ให้ผลผลิตหัวสด เปอร์เซ็นต์แป้ง และผลผลิตแป้ง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยให้ผลผลิตหัวสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 891 - 1,119 กิโลกรัมต่อไร่ ให้เปอร์เซ็นต์แป้งเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20.5 - 21.0 เปอร์เซ็นต์

ปี 2557-2558 ศึกษาวิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิการดูดซับและการปลดปล่อยจุลธาตุในพื้นที่กลุ่มดินร่วนปนทราย: Mn และ Mo โดยปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย เป็นพืชทดสอบ ที่ศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 2 การทดลองย่อย ทดสอบ 2 ธาตุ ได้แก่ Mn และ Mo โดยปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย เป็นพืชทดสอบ ที่ศูนย์วิจัยพัฒนาการเกษตรเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 2 การทดลองย่อย

<u>การทดลองย่อยที่ 1</u> ทดสอบปุ๋ยแมงกานีสซัลเฟต 7 อัตรา ได้แก่ 0 0.5 1.0 2.0 6.0 10 และ 18 แมงกานีสซัลเฟต กก./ไร่ พบว่า พบว่าการใส่ปุ๋ย แมงกานีสซัลเฟต อัตรา 6 กก. แมงกานีสซัลเฟต กก. /ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตสับปะรดเฉลี่ยสูงสุด 1,004 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย แมงกานีสซัลเฟต ให้ผลผลิตหัวสดเพียง 640 กิโลกรัมต่อไร่

<u>การทดลองย่อยที่ 2</u> ทดสอบปุ๋ยโซเดียมโมลิบเดต 7 อัตรา ได้แก่ 0 1.5 3.0 5.0 15.0 25.0 และ 60 โซเดียมโมลิบเดต กก./ไร่ พบว่าการใส่ปุ๋ย โซเดียมโมลิบเดต อัตรา 3 กก. โซเดียมโมลิบเดต กก. /ไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตสับปะรดเฉลี่ยสูงสุด 1,021 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะวิธีการไม่ใส่ปุ๋ย โซเดียมโมลิบเดต ให้ผลผลิตหัวสดเพียง 671 กิโลกรัมต่อไร่ เนื่องจากในปี 2557-2558 ประสบปัญหาแล้งจัดในพื้นที่ ทำให้การเจริญเติบโตในช่วง 7 เดือนแรกไม่สม่ำเสมอ อาจส่งผลผลิตสับปะรดต่ำกว่าเกณฑ์

<u>กิจกรรมที่ 5</u> การจัดการดิน น้ำ พืช ที่เป็นปัญหาในพื้นที่การเกษตร มี 3 การทดลอง ได้แก่

5.1 การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน พืชและคุณภาพดินในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจ ดำเนินการในปี 2554-2557 โดยสำรวจเก็บตัวอย่างดินมันสำปะหลังในพื้นที่ทำการเกษตรของจังหวัดนครราชสีมา กำแพงเพชร กาญจนบุรี กาฬสินธุ์ ขอนแก่น และ มหาสารคาม เพื่อวิเคราะห์และประเมินการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน พืช และสมบัติพื้นฐานต่างๆของดินพบว่าปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในดินปลูกมันสำปะหลังต่ำกว่าค่าพื้นฐานของแคดเมียมและตะกั่วในดินของประเทศไทยและเกณฑ์มาตรฐานที่อนุญาตให้พึงมีในดินทำการเกษตรของกลุ่มสมาพันธ์ยุโรป(แคดเมียม 1-3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตะกั่ว 100-300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่พบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างมันสำปะหลัง(0.06-2.90มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าสูงกว่ามาตรฐานของ Codex และของประเทศจีน ส่วนพื้นที่ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนในจังหวัดนครปฐมและกาญจนบุรี พบปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในดินต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่อนุญาตให้พึงมีในดินทำการเกษตรของกลุ่มสมาพันธ์ และความเข้มข้นของแคดเมียม และตะกั่ว ในข้าวโพดฝักอ่อน (ส่วนที่บริโภค) มีความเข้มข้นต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่อนุญาตให้พึ่งมีในพืชอาหารของ Codexเช่นกันจากการประเมินคุณภาพดิน พบว่า ดิน

ปลูกมันสำปะหลัง มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ขณะที่จุลธาตุพวกเหล็ก ทองแดง และสังกะสี ที่เป็นประโยชน์ในดินปลูกมันสำปะหลังมีในปริมาณที่ไม่พอเพียงกับความต้องการของพืชส่วนคุณภาพดินปลูกข้าวโพดฝักอ่อนในจังหวัดนครปฐมและกาญจนบุรี มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับปานกลาง จุลธาตุอาหารพืช มีในปริมาณที่พอเพียงกับความต้องการของพืช

5.2 การศึกษาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน (แคดเมียม) โดยวิธียับยั้งการละลาย พบว่า การใช้แมกนีเซียมออกไซด์(MgO) ในอัตรา 1,350-2,700 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดปริมาณแคดเมียมที่สะสมในเมล็ดข้าวได้ในช่วง 0.80-1.38 มิลลิกรัม Cdต่อกิโลกรัม แต่ปริมาณแคดเมียมที่สะสมในเมล็ดข้าวยังสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่อนุญาตให้พึ่งมีข้าวของ Codex (0.4 มิลลิกรัม Cd ต่อกิโลกรัม)

5.3 จากการติดตามตรวจสอบการแพร่กระจายและสะสมของสารแคดเมียมและตะกั่วในพื้นที่การเกษตรที่ปนเปื้อนพบว่า การแพร่กระจายและสะสมของสารแคดเมียมในอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก มีค่าความเข้มเข้นของแคดเมียมในดินตลอดแนวลำห้วยแม่ตาว (ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร) สูงเกินมาตรฐานที่อนุญาตให้พึงมีในดินทำการเกษตรของกลุ่มสมาพันธ์ยุโรป ส่วนในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี มีค่าความเข้มข้นของตะกั่วในดินตลอดลำห้วยคลิตี้ (ระดับความลึก 0-70 เซนติเมตร) สูงเกินมาตรฐานที่อนุญาตให้พึงมีในดินทำการเกษตรของกลุ่มสมาพันธ์ยุโรป

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลจากโครงการการศึกษาการจัดการธาตุอาหาร ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน มีเป้าหมายให้ได้เพื่อให้ได้ข้อมูลการจัดการธาตุอาหารที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน สามารถนำไปข้อมูลไปประยุกต์ใช้ในการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืช (ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และมันสำปะหลัง) จากค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และจุลธาตุในชุดดินต่างๆ และการจัดการการลดการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจน เนื่องจากการซึมลึกในดิน และการสูญหายธาตุอาหารในพื้นที่ลาดชัน และได้ข้อมูลปริมาณของโลหะหนักและคุณภาพดินในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจ พร้อมแนวทางในการแก้ไขที่จะหลีกเลี่ยงหรือบรรเทาผลเสียที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการปนเปื้อนของ โลหะหนักในระบบเกษตร ทั้ง 5 กิจกรรมหลักได้ผลสรุป ดังนี้

1) ได้ชุดข้อมูลอัตราการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจน ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และจุลธาตุในชุดดินต่างๆ สำหรับนำไปใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสเฟต โพแทส และจุลธาตุ ตามลักษณะดิน รวม 15 ชุดดิน

2) ได้ชุดข้อมูลอัตราการสูญหายของปุ๋ยไนโตรเจน สำหรับใช้ในการประเมินการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (4 ชุดดิน) และ วิธีการปรับใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับและการปลดปล่อยฟอสฟอรัส (5 ชุดดิน) โพแทสเซียม (2 ชุดดิน) และจุลธาตุ (2 ชุดดิน) อย่างเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดินในพื้นที่ชุดดิน รวม 13 ชุดดิน

3) ทราบปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในพื้นที่ทำเกษตรของประเทศ และจำแนกพื้นที่ที่มีความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก เพื่อที่จะหลีกเลี่ยงหรือบรรเทาผลเสียที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนักในระบบการผลิตพืช 2 พื้นที่

4) ได้ข้อมูลที่จะใช้ในการติดตามตรวจสอบและประเมินคุณภาพดิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตร 1พื้นที่

5) แนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาการตกค้างของโลหะหนักในดินและผลิตผลทางการเกษตร 1 วิธี

ผลการวิจัยจากโครงการวิจัยนี้สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการจัดการธาตุอาหาร ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ให้ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดินเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในประเทศไทยให้มีการใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำข้อมูลการปนเปื้อนของโลหะหนักในดิน พืชและคุณภาพดินในแหล่งปลูกพืชเศรษฐกิจและการติดตามตรวจสอบการแพร่กระจายและสะสมของสารแคดเมียมและตะกั่วในพื้นที่การเกษตร ใช้สร้างฐานข้อมูล (data base) ตลอดจนการกำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินที่ใช้เพื่อการเกษตร รวมทั้งในพืชชนิดต่างๆ โดยเฉพาะในส่วนที่ใช้บริโภคในประเทศไทย และเฝ้าระวังพื้นที่ดังกล่าว มีความจำเป็นต้องทำอย่างมีระบบเพื่อให้ได้ฐานข้อมูลที่น่าเชื่อถือและสามารถนำไปเป็นข้อมูลให้กับประเทศสมาชิกในเครือขององค์กรนานาชาติ เช่น FAO, WHO และ UNEP นอกจากนี้ยังเป็นการรับประกันกับผู้บริโภคว่าคุณภาพอาหารของประเทศไทยมีความปลอดภัยจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก

โครงการวิจัยที่ 2 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมักปุ๋ยอินทรีย์เคมี และจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตร

Research and Development on Biofertilizer, Compost, Organo-chemical Fertilizer and Agriculture Decomposers Production Technology andAnalysis

ภัสชญภณ หมื่นแจ้งพีรพงษ์ เชาวนพงษ์สุปรานี มั่นหมายอัจฉรา นันทกิจสุภาพร ธรรมสุระกุล
ภาวนา ลิกขนานนท์สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์ศิริลักษณ์ จิตรอักษรศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต
ประไพ ทองระอาศรีสุดา รื่นเจริญลาวัลย์ จันทร์อัมพรรัฐกร สืบคำทิวาพร ผดุงธูปหอม พิเนตรเสถียรนิศารัตน์
ทวีนุตมณฑิกานธิ์ สังข์น้อยศพิษา สังวิเศษกัลยกร โปร่งจันทึกอธิปัตย์ คลังบุญครอง
มนต์ชัย มนัสสิลาอำนาจ เอี่ยมวิจารณ์

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ และจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตรมีวัตถุประสงค์เพื่อหาเทคโนโลยีการผลิตและตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ การผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์เคมีให้มีประสิทธิภาพรวมทั้งการหาจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อการจัดการดินโดยดำเนินการระหว่างปี 2554-2558 ทั้งในห้องปฏิบัติการเรือนทดลองและแปลงทดลอง วิธีการดำเนินงานประกอบด้วย 4 กิจกรรมหลัก กิจกรรมที่ 1 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพกิจกรรมที่ 2 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพของประเทศไทยกิจกรรมที่ 3 การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมักและปุ๋ยอินทรีย์เคมีและกิจกรรมที่ 4 การวิจัยและพัฒนาจุลินทรีย์ย่อยสลาย สารอินทรีย์ในการจัดการดิน ผลการทดลองพบว่ากิจกรรมที่ 1 ได้วิธีการผลิตปุ๋ยชีวภาพ 6 วิธี กิจกรรมที่ 2 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพได้ 4 ชนิด กิจกรรมที่ 3 ได้เทคนิคในการผลิตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมี ทั้งชนิดแข็งและชนิดที่เป็นของเหลว 3 แบบ และกิจกรรมที่ 4 ได้ข้อมูลในการใช้จุลินทรีย์ในการจัดการดิน 2 รูปแบบ ผลการวิจัยในโครงการวิจัยสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการผลิตและการวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพให้มีมาตรฐาน รวมทั้งได้วิธีการพัฒนาปรับปรุงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ อินทรีย์เคมี และการจัดการดินทางชีวภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืช

คำสำคัญ ปุ๋ย การจัดการดิน ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยชีวภาพ จุลินทรีย์ย่อยสลายการวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ

Abstract

Research and development on biofertilizer, compost, organo-chemical fertilizer and agriculture decomposers production technology and analysis were conducted in this experiment. The objective for explore biofertilizer production and analytical technologies, chemical organic and organic fertilizers production technology and decomposing microbial utilization for soil management. This project contained 4 parts 1) biofertilizer production, 2) technique of Biofertilizer analysis research 3) chemical organic and organic fertilizers production technology research and 4) decomposing microbial utilization for soil management research. The results of this project found; 6 biofertilizer production methods, 4 biofertilizers analytical method, 2 chemical organic and organic fertilizers production technologies and 2 decomposing microbial utilization methods for soil management. These technologies will be continuous develop for use on agricultural production system to sustainable reduce production cost.

Key words fertilizer, soil management, compost, biofertilzer, decomposer, biofertilizer analysis.

บทนำ

ปัจจุบันการเกษตรส่วนใหญ่เป็นระบบการเกษตรที่ใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีมากขึ้นซึ้งส่งผลต่อต้นทุนการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีและสารเคมีมีราคาสูงขึ้นเรื่อยๆ จึงมีการใช้ปัจจัยการผลิตที่ทำมาจากจุลินทรีย์และสารสกัดจากธรรมชาติมาใช้กันมากขึ้น เช่นการใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม สามารถทดแทนปุ๋ยไนโตรเจนในพืชตระกูลถั่วได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยชีวภาพไมโคไรซ่าสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีในไม้ผลได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 สามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีในข้าวโพดและข้าวฟ่างได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์และปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตเพิ่มประสิทธิภาพการใช้หินฟอสเฟตได้ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการมีชีวิตรอดของเชื้อ รูปแบบที่เหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์และบางชนิดยังไม่มีผลิตภัณฑ์ ในด้านการผลิตและการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ผ่านมานั้นมีการผลิตใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยชีวภาพในนาข้าวโดยผลิตเชื้อเหลวคลุกเคล้ากับวัสดุพา(carrier) ทำการปั้นเม็ดและนำไปใช้ในนาข้าวแต่เนื่องจากในการผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีเชื้อสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินรอดชีวิตในปริมาณสูงนั้นทำได้ยากทำให้เมื่อนำไปใช้ในสภาพนาข้าวจริงเห็นผลน้อย การนำสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไปใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยสำหรับพืชโดยวิธีการอื่นๆ นั้นยังไม่มีการศึกษา ส่วนปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายโพแทสเซียม ยังไม่มีการผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพจุลินทรีย์ละลายโพแทสเซี่ยมในประเทศไทยมาก่อน ซึ่งธาตุโพแทสเซียมมีความสำคัญเช่นกันเนื่องจากเกี่ยวข้องถึงคุณภาพของผลผลิตพืช ปุ๋ยที่ให้ธาตุโพแทสเซียมหรือปุ๋ยโพแทช ได้แก่ โพแทสเซียมคลอ

ไรด์ โพแทสเซียมซัลเฟต นั้นมีราคาสูงจึงทำให้การปลูกพืชมีต้นทุนสูงตามราคาปุ๋ยโพแทช ดังนั้นจึงควรวิจัยหาวิธีการใช้ประโยชน์จากแหล่งอื่นของโพแทสเซียมที่มีอยู่ในธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้ปุ๋ยโพแทชเพื่อลดต้นทุนการผลิต ในปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรได้มีผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าออก จำหน่ายซึ่งมีการยอมรับจากเกษตรกรมากขึ้นเรื่อยๆ รวมทั้งนักวิชาการทั่วไป จนกระทั้งมียอดจำหน่ายมากกว่า 5 ตันต่อปี โดยผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปดินผงทำให้เกิดการปนเปื้อนได้ง่ายเมื่อนำไปใช้ในสภาวะการเลี้ยงพืชแบบปลอดเชื้อ ได้แก่ การขยายพืชโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การเพาะเลี้ยงพืชแบบไฮโดรโพนิกส์ เป็นต้น ซึ่งการขยายพืชและเลี้ยงพืชแบบปลอดเชื้อนี้มีผู้นิยมทำกันแพร่หลาย ทั้งเอกชนทั่วไปและนักวิชาการ จึงจำเป็นต้องวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ดินอื่น เพื่อให้ทันสนองตอบการผลิตพืชแบบปลอดเชื้อ

แหนแดงมีคุณสมบัติที่มีศักยภาพและเหมาะสมที่จะพัฒนา และส่งเสริมให้เกษตรกรใช้เพื่อการปรับปรุงบำรุงดิน เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตต่ำ สามารถผลิตได้เอง และไม่จำเป็นต้องซื้อเมล็ดพันธุ์ แหนแดงสามารถเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว ทำให้มีน้ำหนักสดสูงถึง 3 ตันต่อไร่ ภายในระยะเวลา 30 วัน ด้วยอัตราเริ่มต้นของแหนแดงเพียง 100 กิโลกรัมต่อไร่ (ประยูร, 2530) แหนแดงมีอัตรา C:N ต่ำ (ประมาณ 10) จึงย่อยสลายตัวและปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกมาให้พืชใช้ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้แหนแดงมีความสามารถในการดูดซับโพแทสเซียมได้สูง(2-3.5 %K, (Lui, 1987)) และปลดปล่อยให้กับพืชในดินที่ขาดโพแทสเซียม และจากการที่แหนแดงสามารถเพิ่มมวลชีวภาพได้อย่างรวดเร็ว ให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นหนึ่งเท่าตัวได้ภายในเวลา 3-6 วัน (Watanabe และ Ramirez, 1984) เป็นการช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุในดิน สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมสูงรวมถึงมีโปรตีนและกรดอะมิโนต่างๆ เป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง และราคาต้นทุนการผลิตต่ำที่สุด

ปัจจุบันมีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์รูปแบบต่างๆทั้งชนิดผง ชนิดเม็ด และชนิดน้ำ กันอย่างแพร่หลาย โดยผลิตใช้เองและผลิตเพื่อการค้า กรมวิชาการเกษตรจึงได้ปรับปรุง พรบ.ปุ๋ยให้มีขอบข่ายควบคุมทั้งปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยชีวภาพ ซึ่งได้ร่างเกณฑ์กำหนดต่างๆไว้ แต่มีปุ๋ยจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถผลิตปุ๋ยให้มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ได้ ประกอบกับความเข้าใจผิดของผู้ใช้ที่ว่าปุ๋ยจะต้องเป็นเม็ดเท่านั้น ทำให้มีความพยายามที่จะทำปุ๋ยอินทรีย์เม็ดโดยไม่คำนึงถึงคุณภาพ ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์เม็ดที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ไม่ได้คุณภาพ ได้มีการศึกษาการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เม็ดที่มาจากวัสดุอินทรีย์ที่ผ่านกระบวนการหมักและอบไอน้ำแล้ว พบว่าสามารถผลิตได้แต่ลักษณะของเม็ดเป็นท่อนสั้นๆ ไม่สวยงาม ไม่เป็นที่นิยมของเกษตรกร และไม่สามารถนำไปใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีในรูปของปุ๋ยผสมแบบไม่เป็นเนื้อเดียวกันได้ เนื่องจากมีรูปทรงต่างกัน ไม่เหมือนปุ๋ยที่ผลิตเป็นเม็ดกลม ดังนั้นจึงต้องหาวิธีปั้นเม็ดจากวัสดุที่มีการย่อยสลายโดยสมบูรณ์และวัสดุที่มีสมบัติคล้ายดิน แต่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงมาเป็นส่วนผสมโดยตรง และมีสมบัติเป็นตัวดูดซับอนุภาคปุ๋ย และอุ้มน้ำได้ และไม่มีการย่อยสลายที่จะเป็นอุปสรรคต่อการเข้ากันได้ของวัตถุดิบ จึงได้เลือกใช้วัตถุดิบที่เป็นสารเสริมสภาพดังกล่าวร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ประเภทมูลสัตว์ วัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือในสภาพปุ๋ยหมัก โดยได้เลือกปุ๋ยอินทรีย์ที่มีสัดส่วนธาตุอาหารสูงๆมาผสม ให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์ประเภทคุณภาพสูง ตลอดจนการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นตัวปรับสมดุล

ธาตุอาหาร เลือกใช้วัตถุดิบที่มีความเหมาะสมทั้งทางเคมีและกายภาพ เป็นทางเลือกให้เกษตรกรหรือผู้ประกอบการนำไปใช้ได้จริง อนึ่งการใช้ปุ๋ยอินทรีย์น้ำประเภทปุ๋ยน้ำหมัก Bio Extract และ Compost tea ที่เป็นผลจากการย่อยสลายจนได้สาร Metabolite (ฮอร์โมน วิตามิน สารปฏิชีวนะและอื่นๆ) ตลอดจนธาตุอาหารต่างๆที่สามารถนำไปใช้ในปรับสภาพดินและบำรุงการเจริญเติบโตของแก่พืชได้อย่างยั่งยืนและสามารถปรับแต่งธาตุอาหารให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับชนิดดินและพืชได้ จึงได้ดำเนินการวิจัยโครงการผลิตปุ๋ยหมักที่มีคุณภาพสูงและได้มาตรฐานและปุ๋ยหมักที่มีจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ ประกอบกับปัจจุบันเรามุ่งเน้นให้ได้ผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่สูง ทำให้มีการใช้ปัจจัยการผลิตในปริมาณมากทั้งปุ๋ยเคมี สารปรับปรุงดิน สารเคมีกำจัดแมลงและวัชพืช ซึ่งการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชต่างๆ นั้น ส่งผลกระทบต่อคุณภาพดิน ทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพของดิน และส่งผลต่อเนื่องทำให้ผลิตภาพของดินลดลง ส่งเหล่านี้จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อจุลินทรีย์ในดินซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งต่อผลิตภาพของดิน การศึกษาจุลินทรีย์ในดินโดยมุ่งเน้นไปที่โครงสร้างประชากรจุลินทรีย์ในดินที่ปลูกพืชต่างชนิดกัน หรือชุดดินที่แตกต่างกัน หรือการศึกษาเพื่อหากลุ่มจุลินทรีย์ที่จะมาช่วยลดสารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตซึ่งมีตกค้างอย่างมากในประเทศไทย รวมถึงกิจกรรมจุลินทรีย์ในดินเพื่อย่อยสลายเศษวัสดุพืชในไร่นา หรือกิจกรรมจุลินทรีย์ที่ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์เพื่อใช้ในการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอกที่ใส่ลงไปเพื่อเพิ่มผลผลิตนั้นเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะฟื้นฟูและเพิ่มผลิตภาพของดินอย่างยั่งยืน

ระบียบวิธีการวิจัย

กิจกรรมที่ 1

1.1 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการผลิตสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ไปใช้ประโยชน์ในรูปสารสกัดเซลล์ โดยดำเนินการคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่าย การคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถสร้างโปรตีนและมวลชีวภาพสูง การศึกษาวิธีการสกัดสารละลายเซลล์แซบและการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีบางประการ การศึกษาผลการใช้สารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม และวิธีการเก็บรักษาสารสกัดที่มีประสิทธิภาพ

1.2 การวิจัยพัฒนาปรับปรุงสายพันธุ์พีจีพีอาร์ที่มีประสิทธิภาพสูงการคัดเลือกวัสดุพาที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่ปราศจากการปนเปื้อนอื่นๆการวิจัยพัฒนาเทคนิคการฆ่าเชื้อปนเปื้อนในวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์การศึกษาการมีชีวิตรอดของพีจีพีอาร์ในวัสดุพาปลอดเชื้ออื่นๆการวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ปลอดเชื้อปนเปื้อนเชื้ออื่นเชิงอุตสาหกรรม

1.3 การคัดเลือกสายพันธุ์ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าที่สร้างสปอร์อยู่ในรากพืชเป็นปริมาณมากศึกษาวิธีการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่าเป็นแบบเม็ดลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่น

1.4 การทดสอบประสิทธิภาพและคัดเลือกจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตในห้องปฏิบัติการ

1.5 การศึกษาประสิทธิภาพในการเข้าครอบครองรากของเชื้อจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่

คัดเลือกไว้ศึกษาวิธีการผลิตจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตให้อยู่ในรูปแบบปุ๋ยชีวภาพการจำแนก genus และ species ของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

1.6 เพิ่มปริมาณแหนแดงเพื่อการผลิตวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และกายภาพ ของแหนแดงเพื่อใช้เป็นวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพ

1.7 การศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของแหนแดงที่ใช้เป็นวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตและการศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของแหนแดงที่ใช้เป็นวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

กิจกรรมที่ 2 วิธีการวิจัยประกอบด้วย 6 ประเด็นหลัก คือ

1 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

2 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์

3 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

4 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่า

5 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

6 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพละลายโพแทสเซียม

กิจกรรมที่ 3 วิธีการวิจัยประกอบด้วย 3 ประเด็นหลัก คือ

1 การศึกษาและวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก

2 การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพโดยการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์

3 ศึกษาความเข้ากันได้ของวัตถุดิบและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็ง และของเหลว การปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็ง และศึกษาประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็ง และของเหลว

กิจกรรมที่ 4 วิธีการวิจัยประกอบด้วย 2 ประเด็นหลัก คือ

1. การจัดการดินทางชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตของดิน

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1.1 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการผลิตสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ไปใช้ประโยชน์ในรูปสารสกัดเซลล์

สามารถคัดเลือกสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่สามารถสร้างโปรตีนและน้ำหนักแห้งได้ดีจำนวน 4 สกุล ได้แก่สกุล *Anabaena, Calothrix, Hapalosiphon*และ *Nostoc*โดยมีปริมาณโปรตีน และน้ำหนักแห้งอยู่ระหว่าง 200.5-298.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และ 0.80-1.00 กรัมต่อลิตร ตามลำดับและสายพันธุ์ที่สร้างโปรตีนและน้ำหนักแห้งได้สูงสุดมีจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ *Anabaena cylindrica* DASH N01101 และ *Hapalosiphon* sp. DASH N05101 และเมื่อนำสาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์มาทดสอบหาวิธีการสกัดสารละลายเซลล์แซบที่เหมาะสม พบว่า วิธีการสกัดเย็นทำให้ได้ปริมาณธาตุอาหาร และปริมาณกรดอะมิโนสูงกว่าวิธีการ

สกัดร้อนซึ่งปริมาณโปรตีนที่ตรวจพบดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบในทะเลซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.1-0.3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (Azra and Pirzada, 2004) และสายพันธุ์ที่สามารถสร้างโปรตีนและน้ำหนักแห้งได้สูงสุดมีจำนวน 2 สายพันธุ์ คือ *Anabaena cylindrica* DASH N01101 และ *Hapalosiphon* sp. DASH N05101 ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะมิโน ที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัดเซลล์ของสาหร่าย 2 สายพันธุ์ พบว่าวิธีการสกัดเย็นทำให้ได้ปริมาณกรดอะมิโนในรูป Total amino และ free amino มากกว่าวิธีการสกัดร้อน โดยปริมาณกรดอะมิโนที่วิเคราะห์ได้ให้ผลไปในทางเดียวกันในสาหร่ายทั้งสองสายพันธุ์ (*Hapalosiphon* sp.DASH N05101 และ *Anabaena cylindrica* DASH N01101) ซึ่งปริมาณกรดอะมิโนที่สกัดได้จากเซลล์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินนั้น พบว่ามีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับสารสกัดเซลล์ของสาหร่ายสีเขียว *Chlorella vulgaris* (Shaaban *et al.,* 2001)ส่วนผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ในสารสกัดเซลล์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินนั้น พบว่า วิธีการสกัดเย็นและวิธีการสกัดร้อนทำให้ได้ปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ใกล้เคียงกัน แต่ถ้าเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารในสารสกัดสาหร่ายสีเขียว*Chlorella vulgaris*(Shaaban *et al.,* 2001) พบว่ามีน้อยกว่า และน้อยกว่าสารสกัดสาหร่ายทะเล *Sargassum wightii* (Sivasankari *et al*., 2006; Zodape *et al.,* 2009)และเมื่อคัดเลือกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสายพันธุ์*Hapalosiphon* sp. DASH N05101 ไปใช้ผลิตสารสกัดเซลล์สาหร่ายเพื่อใช้ในการทดสอบการส่งเสริมการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกาดหอม ผลการทดลองในสภาพกระถาง เมื่อปลูกผักกาดหอมในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายระดับความเข้มข้นต่างๆ อย่างเดียว สัปดาห์ละ 2 ครั้ง พบว่าสารสกัดสาหร่ายที่ระดับความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์สามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มปริมาณไนโตรเจนให้แก่ผักกาดหอมได้สูงที่สุดส่วนผลการทดลองในสภาพแปลงทดลอง พบว่าการใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่ความเข้มข้น 5 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ฉีดพ่นร่วมกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม อัตรา 75 เปอร์เซ็นต์ของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน มีผลทำให้ผักกาดหอมเจริญเติบโตและมีผลผลิตเทียบเท่ากับการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดินปกติหรือสามารถลดการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ได้ 25 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองดังกล่าวให้ผลไปในทางเดียวกันกับการทดลองในสภาพกระถาง และให้ผลสอดคล้องไปในทางเดียวกันกับ Shaaban (2001) ที่รายงานผลการฉีดพ่นสารสกัดเซลล์สาหร่ายสีเขียว(chlorella extract) ร่วมกับการใช้ปุ๋ยทางดินกับข้าวสาลี พบว่าที่ความเข้มข้นของสารสกัด 50 เปอร์เซ็นต์ (ปริมาตรต่อปริมาตรสารสกัดเซลล์เข้มข้นในน้ำ)ทำให้ข้าวสาลีมีน้ำหนักแห้งของต้นเพิ่มขึ้นจากการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าอย่างเดียว ถึง 81.41 เปอร์เซ็นต์ในด้านผลการเก็บรักษาสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีประสิทธิภาพ นั้น พบว่า วิธีการเก็บรักษาโดยใช้สารเคมีโซเดียมเบนโซเอทร่วมกับการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดโดยสามารถรักษาปริมาณกรดอะมิโนรวม และปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ให้คงสภาพอยู่และมีปริมาณใกล้เคียงกันกับปริมาณของสารสกัดสาหร่ายฯ ที่ระยะเวลาตั้งต้น โดยสามารถเก็บรักษาได้นาน 7 วัน

1.2 การวิจัยและพัฒนาวิธีการผลิตปุ๋ยชีวภาพผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพละลายโพแทสเซียม

ผลการแยกบริสุทธิ์แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมจากดินในประเทศไทย ศึกษาลักษณะโคโลนี รูปร่างเซลล์และการติดสีแกรม พบว่า ไอโซเลทของแบคทีเรียมีลักษณะโคโลนีสีขาวขุ่น สีเหลืองอ่อนและสีเหลือง รูปร่างเซลล์เป็นท่อน มีทั้งชนิดติดสีแกรมบวกและแกรมลบทำการสุ่มเลือกจำนวน 30 ไอโซเลทเพื่อทดสอบความเหมาะสมกับชนิดของแหล่งโพแทสเซียมวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำ 30 กรรมวิธี ใช้ไอโซเลทแทนกรรมวิธีการทดลองแบ่งเป็น 4 ชุด โดยชนิดของแหล่งโพแทสเซียมแทนชุดการทดลอง ได้แก่ แร่เฟลด์สปาร์ขนาด -40 แร่ไมกาขนาด -40 แร่ไมกาขนาด +40 และใช้ K_2HPO_4เป็นกรรมวิธีเปรียบเทียบพบว่าแต่ละไอโซเลทมีความสามารถในการเจริญโดยใช้แหล่งโพแทสเซียมชนิดเดียวกันแตกต่างกันทางสถิติและไอโซเลทเดียวกันก็มีความสามารถในการใช้แหล่งโพแทสเซียมต่างชนิดในการเจริญที่แตกต่างกัน ยกเว้น ไอโซเลท K01026 K02017 K05080 K05082 K06008 และ*Bacillus circulans*ที่ใช้แหล่งโพแทสเซียมได้ไม่แตกต่างกัน ไอโซเลท K01026 K02004 และ K06009 เจริญเพิ่มจำนวนได้สูงให้ค่า log number ระหว่าง 8.505-8.614 CFUต่อมิลลิลิตร (10 เท่า) เมื่อใช้แร่เฟลด์สปาร์ขนาด -40 เป็นแหล่งโพแทสเซียมบางไอโซเลทสามารถใช้แร่ไมกาขนาด -40ได้ เช่น ไอโซเลท K01026 K02001 K02004 K06005 K06008 และ K06009 เพิ่มจำนวนได้ค่า log number ระหว่าง 8.430-8.618 CFUต่อมิลลิลิตร ไอโซเลท K02004 ใช้แหล่งโพแทสเซียมจากแร่ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ได้ดีกว่าการใช้K_2HPO_4และไอโซเลท K01026 มีความเหมาะสมกับแหล่งโพแทสเซียมทุกชนิดที่ทดสอบให้ค่า log number มากกว่า 8.515 CFUต่อมิลลิลิตร

ส่วนใหญ่แบคทีเรียมีโคโลนีสีเหลืองซึ่งสันนิษฐานได้ว่าแบคทีเรียกลุ่มนี้ผลิตสารออกฤทธิ์เป็นกรดในการย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์เพื่อให้ได้โพแทสเซียมและนำมาใช้ในการเจริญ (Mueller, 1996; Styriakova and Styriak, 2002) ส่วนไอโซเลทกลุ่มที่ 5 ซึ่งเกิดโคโลนีสีขาวนั้นบอกเป็นนัยว่าใช้กลไกที่สำคัญในการย่อยสลายแร่เฟลด์สปาร์แตกต่างจากแบคทีเรียกลุ่มแรก เช่น สร้างสารอินทรีย์ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารคีเลตไอออนของโพแทสเซียมเพื่อให้อยู่ในรูปที่ละลายได้ ดังเช่น ผลงานวิจัยของ Vandevivere et al. (1994) ที่รายงานการใช้แบคทีเรีย 17 ไอโซเลทและทดสอบความสามารถในการละลายแร่ซิลิเกตแบคทีเรียที่สามารถละลายซิลิกอนออกมาจากแร่ซิลิเกตได้คือไอโซเลทที่ผลิต gluconate เป็นต้นการทดลองนี้ได้ผลทำนองเดียวกับผลงานวิจัยของ Sugumaran and Janarthanam (2007) ที่พบว่า *Bacillus mucilaginosus* MCRCp1 มีความสามารถในการละลายแร่ที่มีโพแทสเซียมเป็นองค์ประกอบได้ไม่เท่ากัน กล่าวคือ สามารถละลายโพแทสเซียมจาก muscovite mica ได้ 42.29 มิลลิกรัมต่อลิตร microcline mineral ได้ 1.26 มิลลิกรัมต่อลิตร และ orthoclase ได้เพียง 0.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ปรากฏชัดเจนว่าไอโซเลท K02004 ใช้แหล่งโพแทสเซียมจากแร่ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ได้ดีกว่าการใช้K_2HPO_4และไอโซเลท K01026 มีความเหมาะสมกับแหล่งโพแทสเซียมทุกชนิดที่ทดสอบให้ค่า log number มากกว่า 8.515 CFUต่อมิลลิลิตร

1.3 การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์แบบใหม่ที่ปราศจากเชื้อปนเปื้อน

การวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์แบบใหม่ที่ปราศจากเชื้อปนเปื้อน ได้ดำเนินการโดยการพัฒนาสายพันธุ์เชื้อแบคทีเรียฉายรังสี หาสูตรวัสดุพาที่เหมาะสม หาวิธีการฆ่าเชื้อโดยการฉายรังษี ศึกษาการอยู่รอดของเชื้อแบคทีเรียในปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาปลอดเชื้อ และการผลิตในเชิงอุตสาหกรรม

ผลการทดลองพบว่า ได้วิธีการฉายรังสีด้วยอิเลคตรอนบีม ที่ 120-150 Gy ซึ่งทำให้เชื้อสกุล Azospirillum สามารถลดปริมาณเชื้อลง 1 log (D10) และคัดเลือกเชื้อบางสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนเพิ่มขึ้นจากเชื้อเดิม ส่วนในการทดลองหาสูตรวัสดุที่เหมาะสมในการใช้เป็นวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ พบว่า ปุ๋ยหมักเปลือกไม้บดละเอียดผสมดินเหนียวชุดองครักษ์เป็นวัสดุพาที่เหมาะสมสำหรับผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์มากที่สุดเนื่องจากปุ๋ยหมักมีสภาพเป็นด่าง เมื่อใช้ดินเหนียวชุดองค์รักษ์ซึ่งเป็นกรดจัดเพราะมีซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบมาก ทำให้วัสดุพาสูตรใหม่มีสภาพเป็นกลางทำให้มีความเหมาะสมสำหรับเป็นวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ ซึ่งเชื้อที่เป็นองค์ประกอบชอบสภาพปฏิกริยา กรด-ด่าง ประมาณ 6-7.5 การฆ่าเชื้อปนเปื้อนในวัสดุพาพบว่าการฉายรังสีแกมม่า 25 KGy จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อปนเปื้อนเกือบทั้งหมด ให้ผลเทียบเท่ากับการนึ่งฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียส 60 นาที แต่อย่างไรก็ตามการอยู่รอดของเชื้อ *Azospirillum brasilense* TS29 และ *Burkholderia vietnamensis* S45 สามารถอยู่รอดได้ดีกว่าในวัสดุพา นึ่งฆ่าเชื้อ และไม่นึ่งฆ่าเชื้อ ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง แต่อย่างไรก็ตามการเก็บที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ก็จะยิ่งทำให้เชื้อสามารถอยู่รอดได้นานขึ้นถึง 1 ปี ผลการศึกษาการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมพบว่าการขยายหัวเชื้อในถังเพาะเลี้ยงขนาด 200 ลิตร ใส่อาหารเลี้ยงเชื้อ 100 ลิตร ใช้หัวเชื้อ 6 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ปริมาณเชื้อ *Azospirillum brasilense* TS29 และ *Burkholderia vietnamensis* S45 สูงถึง 10^9และ10^8ตามลำดับ และสามารถมีชีวิตรอดได้ในสภาพการเก็บรักษาในที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และในวัสดุพาฆ่าเชื้อโดยการฉายรังษี ได้นาน ถึง 1 ปี ผลการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่ผลิตเชิงอุตสาหกรรมในแปลงทดลอง ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ปลอดเชื้อปนเปื้อนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว โดยดำเนินการในดินร่วนทราย ในแปลงทดลอง ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ในฤดูนาปรัง ปี พ.ศ. 2558 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 10 กรรมวิธี 4 ซ้ำ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยอัตรา 1 เท่าของอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน (18-0-6 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$ ต่อไร่) กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำฯ(9-0-6 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 0.5 เท่า(9-0-6 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)+ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาไม่ฆ่าเชื้อกรรมวิธีที่ 5 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 0.5 เท่า(9-0-6 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)+ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาไม่ฆ่าเชื้อ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสกรรมวิธีที่ 6 ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน อัตรา 0.5 เท่า(9-0-6 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)+ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาที่ปลอดเชื้ออื่นด้วยการฉายรังสี 25 KGy เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสกรรมวิธีที่ 7 ใส่ปุ๋ยอัตรา 0.75 เท่า(13.5-0-4.5 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$) กรรมวิธีที่ 8 ใส่ปุ๋ยอัตรา 0.75 เท่า(13.5-0-4.5 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$) +ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาไม่ฆ่าเชื้อ กรรมวิธีที่ 9 ใส่ปุ๋ยปุ๋ยอัตรา 0.75 เท่า(13.5-0-4.5 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)+ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาไม่ฆ่าเชื้อ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส กรรมวิธีที่ 10 ใส่ปุ๋ยอัตรา 0.75 เท่า(13.5-0-4.5 $N\text{-}P_2O_5\text{-}K_2O$)+ใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาที่ปลอดเชื้ออื่นด้วยการฉายรังสี 25 KGy. เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยดำเนินการปลูกข้าวแบบนาหว่านน้ำตม ใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ โดยใช้ข้าวพันธุ์ปทุมธานี 1 กรรมวิธีที่คลุกปุ๋ยชีวภาพดำเนินการคลุกเมล็ดข้าวกับปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่ผลิตและเก็บรักษาไว้ 30 วันโดยใช้อัตรา 500 กรัมต่อเมลดพันธุ์ข้าว 15 กิโลกรัม ก่อนหว่านให้กระจาย

ทั่วทั้งแปลงทดลอง เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตเมื่อข้าวอายุ 120 วัน ผลการทดลองพบว่า การใช้ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์รูปแบบต่างๆร่วมกับปุ๋ยเคมีทุกอัตรา ไม่มีผลทำให้ ความสูง การแตกกอ และองค์ประกอบผลผลิตของข้าวมีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีผลทำให้ผลผลิตตอซังและผลิตเมล็ดมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมี 0.75 เท่าและใส่ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาที่ปลอดเชื้ออื่นด้วยการฉายรังสี 25 KGy และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้ผลผลิตตอซังข้าวและผลผลิตเมล็ดสูงสุด 697 และ 746 กก./ไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) ชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ในวัสดุพาที่ปลอดเชื้ออื่นด้วยการฉายรังสี 25 KGy และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีประสิทธิภาพในการลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าวได้ร้อยละ 25 ดีกว่าปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ข้าวเดิมในวัสดุพาไม่ฆ่าเชื้อ ทำให้ได้วิธีการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ข้าวสูตรใหม่ 1 สูตร ซึ่งประกอบด้วย เชื้อสายพันธุ์ไทย 2 สกุล คือ *Azospirillumbrasilense*. TS29 และ *Burkholderia vietnarmensis* S44 ในวัสดุพาปลอดเชื้ออื่นด้วยการฉายรังสี 25 KGy และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

1.4 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโคไรซ่า แบบลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่น

วิธีการผลิตราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าเป็นแบบเม็ดลดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์อื่นเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพรูปแบบใหม่ คือแบบเม็ดซึ่งผลิตด้วยวิธีการตรึงเซลล์ และใช้ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า สกุล *Glomus intraradices*ที่อยู่ในชิ่นรากพืชเป็นหัวเชื้อ จากนั้นนำอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ดมาวัดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนบนอาหาร Potato dextrose agar และบนอาหาร Nutrient agar ด้วยวิธี plate count เปรียบเทียบกับการผลิตปุ๋ยชีวภาพในรูปแบบเดิม (แบบผง) พบว่าชิ้นรากพืชที่ใช้เป็นหัวเชื้อปริมาตร 20 กรัม สามารถผลิตอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ดได้น้ำหนักรวม 125 กรัม เม็ดเจลที่ได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 5.0 มิลลิเมตรจากการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในดินพบว่าดินที่ใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์แบบผงมีการปนเปื้อนเชื้อราบนอาหาร Potato dextrose agar โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.6×10^{5}CFU ต่อกรัม และจำนานแบคทีเรียบนอาหาร Nutrient agar โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 5.5×10^{5}CFU ต่อกรัมส่วนผลิตภัณฑ์แบบเม็ดพบมีการปนเปื้อนเชื้อราบนอาหาร Potato dextrose agar โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 4.76×10^{3}CFU ต่อกรัมและจำนานแบคทีเรียบนอาหาร Nutrient agar โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 5.1×10^{3} CFU ต่อกรัมการผลิตแบบเมล็ดจึงลดการปนเปื้อนของเชื้ออื่นได้มากกว่าแบบผงเดิม Entrapment เป็นวิธีที่สามารถใช้ตรึงเซลล์ได้ดี และเป็นวิธีที่ใช้อย่างกว้างขวางกับเซลล์จุลินทรีย์ (Shuler and Kargi, 2002) โดยเซลล์จะเข้าไปอยู่ในโครงร่างตาข่ายของแอลจิเนต ซึ่งเป็นการเกิดเจลแบบไอโอโทรปิก (ionotropic gel) ของโมเลกุลแอลจิเนต กับ multivalent cation (Fukuda,1995) จากการทดลองการตรึงเซลล์เพื่อผลิตอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ด พบว่า ชิ้นรากพืชที่ใช้เป็นหัวเชื้อปริมาตร 20 กรัม สามารถผลิตอาบัสคูลาไมโคไรซ่าแบบเม็ดได้น้ำหนักรวม 125 กรัม เม็ดเจลที่ได้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 5.7 มิลลิเมตร

จากการตรวจสอบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในดินด้วยวิธี plate count พบว่าดินที่จะใช้ผลิตภัณฑ์แบบผงมีการปนเปื้อนเชื้อราที่เลี้ยงบน Potato Dextrose Agar โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 3.6×10^{5}CFUต่อกรัมและจำนวนแบคทีเรียที่เลี้ยงบน Nutrient agar เท่ากับ 5.5×10^{5}CFUต่อกรัมส่วนผลิตภัณฑ์แบบเม็ดพบมีการปนเปื้อนเชื้อราที่เลี้ยงบน Potato Dextrose Agar โดยรวมเฉลี่ยเท่ากับ 4.76×10^{3}CFUต่อกรัมและจำนวนแบคทีเรียที่เลี้ยงบน Nutrient agar เท่ากับ5.1×10^{3} CFUต่อกรัมขบวนการผลิตแบบผงมีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์มากกว่าการผลิตแบบเม็ด เนื่องจากการผลิตแบบผง จะใช้ดินที่ขยายโดยใช้พืชอาศัยนี้เป็นหัวเชื้อ ถึงแม้ดินนี้ก่อนนำมาขยายเชื้อจะมีการทำให้ปลอดเชื้อแล้วก็ตาม แต่การปนเปื้อนของจุลินทรีย์อาจจะปนเปื้อนมากับน้ำ และอากาศ ช่วงระหว่างที่ขยายในพืชอาศัยดังนั้นการผลิตแบบเม็ดจึงมีปริมาณการปนเปื้อนน้อยกว่าซึ่งเป็นผลมาจากที่มีการทำความสะอาด และการล้างฆ่าเชื้อของชิ้นรากที่จะนำมาใช้ผลิตหัวเชื้อ อีกทั้งขบวนการผลิตยังดำเนินการในที่ปลอดเชื้อ

1.5 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตรูปแบบเชื้อผสม

การวิจัยและพัฒนาเทคโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตรูปแบบเชื้อผสม เพื่อให้ได้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต จึงทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์จากตัวอย่างดินและรากพืช จำนวน 150 ตัวอย่าง ได้จุลินทรีย์ที่สามารถละลายตะกอน$CaHPO_4$228 ไอโซเลทคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพละลาย $CaHPO_4$ ที่ระดับ 5 (วงใสมากกว่า 9 มิลลิเมตร) ได้ 9 ไอโซเลท ผลการจำแนกเบื้องต้น พบว่าเป็นแบคทีเรียสกุล*Bacillus* sp. *Pseudomonads* sp. ราสกุล*Penicillium* sp. *Trichoderma* sp. และ *Aspergillus* sp.ผลการศึกษาการเข้าครอบครองราก ของเชื้อ *Pantoea dispersa*PSB0012สายพันธุ์ที่ทนสารปฏิชีวนะ โดยใช้สารปฏิชีวนะไรแฟมพิซิน 350 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรด้วยวิธีsand soil method ด้วยการเพาะเมล็ดข้าวโพดและท่อนพันธุ์อ้อย พบว่าปริมาณเชื้อต่อเมล็ดข้าวโพดมีค่าเฉลี่ย 1.41×10^{6} เซลล์ต่อเมล็ด ปริมาณเชื้อที่รากข้าวโพดมีค่าเฉลี่ย1.48×10^{4} เซลล์ต่อกรัมของราก และที่รากอ้อยเฉลี่ย 1.04×10^{4} เซลล์ต่อกรัมของราก และประสิทธิภาพในการละลายฟอสฟเฟตคงเดิมการศึกษาวิธีการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตรูปแบบผสม โดยใช้แบคทีเรีย 2ไอโซเลท คือ RPS 0081B และ RPS 0034B ซึ่งไม่เป็นปฏิปักษ์กัน พบว่า nutrient broth บ่ม7 วัน เป็นอาหารที่ทำให้มีปริมาณเซลล์สูงที่สุด การศึกษาเพื่อหาวัสดุพาที่เหมาะสมในการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต โดยใช้ปุ๋ยหมักมูลวัวบดละเอียดและซีโอไลท์เป็นวัสดุพา และอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษา โดยเปรียบเทียบการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง พบว่า การเก็บที่อุณหภูมิห้องเชื้ออยู่รอดได้แค่ 60 วันก็ต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำกรมวิชาการเกษตร ขณะที่การเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บรักษาให้เชื้ออยู่รอดสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำได้ถึง 150ผลการทดสอบประสิทธิภาพปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตรูปแบบเชื้อผสมกับข้าวโพด ในกระถางทดลอง ในชุดดินสตึกที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พบว่าการใช้ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตรูปแบบเชื้อผสมทำให้ข้าวโพดมีความสูงและผลผลิตฝักสูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

ผลจากการทดลองนี้จึงทำให้ได้ เชื้อพันธุ์จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตที่มีประสิทธิภาพ วิธีการผลิตและเก็บรักษาปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตแบบเชื้อผสมและผลการใช้ในการผลิตพืช 1 เทคโนโลยี

1.6 **การศึกษาวิจัยและพัฒนาวัสดุพาจากแหนแดงสำหรับผลิตปุ๋ยชีวภาพ**

ผลการทดลองเพิ่มปริมาณแหนแดงเพื่อการผลิตวัสดุพาสำหรับการผลิตปุ๋ยชีวภาพในบ่อทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร เพื่อหาอัตราที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณแหนแดง โดยใช้แหนแดงในอัตราเริ่มต้น 100 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ และเก็บเกี่ยวเมื่อแหนเต็มบ่อทดลอง พบว่าเมื่อใช้แหนแดงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ มีแนวโน้มให้ผลผลิตแหนแดงสดสูงที่สุดในแต่ละครั้งที่เก็บเกี่ยว และสามารถเก็บเกี่ยวได้ 6 ครั้งภายในระยะเวลา 3 เดือนคือ 2,046 2,016 2,076 2,154 2,003 และ 2,130 กรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ในขณะที่การใช้แหนแดงอัตรา 200 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ เก็บเกี่ยวได้ 5 และ 4 ครั้ง ในระยะเวลา 3 เดือน ตามลำดับและเมื่อทดลองเก็บเกี่ยวแหนแดงในระยะเวลาทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยใส่แหนแดงในอัตราเริ่มต้น คือ 100 200 และ 300 กิโลกรัมต่อไร่ จำนวน 6 ครั้งหลังเก็บเกี่ยวแหนแดงในบ่อทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซ็นติเมตร พบว่า การใส่แหนแดงอัตรา 300 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวมสูงที่สุด คือ 12,907 กรัมต่อตารางเมตร รองลงมาได้แก่ อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวม 9,029 กรัมต่อตารางเมตร ส่วนการใส่แหนแดงอัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้น้ำหนักรวมเท่ากับ 5,375กรัมต่อตารางเมตร

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และสมบัติทางกายภาพของแหนแดง เพื่อใช้เป็นวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพแหนแดง พบว่า แหนแดง (*Azolla microphylla* Kaulf.) ที่ใช้ในการศึกษามีปริมาณ ไนโตรเจนทั้งหมด 4.62เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.65 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 5.27 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ แคลเซียมทั้งหมด 2.54 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด 0.37 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเหล็กทั้งหมด 0.18 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ แมงกานีสทั้งหมด 0.17 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณทองแดงทั้งหมด 15.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสังกะสีทั้งหมด 66.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อวิเคราะห์กรดอะมิโน พบว่าแหนแดงมีปริมาณกรดอะมิโนที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สูง เช่น ปริมาณ Aspartic acid,Glycine,Threonine, Glutamic acid, Proline, Methionine, Lysine, Arginine และ Tryptophan 1,931, 1,043, 989, 2,886, 951, 329, 1,023, 1,149 และ 266 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัมน้ำหนัก ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของแหนแดง (A) และวัสดุพาชนิดอื่น ซึ่งได้แก่ ปุ๋ยหมักมูลวัว (C) และ ซีโอไลท์ (Z)ประกอบด้วยความสามารถซึมได้ของน้ำในวัสดุพา (Permeability) พร้อมการจัดชั้น (Class) และ ความหนาแน่นรวม (Bulk Density) พบว่าแหนแดงมีความสามารถซึมได้ของน้ำต่ำกว่าปุ๋ยหมักมูลวัว และ ซีโอไลท์ ส่วนชั้นความสามารถซึมได้ของน้ำในวัสดุพา พบว่า แหนแดงมีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ต่ำ ส่วนปุ๋ยหมักมูลวัว และ Zeolite มีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง และเมื่อนำวัสดุพาทั้ง 3 ชนิด มาผสมกัน ดังนี้ 1. A:C:Z (1:1:1)2. A:C:Z (2:1:1)3. A:C:Z (3:1:1)4. A:C (1:1)5. A:Z (1:1)6. C:Z (1:1)7. A:Z (2:1)พบว่า มีคุณสมบัติในการให้น้ำซึมผ่านได้ปานกลาง และเมื่อนำแหนแดงไปผสมกับวัสดุพาทั้งสองชนิดทำให้วัสดุพามีความสามารถซึมได้ของน้ำสูงขึ้นทั้งปุ๋ยหมักมูลวัว และซีโอไลท์

เมื่อนำแหนแดงมาใช้เป็นวัสดุพาในการผลิตปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต โดยทดลองใช้แหนแดงแห้งร่วมกับปุ๋ยหมักมูลโค โดยผสมแหนแดงแห้งผสมกับปุ๋ยหมักมูลโคสัดส่วน 1:3 และ 1:5 ตามลำดับ พบว่าวัสดุพา

แหนแดงสามารถทำให้จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตมีปริมาณสูงกว่าเกณฑ์ปริมาณจุลินทรีย์รับรองของ พรบ. ปุ๋ยชีวภาพ ตามที่พรบ.ปุ๋ย(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550ซึ่งกำหนดให้ปริมาณแบคทีเรียละลายฟอสเฟตในวัสดุพาไม่น้อยกว่า $1.0x10^8$ CFUต่อกรัม โดยในวัสดุพาแหนแดงมีปริมาณ จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต $1.6x10^8$ CFUต่อกรัม ที่ 180 วันหลังการบ่ม และในการบ่มจุลินทรีย์ในวัสดุพาแหนแดงมีแนวโน้มทำให้ปริมาณสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ 30 วันหลังการเก็บรักษา โดยมีปริมาณเพิ่มสูงถึง $1.3x10^{11}$ CFUต่อกรัม ถึงแม้เก็บรักษาไว้นาน 90 วัน ปริมาณจุลินทรีย์ก็ยังสูง คือ $1.1x10^{10}$CFUต่อกรัม ในขณะที่วัสดุพาชนิดอื่น คือ ปุ๋ยหมักมูลโค และแหนแดงผสมปุ๋ยหมักมูลโคอัตรา 1:3 และ 1:5 มีปริมาณจุลินทรีย์ที่มีแนวโน้มลดลง และลดต่ำกว่า 1 $x10^8$ CFUต่อกรัม เมื่อระยะเวลาผ่านไป 180 วัน ซึ่งการใช้แหนแดงเป็นวัสดุพานั้นมีแนวโน้มที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อทดแทนพีทได้ดี

สำหรับการศึกษาการใช้แหนแดงเป็นวัสดุพาเพื่อใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม โดยทดลองใช้แหนแดงแห้ง ปุ๋ยหมักมูลโค แหนแดงแห้งผสมกับปุ๋ยหมักมูลโคสัดส่วน 1:3 1:5 1:10 1:25 และ 1:50 ตามลำดับ พบว่าวัสดุพาแหนแดงสามารถทำให้เชื้อไรโซเบียมมีปริมาณตามระยะเวลาที่พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งกำหนดไว้ที่ 1 $x10^6$CFUต่อกรัม โดยในวัสดุพาแหนแดงร่วมกับปุ๋ยหมักมูลโคสัดส่วนตั้งแต่ 1:5 1:10 และ 1:25มีปริมาณเชื้อไรโซเบียมสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ1 $x10^6$CFUต่อกรัม ที่ 180 วันหลังการบ่มและยังคงปริมาณเชื้อไว้ได้ถึง 270 วัน

กิจกรรมที่ 2การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพของประเทศไทย

1 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

การศึกษา diluents ที่เหมาะสมในการเจือจางปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ประกอบไปด้วยเชื้อไรโซเบียมสกุล *Bradyrhizobium* spp. เป็นไรโซเบียมชนิดโตช้า ประกอบด้วยกรรมวิธีใช้น้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำ 10 ซ้ำ ผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำกลั่นฆ่าเชื้อและการใช้น้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ เป็น diluents สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณไรโซเบียมในปุ๋ยชีวภาพ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จากการนับปริมาณไรโซเบียม มีปริมาณเท่ากันในทั้งสองกรรมวิธี และให้ผลที่เที่ยงตรงและแม่นยำทั้งสองกรรมวิธี ดังนั้น การนับปริมาณไรโซเบียมชนิดที่โตช้าของห้องปฏิบัติการไรโซเบียม สามารถใช้ diluents ทั้งสองชนิดนี้ได้

การจำแนกโดยวิธีการหาลำดับเบสและวิเคราะห์ phylogenetic tree analysis ของยีน 16S rRNA จากผลการทดลองแสดงผลการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี Neighbor-joining โดยใช้โปรแกรมMEGA 5.0 พบว่า การจำแนกโดยวิธีการหาลำดับเบสและวิเคราะห์ phylogenetie ของยีน 16S rRNA ขนาด 850 basepair (bp) พบความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของเชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง พบว่าเชื้อไรโซเบียมไอโซเลท DASA 01011DAS 01013 และ DASA 01015 ที่เป็นเชื้อไรโซเบียมที่จำเพาะเจาะจงกับถั่วเหลือง มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับเชื้อไรโซเบียมไอโซเลท DASA 02009 DASA 02010 และ DASA 03183 ซึ่งเป็นไรโซเบียมที่จำเพาะเจาะจงกับถั่วเขียว และถั่วลิสง

ตามลำดับ และยังพบว่ามีความสัมพันธ์กับ DASA 19022 ซึ่งเป็นไรโซเบียมถั่วเหลืองฝักสด และมีลักษณะทางพันธุกรรมใกล้ชิดกับ *Bradyrhizobium japonium*และ *B. liaoningense*และ *Mesorhizobium* spp. ซึ่งเป็นสกุลที่ไม่ใช่สกุล*Bradyrhizobium*ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์ phylogenetie ของยีน 16S rRNA ที่ขนาด 1400 bp ต่อไปพบว่าเมื่อจำนวนนิวคลีโอไทด์เพิ่มขึ้นความสัมพันธุ์ระหว่างเชื้อไรโซเบียมถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วลิสง และถั่วเหลืองฝักสด มีความชัดเจนขึ้น โดยจะเห็นได้ว่า DASA 01011 DASA 01013 DASA 01015 DASA 02009 DASA 02010 DASA 03183 และ DASA 19019มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ *Bradyrhizobium liaoningeses* อย่างชัดเจนมากขึ้น

2 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์

การตรวจสอบแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนสกุล *Azotobacter* spp. และ *Beijerinckia* spp.ได้ diluents ที่เหมาะสมในการใช้เจือจาง สำหรับนับแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระ 2 สกุล ดังนี้สกุล *Azotobacter* spp. สารละลายแร่ธาตุอาหาร LG ทำให้การอยู่รอดของเชื้อสูงกว่าสายละลายชนิดอื่นๆ เช่นเดียวกับ *Beijerinckia*spp. ที่สารละลายแร่ธาตุอาหาร Bei ทำให้การอยู่รอดของเชื้อสูงกว่าสายละลายชนิดอื่นๆ ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการนับเชื้อแบคทีเรียตรึงไนโตรเจนอิสระสกุล *Azotobacter*และ *Beijerinckia*พบว่าให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 วิธี คือ วิธี Plant count, Drop plate และ MPN แต่มีแนวโน้มว่าวิธี plate count จะมีจำนวน cell ที่นับได้ต่ำกว่าวิธีอื่นๆ ได้ชนิดสารละลายเจือจางที่เหมาะสมกับ *Azospirillum* spp. 1 ชนิด คือ peptone 0.1% ได้ชนิดสารละลายเจือจางที่เหมาะสมกับ *Gluconacetobacter*spp. 1 ชนิด คือสารละลายแร่ธาตุ LGI ได้ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการนับพีจีพีอาร์สกุล *Gluconacetobacter*spp. พบว่า วิธี MPN ในอาหารกึ่งเหลวปราศจากไนโตรเจนให้ปริมาณสูงสุด ตามด้วย Drop LGI MPN plate count LGI และ Drop plate LGI ได้ชนิดสารละลายเจือจางที่เหมาะสมกับ *Burkholderia* spp. 1 ชนิด คือ SRSM-Mineral ได้วิธีการนับพีจีพีอาร์สกุล *Burkholderia* spp. ด้วยวิธี plate count Drop plate และ Drop plate-MPN ได้ชนิดสารละลายเจือจางที่เหมาะสมกับ *Herbaspirillum*spp. 1 ชนิด คือ JNFB-Mineral ได้วิธีการนับพีจีพีอาร์สกุล *Herbaspirillum* spp. ด้วยวิธี plate count, Drop plate และ Drop plate-MPN ได้สารละลายเจือเชื้อที่เหมาะสมกับเชื้อ *Curtobacterium*spp.คือสารละลาย JNFB-mineral และ สารละลาย peptone 0.1% ได้วิธีการนับเชื้อ *Curtobacterium*spp. ด้วยวิธี plate count drop plate MPN และ MPN semisolid

ได้ลำดับนิวคลีโอไทด์จากการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA ทำการเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลของ Genbank จากเวปไซต์ของ NCBI (http://www.ncbi.nlm.nih.gov) เลือก ที่ BLAST แล้วเลือกที่ Nucleotide BLAST (blastn) จากนั้นใส่ข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA ผลของการเปรียบเทียบลำดับนิวคลีโอไทด์จะแสดงตามลำดับความคล้ายคลึงกันจากมากไปหาน้อย ได้วิธีการจำแนกเชื้อ *Azotobacter* spp. *Beijerinckia* spp *Azospirillum* spp.*Gluconacetobacter*spp.*Burkholderia* spp.

*Herbaspirillum*spp.และ *Curtobacterium*spp. โดยใช้วิธี phylogenetic analysis โดยใช้ลำดับเบสบางส่วนของ 16S rDNA

3 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

ได้ตัวอย่างสายพันธุ์สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบริสุทธิ์ที่ทราบสกุลและรหัสอ้างอิงพร้อมนำไปทดสอบผลการเปรียบเทียบการใช้สารละลายเจือจาง 2 ชนิด คือ น้ำกลั่นและน้ำเกลือ 0.85 เปอร์เซ็นต์ นับปริมาณสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสายพันธุ์ *Anabaena siamensis* TISTR 8012*Nostoc* sp.,และ*Hapalosiphon welwitchii*TISTR โดยวิธี Dilution Plate ผลการทดลองพบว่าการใช้น้ำเกลือความเข้มข้น 0.85 %ในการทำสารละลายเจือจางในขั้นตอนการนับปริมาณนั้นทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้ง 3 สายพันธุ์มีปริมาณลดลง ได้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Calothrix*และ *Cylindrospermum*ที่จำแนกเชื้อโดยวิธีสัณฐานวิทยาและทราบรหัสอ้างอิงจากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยรวม 3 สายพันธุ์ คือ *Calothrix marchica* TISTR8016, *Calothrix weberi* TISTR8102 และ *Cylindrospermum* sp. TISTR8158 และทราบลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่าย 3 สายพันธุ์ได้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Hapalosiphon* sp.TISTR8284 และ *Stigonema* sp. TISTR8984 ที่จำแนกเชื้อโดยวิธีสัณฐานวิทยาจำแนกเชื้อโดยวิธีชีวโมเลกุลพบว่าสามารถเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอที่ยีน 16S rRNAได้ โดยใช้ไพร์เมอร์ 16S 27f, 1389r และผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่ได้มีขนาดประมาณ 1,350 bp เมื่อตรวจหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของ ยีน16S rRNA ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสายพันธุ์ *Hapalosiphon* sp. TISTR8284พบว่าตรงกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Fischerella muscicola* SAG 2027 โดยมีเปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 92% ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Stigonema* sp. TISTR8984 ให้ผลตรงกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Westiellopsis* sp. โดยมีเปอร์เซ็นต์ identity เท่ากับ 98%

4 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพอาบัสคูลาไมโครไรซ่า

ผลการศึกษาสารเจือจางในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพไมโครไรซ่าพบว่าจำนวนราอาบัสคูลาไมโครไรซ่าที่ประเมินได้ จากการใช้วัสดุเจือจางต่างชนิดกัน คือ ดินผสมทราย ดิน ทราย และเวอมิคูไลท์ ในการตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี MPN จำนวน 160 ตัวอย่าง ทำให้ได้ปริมาณราต่างกัน การใช้ดินผสมทรายเป็นตัวเจือจางทำให้ได้ปริมาณราสูงที่สุด รองลงมาคือ ดิน ทราย และเวอมิคูไลท์ 605 176 152 และ 152 ต่อกรัมตามลำดับ

วิธีการนับปริมาณจำนวนสปอร์ของราอาบัสคูลาไมโครไรซ่าที่ประเมินได้จากวิธี direct count จำนวน 16 ตัวอย่าง จากการใช้ตัวเจือจางต่างชนิดกัน คือ ดินผสมทราย ดิน ทราย และเวอมิคูไลท์ มีจำนวนสปอร์เท่ากับ 15 14 12 และ 2 สปอร์ต่อน้ำหนักดิน 1 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การประเมินปริมาณราอาบัสคูลาไมโครไรซ่าในดินด้วยวิธี MPN ผลการประเมินจะมีค่ามากกว่าการนับจำนวน

สปอร์โดยตรงเนื่องจากรวมส่วนขยายพันธุ์ (สปอร์ เส้นใย และชิ้นส่วนรากที่มีราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าเข้าอาศัย) ทั้งหมดในดิน (Porter,1979; Powell,1980; Daniels *et al*., 1981) ทำให้ได้ค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่าการนับจำนวนสปอร์ (Porter,1979) การประเมินด้วยวิธี MPN พบว่าการทดลองที่ดีควรเพิ่มจำนวนซ้ำและลดจำนวนอัตราส่วนลง และมีปัจจัยมากมายที่ส่งผลต่อวิธี MPN (Wilson and Trinick, 1982; Morton, 1985; Adelman and Morton, 1986; Graham and Fardelmann, 1986; Morton, 1985; Adelman and Morton, 1986; Graham and Fardelmann, 1986; An *et al.*, 1990; O' Donnell *et al.*, 1992) การประเมินจำนวนราด้วยเทคนิค MPN เป็นการประมาณส่วนขยายพันธุ์ที่มีชีวิต ปัจจัยที่ส่งผลต่อวิธี MPN คือ สภาพแวดล้อมในช่วงทำการทดลองทั้งอุณหภูมิ และระยะเวลาในการเจริญในพืชอาศัย มีผลต่อการประเมิน เพราะมีผลทั้งการเจริญของรากพืชอาศัย และการเข้าอาศัยของรา (Wilson 1982) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสประเมินด้วย MPN ของเชื้อ *G. monosporus* ค่าที่ประเมินต่ำใน 2 สัปดาห์แรก แต่จะสูงสุดเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ ถ้า 15 องศาเซลเซียสค่า MPN เพิ่มก็ต่อเมื่อให้เวลาเพิ่มขึ้นแต่ 2 สัปดาห์ไม่พบในเชื้อ *G. tenuis* ทั้งอุณหภูมิ 15 และ 20c (Wilson 1982)วิธีนี้ยังขึ้นกับระดับความเจือจางทีเลือกใช้ Wilson and Trinick, 1982

การศึกษาการจัดจำแนกราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าด้วยวิธีการจำแนกด้วยวิธี phylogenetic โดยใช้ตำแหน่งยีน 18S rRNA จากการสกัดดีเอ็นเอจากสปอร์ โดยใช้ไพร์เมอร์ NS1 NS4 AML1 และ AML2 ที่จำเพาะในการจำแนกสกุล-ชนิดของราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า พบว่าสามารถจำแนกได้ในระดับชนิด (specieslevel)คือ*Glomus etunicatum*และในระดับสกุล (genus) ได้แก่ *Glomus* sp. และ *Acaulospora* sp.(ภาพที่ 4) Lee *et al*. (2008) รายงานการศึกษาการจัดจำแนกราอาบัสคูลาไมโคไรซ่า (Glomeromycota) จากตัวอย่างรากพืช 3 ชนิดที่ใช้ล่อให้ราอาบัสคูลาไมโคไรซ่าเข้าอาศัย (trap cultures) พบว่าไพรเมอร์ AML1 และ AML2 ซึ่งมีความจำเพาะกับไฟลั่ม Glomeromycotaและสามารถจำแนกราได้ 23 ชนิด และ Krüger *et al.* (2009) ศึกษาการสกัดดีเอ็นเอจากสปอร์และรากพืช โดยใช้ไพรเมอร์ SSUmAf และ LSUmAr ในการทำ PCR รอบแรก และ SSUmCf และ LSUmBr ในการทำ Nested PCR ใช้เป็น barcoding primer สำหรับราในไฟลั่ม Glomeromycota

5 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

เลี้ยงแยกจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต โดยใช้ Diluent คือ น้ำกลั่น น้ำเกลือ 0.85% และเป็ปโตน พบว่า Diluent ทั้ง 3 ชนิด ให้ปริมาณแบคทีเรียละลายฟอสเฟต ทั้ง แกรม + และแกรม – จากตัวอย่างปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตไม่แตกต่างกันทางสถิติการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยใช้อาหารต่าง ๆ จำนวน 3 ชนิด คือ NA YG และ B2 ผลการทดลองพบว่าปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตชนิดแบคทีเรีย แกรมบวกเมื่อใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิด พบจำนวนจุลินทรีย์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนแบคทีเรียแกรมลบ เมื่อใช้อาหาร NA ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์มากที่สุดแตกต่างทางสถิติกับจุลินทรีย์ในอาหารสูตร YG และ B2 ปริมาณจุลินทรีย์ชนิดแบคทีเรียในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ ทำการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ นำไปทดสอบประสิทธิภาพการละลาย $CaHPO_4$ ในอาหาร Pikovskaya's media และการเปลี่ยนสีอาหารNBRI-BPB มีประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตในปริมาณเล็กน้อย

และบางตัวอย่างไม่พบจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพการละลายฟอสเฟตการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์โดยใช้อาหารต่าง ๆ จำนวน 3 ชนิด คือ PDA MY และ SDA ผลการทดลองพบว่าปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟตชนิดรา เมื่อใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิด พบจำนวนจุลินทรีย์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติปริมาณ *Bacillus megaterium*ไม่แตกต่างกันเมื่อใช้ diluent ชนิดต่าง ๆ ในการตรวจนับ ที่ระยะเวลาการปั่นเชื้อ 2 5 และ 10 นาทีปริมาณ *Pseudomonas sp*. ใน diluents ที่ใช้ในทดลองไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับแบคทีเรียแกรมบวก

อาหาร LA และ BA สามารถเลี้ยงเชื้อ *Bacillus megaterium* ให้มีการเจริญได้มากกว่าอาหารอื่นๆ แต่ลักษณะโคโลนีที่ได้จะมีขนาดต่างกันคือ โคโลนีบนอาหาร LA จะมีขนาด 4-6 มิลลิเมตรแต่บนอาหาร BA จะมีขนาด 4-6 มิลลิเมตรโดยโคโลนีบนอาหารทั้งสองชนิดจะไม่เยิ้มมากในขณะที่การเจริญบนอาหาร PCA จะได้โคโลนีที่มีขนาดใหญ่ประมาณ 4-7 มิลลิเมตรและโคโลนีค่อนข้างเยิ้มอาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิด คือ PDA MY และ Sab ให้ปริมาณจุลินทรีย์ราละลายฟอสเฟต *Penicillium* spp. 2 ไอโซเลท ไม่แตกต่างกันอาหาร PCA สามารถเลี้ยงเชื้อ *Lactobacillus spp.* ให้มีการเจริญได้มากกว่าอาหารอื่นๆ แต่ลักษณะโคโลนีที่ได้จะมีขนาดต่างกันคือ โคโลนีบนอาหาร PCA จะมีขนาด 4-6 มิลลิเมตรและโคโลนีค่อนข้างเยิ้ม แต่บนอาหาร NA NA+NaCl B2 LA และ BA จะมีขนาด 1-3มิลลิเมตรโดยโคโลนีบนอาหารทั้ง5 ชนิดจะไม่เยิ้มมาก

จากการศึกษาผลของอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการตรวจนับจุลินทรีย์จากปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต พบว่าในด้านของระยะเวลาจาก 3 วันเป็น 5 วัน การเพิ่มขึ้นของโคโลนีไม่มากจนเปลี่ยน log cycle ซึ่งเพิ่มขึ้นประมาณ 1-6 โคโลนีเท่านั้น ดังนั้นที่ระยะเวลา 3 วัน จึงเป็นระยะเวลาที่เหมาะต่อการเพาะเลี้ยงเพื่อนับจำนวนจุลินทรีย์

ผลของอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการตรวจนับจุลินทรีย์จากปุ๋ยชีวภาพ *Bacillus* sp. พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ LA และ GMBA สามารถตรวจนับจำนวนได้สูงที่สุด จึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการตรวจนับ *Bacillus* sp. จากตัวอย่างปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

ผลของอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการตรวจนับจุลินทรีย์จากปุ๋ยชีวภาพ *Lactobacillus* sp.พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และ MRS สามารถตรวจนับจำนวนได้สูงที่สุด จึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการตรวจนับ *Lactobacillus* sp. จากตัวอย่างปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

ผลของอาหารเลี้ยงเชื้อต่อการตรวจนับจุลินทรีย์จากปุ๋ยชีวภาพ *Pseudomonas sp.* และ *Pantoea sp.*พบว่าอาหารเลี้ยงเชื้อ NA, PCA และ LA สามารถตรวจนับจำนวนได้ใกล้เคียงกัน จึงมีความเหมาะสมสำหรับใช้ในการตรวจนับ *Pseudomonas* sp. และ *Pantoea* sp.จากตัวอย่างปุ๋ยชีวภาพละลายฟอสเฟต

จากขั้นตอนดังกล่าวนี้ จึงคัดเลือกอาหารเลี้ยงเชื้อ GMBA สำหรับใช้ในการตรวจนับ *Bacillus* sp. อาหารเลี้ยงเชื้อ PCA สำหรับใช้ในการตรวจนับ *Lactobacillus* sp.และอาหารเลี้ยงเชื้อ NA สำหรับใช้ในการตรวจนับ*Pseudomonas* sp. และ *Pantoea* sp.

การศึกษาค่า Solubilization Index(SI) ณ ระยะเวลาต่างๆ ของจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต พบว่าช่วงวันที่ 5-7 เป็นช่วงที่ค่า SI ของจุลินทรีย์ที่ทดสอบมีค่าสูง จึงมีความเหมาะสมต่อการใช้เพื่อตรวจสอบความสามารถในการละลายฟอสเฟตของจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้จากปุ๋ยชีวภาพการศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ฟอสฟาเทสเริ่มจากศึกษาความสัมพันธ์ของเอนไซม์ alkaline phosphatase กับค่าการดูดกลืนแสงพบว่าช่วงที่

เหมาะสมต่อการตรวจวัดปริมาณเอนไซม์ alkaline phosphataseคือที่ค่าการดูดกลืนแสง (405 nm) ระหว่าง 0.041-0.138สามารถตรวจวัดปริมาณเอนไซม์ alkaline phosphataseที่จุลินทรีย์ผลิตได้ โดยช่วงที่เหมาะสมต่อการตรวจวัดปริมาณเอนไซม์คือที่ค่าการดูดกลืนแสง (405 nm) ระหว่าง 0.041-0.138 หากมีค่าสูงกว่านี้ต้องทำการเจือจางก่อนการตรวจวัด

เมื่อทดสอบการผลิตเอนไซม์ alkaline phosphatase ของจุลินทรีย์ทั้ง 2 สายพันธุ์ พบว่า*Bacillus* sp.(21 x 10^8 CFU/ml) และ *Lactobacillus* sp.(44 x 10^8 CFU/ml) มีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.011 และ 0.09 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าช่วงที่เหมาะสมต่อการตรวจสอบ จึงเป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์ทั้ง 2 สายพันธุ์ ไม่มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ alkaline phosphatase ในขณะที่*Pseudomonas* sp.(12 x 10^8 CFU/ml) และ *Pantoea* sp.(36 x 10^8 CFU/ml) พบว่ามีค่าการดูดกลืนแสงเท่ากับ 0.087 และ 0.1 ตามลำดับ หรือมีการผลิตเอนไซม์ประมาณ 0.12 unit/ml และ 0.16 unit/ml ตามลำดับ

6 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพละลายโพแทสเซียม

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมทุกไอโซเลทที่ทดสอบมีจำนวนโคโลนีสูงสุดเมื่อเลี้ยงในอาหารซิลิเกตแบคทีเรียที่ใส่แร่เฟลด์สปาร์จำนวน 0.175 กรัมซึ่งมากกว่าการใส่ แร่เฟลด์สปาร์ จำนวน 0.27 กรัม หรือการใส่ KH_2PO_4เป็นแหล่งของโพแทสเซียม โดยแบคทีเรียทุกไอโซเลท ยกเว้น K05074 มีจำนวนเพิ่มขึ้น 10 เท่าภายหลังบ่มเลี้ยงเป็นเวลา 7 วันการทดสอบความสามารถในการทนทานต่อโลหะหนักบางชนิดของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม พบว่า ไอโซเลทแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมมีระดับความทนทานต่อโลหะหนักแตกต่างกันวิเคราะห์โดยบันทึกการเพิ่มขึ้นของจำนวนโคโลนีแบคทีเรีย

ความสามารถในการทนทานต่อสารประกอบ $ZnCl_2$ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้แบคทีเรียไอโซเลท K02004 มีความสามารถทนทานต่อ $ZnCl_2$ได้ระดับสูงสุดและมีจำนวนโคโลนี สูงสุด 7.4 x 10^7 CFU/ml และมีเพียงไอโซเลท K05074 เดียวที่อ่อนแอต่อสารประกอบ $ZnCl_2$ที่ระดับ 1,600 µg/mlแบคทีเรียไอโซเลท K02004 K05080 และ K06005 มีความทนทานต่อสารประกอบ $CuCl_2$ตั้งแต่ระดับ 25-1,600 µg/ml แต่ไอโซเลท K05074 และ *Bacillus circulans*อ่อนแอต่อสารประกอบ $CuCl_2$ทุกระดับที่ทดสอบ

ปริมาณแร่เฟลด์สปาร์และชนิดโลหะหนักในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมอย่างมีนัยสำคัญโดย *Bacillus circulans*ที่เลี้ยงในอาหารที่ใส่แร่เฟลด์ปาร์ 0.175 กรัมต่ออาหาร 50 มิลลิลิตรมีจำนวนโคโลนีสูงสุด 1.39x10^8 CFU/ml และการใส่โลหะหนัก $ZnCl_2$, $CdCl_2$และ MoO_3ทำให้แบคทีเรียมีจำนวนโคโลนีมากกว่าการใส่โลหะหนักชนิดอื่นโดยเฉลี่ย 2.05x108-2.16x108 CFU/ml ปริมาณแร่เฟลด์สปาร์และชนิดโลหะหนักในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมไอโซเลท K02004 อย่างมีนัยสำคัญไอโซเลท K02004 ไม่เจริญในอาหารที่มีส่วนผสมของ $ZnCl_2$+MoO_3และการใส่ $CuCl_2$หรือ $CdCl_2$ ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แร่เฟลด์สปาร์เป็นแหล่งโพแทสเซียม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแหล่งโพแทสเซียมพบว่าการใส่แร่เฟลด์สปาร์ 0.09 กรัมในอาหารเลี้ยงเชื้อทำให้ไอโซเลท

K02004 มีจำนวนโคโลนีสูงสุด $1.22x10^8$ CFU/ml และการใส่ $ZnCl_2$ทำให้มีจำนวนโคโลนี $1.47x10^8$ CFU/ml มากกว่าการใส่โลหะหนักชนิดอื่น

ปริมาณแร่เฟลด์สปาร์และชนิดโลหะหนักในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมไอโซเลท K05074 อย่างมีนัยสำคัญไอโซเลท K05074 ไม่เจริญในอาหารที่มีส่วนผสมของ $ZnCl_2$+MoO_3และการใส่ $CuCl_2$หรือ $CdCl_2$ ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แร่เฟลด์สปาร์เป็นแหล่งโพแทสเซียม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแหล่งโพแทสเซียมพบว่าการใส่แร่เฟลด์สปาร์ 0.09 กรัมในอาหารเลี้ยงเชื้อทำให้ไอโซเลท K05074 มีจำนวนโคโลนีสูงสุด $9.93x10^7$ CFU/ml และการใส่ $ZnCl_2$ทำให้มีจำนวนโคโลนี $2.03x10^8$ CFU/ml มากกว่าการใส่โลหะหนักชนิดอื่นปริมาณแร่เฟลด์สปาร์และชนิดโลหะหนักในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมไอโซเลท K05080 อย่างมีนัยสำคัญไอโซเลท K05080 ไม่เจริญในอาหารที่มีส่วนผสมของ $ZnCl_2$+MoO_3และการใส่ $CuCl_2$หรือ $CdCl_2$ ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แร่เฟลด์สปาร์เป็นแหล่งโพแทสเซียม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแหล่งโพแทสเซียมพบว่าการใส่แร่เฟลด์สปาร์ 0.175 กรัมในอาหารเลี้ยงเชื้อทำให้ไอโซเลท K05080 มีจำนวนโคโลนีสูงสุด $5.27x10^7$ CFU/ml และการใส่ MoO_3ทำให้มีจำนวนโคโลนี $2.31x10^7$ CFU/ml มากกว่าการใส่โลหะหนักชนิดอื่น

ปริมาณแร่เฟลด์สปาร์และชนิดโลหะหนักในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมไอโซเลท K06005 อย่างมีนัยสำคัญไอโซเลท K06005 ไม่เจริญในอาหารที่มีส่วนผสมของ $CuCl_2$หรือ $CdCl_2$ ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้แร่เฟลด์สปาร์เป็นแหล่งโพแทสเซียม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแหล่งโพแทสเซียมพบว่าการใส่ K_2HPO_4 ในอาหารเลี้ยงเชื้อทำให้ไอโซเลท K06005 มีจำนวนโคโลนีสูงสุด $2.36x10^8$CFU/ml และการใส่ $ZnCl_2$ทำให้มีจำนวนโคโลนี $3.49x10^8$ CFU/ml มากกว่าการใส่โลหะหนักชนิดอื่น

ปริมาณแร่เฟลด์สปาร์และชนิดโลหะหนักในสูตรอาหารเลี้ยงเชื้อมีผลต่อจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียละลายฟอสเฟตอย่างมีนัยสำคัญโดยแบคทีเรียละลายฟอสเฟตไม่เจริญในอาหารที่มีส่วนผสมของ $CuCl_2$เมื่อเปรียบเทียบระหว่างแหล่งโพแทสเซียมพบว่าการใส่ K_2HPO_4 ในอาหารเลี้ยงเชื้อทำให้มีจำนวนโคโลนีสูงสุด $2.79x10^8$ CFU/ml และการใส่ $ZnCl_2$ทำให้มีจำนวนโคโลนี $2.92x10^8$ CFU/ml มากกว่าการใส่โลหะหนักชนิดอื่น

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่ทดสอบมีความสามารถในการเจริญได้ในอาหารที่ใช้ K_2HPO_4 เป็นแหล่งโพแทสเซียมที่มีการใส่ $CuCl_2$ 100 µg/ml ในขณะที่แบคทีเรียละลายฟอสเฟตไม่สามารถเจริญได้ในอาหารดังกล่าว และการใส่ $ZnCl_2$100 µg/ml ในอาหารเลี้ยงเชื้อทำให้แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมมีการเจริญได้สูงกว่าการใส่โลหะหนักชนิดอื่น และใช้แร่เฟลด์สปาร์ 0.09 กรัม ทดแทนK_2HPO_4

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียม จำนวน 7ไอโซเลตที่ทดสอบ ลักษณะโคโลนีที่เจริญบนอาหารวุ้นแข็งซิลิเกตแบคทีเรียสามารถจัดได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 โคโลนีมีสีเหลือง ขอบเรียบ รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก ได้แก่ *Bacillus circulans*กลุ่มที่ 2 โคโลนีสีเหลืองอ่อน ขอบเรียบ รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก ได้แก่ ไอโซเลตK05075 K05078 K05085 และ K05122 กลุ่มที่ 3 โคโลนีสีขาวขุ่น ขอบไม่เรียบ รูปร่าง

เซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมบวก ได้แก่ ไอโซเลตK07002 กลุ่มที่ 4 โคโลนีสีเหลือง ขอบเรียบ รูปร่างเซลล์เป็นท่อน ติดสีแกรมลบ ได้แก่ *Pseudomonas fluorescens*

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมที่ทดสอบมีความสามารถในการเจริญเพิ่มจำนวนได้ในอาหารสูตรดัดแปลงที่แตกต่างกัน โดยภาพรวมแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่ทดสอบ ยกเว้น ไอโซเลตK07002 (สูงสุดในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร A3) สามารถเจริญและมีชีวิตรอดสูงในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร C ภายหลังเลี้ยงเป็นเวลา 144 ชั่วโมง โดยไอโซเลตK05078 มีจำนวนโคโลนีสูงสุด $5.28x10^{7}$ CFU/มิลลิลิตร เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารสูตร C1 และส่วนใหญ่อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร C2 และ C3 ทำให้แบคทีเรียเพิ่มจำนวนโคโลนี ($x10^{6}$ CFU/มิลลิลิตร) ได้มากกว่าสูตร C1

ปริมาณ $\%K_2O$ ในส่วนเหลวของอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ละชนิดแตกต่างกัน โดยภาพรวมพบว่าการเลี้ยงแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมทุกไอโซเลตที่ทดสอบด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร C2 หรือ C3 ทำให้ตรวจพบปริมาณ $\%K_2O$ สูง มีค่าเฉลี่ย 3.91-4.28 เปอร์เซ็นต์โดยไอโซเลต K07002 สามารถละลายให้ $\%K_2O$ สูงสุด 4.28 เปอร์เซ็นต์

- การจำแนกชนิดแบคทีเรียละลายโพแทสเซียม

แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมได้ 6 ไอโซเลทและอยู่ระหว่างดำเนินการศึกษาปัจจัยด้านอุณหภูมิและระยะเวลาของการบ่มปฏิกิริยาที่มีเหมาะสมต่อการจำแนกแบคทีเรียด้วย BioLog Systemได้สภาวะการเลี้ยงเชื้อและการเตรียมตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์แบคทีเรียแกรมบวกที่สร้างและไม่สร้างสปอร์ ซึ่งเป็นแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่มีความสามารถในการละลายโพแทสเซียมสูง และกำลังดำเนินการขั้นตอนการจำแนกด้วย BioLog Systemได้สภาวะที่เหมาะสมของปฏิกิริยาการเพิ่มขยายปริมาณชิ้นส่วนดีเอ็นเอ (PCR) ของแบคทีเรียละลายโพแทสเซียมแกรมลบ โดยใช้ไพรเมอร์สายสั้นที่ให้ผลผลิต PCR ขนาดประมาณ 400-500 เบส แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมแกรมบวกที่ใช้ศึกษา คือ *Bacillus circulans*ไอโซเลท K05074 และ K05075 แบคทีเรียละลายโพแทสเซียมแกรมลบที่ใช้ศึกษา คือ ไอโซเลท K01005, K02001 และ K02004 เมื่อนำ *Bacillus circulans*มาจำแนกด้วย BioLog System พบว่าเป็น species ID: *Bacillus circulans*มีค่า probability 97%, Similarity 0.93% และ Distance 2.46 และเมื่อจำแนกด้วย partial 16S rDNA sequencing ขนาด 500 bp พบว่ามี similarity 100% กับ *Bacillus circulans*

การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอในส่วนของยีน 16S rRNA ด้วยวิธี และเปรียบเทียบกับลำดับเบสของจุลินทรีย์ด้วยวิธี BLAST analysis กับ NCBI GenBank database พบว่าไอโซเลท K01026 มีลำดับเบสที่มีความเหมือนกับลำดับเบสของยีน 16S rDNA ของ *Cellulomonas flavigena* 100 เปอร์เซ็นต์ ไอโซเลท K02018 มีลำดับเบสที่มีความเหมือนกับลำดับเบสของยีน 16S rDNA ของ *Corynebacterium nitrilophilus* 100 เปอร์เซ็นต์ ไอโซเลท K05078 มีลำดับเบสที่มีความเหมือนกับลำดับเบสของยีน 16S rDNA ของ *Corynebacterium nitrilophilus* 99 เปอร์เซ็นต์ ไอโซเลท K06009 มีลำดับเบสที่มีความเหมือนกับลำดับเบสของยีน 16S rDNA ของ *Cellulosimicrobium cellulans* 99 เปอร์เซ็นต์ ไอโซเลท K07002 มีลำดับเบสที่มีความเหมือนกับลำดับเบสของยีน 16S rDNA ของ *Cellulosimicrobium cellulans* 100 เปอร์เซ็นต์ และ

ไอโซเลท K07009 มีลำดับเบสที่มีความเหมือนกับลำดับเบสของยีน 16S rDNA ของ *Cellulosimicrobium cellulans* 99 เปอร์เซ็นต์

กิจกรรมที่ 3. วิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมี

1. **การศึกษาและวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก**

ผลการผลิตปุ๋ยหมักกับวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรม คือ น้ำกากส่าเข้มข้น, ฮิวมัส, ลีโอนาไดท์, กากตะกอนโรงงานผงชูรส และกากตะกอนน้ำกากส่า ในสัดส่วน 5-25 เปอร์เซ็นต์ แล้วหมักต่ออีก 30 วัน จะได้ปุ๋ยหมักที่มีสมบัติผ่านเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 โดยปุ๋ยหมักกับน้ำกากส่าเข้มข้น เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ และปริมาณโพแทช ทั้งหมดปุ๋ยหมักกับฮิวมัส เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดปุ๋ยหมักกับลีโอนาไดท์ เพิ่มปริมาณอินทรียวัตถุ ปุ๋ยหมักกับกากตะกอนโรงงานผงชูรสและปุ๋ยหมักกับกากตะกอนน้ำกากส่า เพิ่มปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

2. การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพโดยการเพิ่มเชื้อจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์

ได้จุลินทรีย์จำนวน 4 สายพันธุ์ คือ RPS0034B เป็นจุลินทรีย์เสริมสร้างความต้านทานเชื้อโรคพืช RPS 0081B เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพสร้างสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชผลิต IAADC 1102B เป็นจุลินทรีย์เปลี่ยนรูปธาตุอาหารพืช RPS 003F เป็นจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต และผลการทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักมูลโค และปุ๋ยหมักเปลือกไม้ ที่มีการเพิ่มและไม่เพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ต่อการรอดชีวิตของกล้ามะเขือเทศ พบว่าการใช้ปุ๋ยหมักมูลโค และปุ๋ยหมักเปลือกไม้ ที่มีการเพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ อัตรา 3 และ 2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทำให้กล้ามะเขือเทศมีอัตราการรอดชีวิต 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำปุ๋ยหมักที่มีการเพิ่มและไม่เพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์มาทดสอบกับมะเขือเทศทำให้มะเขือเทศมีความสูง การออกดอกของมะเขือเทศ มากกว่าการใส่ปุ๋ยเคมี และการไม่ใส่ปุ๋ยเคมี และมีแนวโน้มว่าปุ๋ยหมักที่เพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ทำให้มะเขือเทศมีความสูง และผลผลิต มากกว่าปุ๋ยหมักที่ไม่เพิ่มจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์

3. ศึกษาความเข้ากันได้ของวัตถุดิบและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็ง และของเหลว การปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็ง และศึกษาประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็งและของเหลว

1.1ศึกษาความเข้ากันได้ของวัตถุดิบและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็ง และของเหลว วัตถุดิบและการผลิตปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็ง และของเหลว ผลการศึกษามีความเข้ากันได้ (Compatibility)ของแม่ปุ๋ยเคมียูเรีย (46-0-0) ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) มาผสมกับวัสดุอินทรีย์ ได้แก่ มูลวัว ปุ๋ยหมัก กากตะกอนอ้อยลีโอนาไดต์ เป็นตัวเติมเต็ม (filler) ให้ได้100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ให้ได้ปุ๋ยอินทรีย์เคมีสูตร 10-5-5 แล้วนำไปอัดเป็นเม็ด และปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวที่ผลิตได้จากพืช และจากสัตว์มาผสมกับแม่ปุ๋ยเกร็ด ได้แก่ ยูเรีย (46-0-0) โมโนแอมโมเนียมฟอสเฟต

(12-60-0) และโพแทสเซียมซัลเฟต (0-0-50) ให้ได้ปุ๋ยเคมีสูตร 4-4-4 และ 8-4-4 โดยใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดเหลวเป็นตัวเติมเต็ม (filler) ให้ได้100 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก (Compatibility) และผลวิเคราะห์สมบัติของปุ๋ยเคมีอินทรีย์ชนิดของแข็ง และของเหลว ได้ตรงตามสูตรที่ผสม คือ 10-5-5 และ 8-4-4

1.2 การปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ยอินทรีย์เคมี ในดินร่วนทราย ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 10-5-5 (ปุ๋ยหมัก) มีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงสุด 17 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าปุ๋ยอินทรีย์เคมี 10-5-5 ที่ผสมกับวัสดุชนิดอื่นๆ ในดินเหนียว ปุ๋ยอินทรีย์เคมี 10-5-5 (ลีโอนาไดต์) มีอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนสูงสุด 15 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าปุ๋ยอินทรีย์เคมี 10-5-5 ที่ผสมกับวัสดุชนิดอื่นๆ ซึ่งปุ๋ยอินทรีย์เคมีทุกชนิดมีการปลดปล่อยแอมโมเนียมไนโตรเจนและไนเทรตไนโตรเจนมากกว่าปุ๋ยเคมี และช่วยรักษาระดับไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในดินให้มีปริมาณสม่ำเสมอได้นานกว่า ในทั้งดินร่วนทราย และดินร่วนเหนียว

1.3 ศึกษาประสิทธิภาพปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดของแข็งปุ๋ยอินทรีย์เคมีทำให้ผักคะน้าที่ปลูกในดินร่วนทรายได้รับธาตุอาหารเพียงพอจึงทำให้มีผลผลิตคะน้าและการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน และยังพบว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์เคมีมีการสะสมไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินสูงขึ้น นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยอินทรีย์เคมียังช่วยให้ผักคะน้าดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีกว่าปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว และประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดเหลวพบว่า เมื่อนำไปใช้ทดลองฉีดพ่นกับพืชผักคะน้า ปุ๋ยเคมีชนิดเหลว 8-4-4 และปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดเหลว 8-4-4 จะให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตของคะน้าไม่แตกต่างกัน ดังนั้น ปุ๋ยอินทรีย์เคมีชนิดเหลวไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ฉีดพ่นให้กับพืชผักเพราะจะทำให้ไม่คุ้มทุน

กิจกรรมที่ 4การวิจัยและพัฒนาจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์และอนินทรีย์ในการจัดการดิน

1. การจัดการดินทางชีวภาพเพื่อเพิ่มผลผลิตของดิน

การทดลองใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลกลูโคสและเศษใบไม้ ในชุดดินน้ำพอง ยโสธร สตึก ตาคลีและกาญจนบุรีแล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 1 วัน 2 วัน และ 3 วัน พบว่าจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันส่วนการใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแอลกอฮอลล์แมนนิทอล และกรดอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาคือ ascorbic acid และ citric acid ในดินน้ำพอง แบคทีเรียมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีแมนนิทอล เป็นแหล่งคาร์บอน (298.0×10^4 เซลล์ต่อกรัม) มีการเจริญเติบโตดีกว่าแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีสกลูโคส (105.0×10^4 เซลล์ต่อกรัม) ascorbic acid (51.0×10^4 เซลล์ต่อกรัม) และ citric acid (12.0×10^4 เซลล์ต่อกรัม) เป็นแหล่งคาร์บอน ส่วนราพบว่า การใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลกลูโคส น้ำตาลแอลกอฮอลล์แมนนิทอล และกรดอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาคือ ascorbic acid และ citric acid ในดินน้ำพอง รามีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ราที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีกลูโคส และแมนนิทอลเป็นแหล่งคาร์บอนมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกัน (12.0×10^4 เซลล์ต่อกรัม, 17.1×10^4 เซลล์ต่อกรัม) และมีการเจริญเติบโตดีกว่าราที่เจริญเติบโตในอาหารที่มี ascorbic acid เป็นแหล่งคาร์บอน (2.0×10^4 เซลล์ต่อกรัม) สำหรับราที่มีการเจริญเติบโตในอาหารที่มี citric acid เป็นแหล่งคาร์บอนมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับราที่มีการเจริญเติบโตในอาหารที่มี

กลูโคสเป็นแหล่งคาร์บอน (9.0 x 10^4 เซลล์ต่อกรัม)ส่วนการใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลไรโบส กรดอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาเป็น Succinic acid และวัสดุอินทรีย์เป็นรากพืช ในชุดดินตาคลีแล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่า แบคทีเรียมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ส่วนแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีไรโบสเป็นแหล่งคาร์บอน (137.0x10^5 เซลล์ต่อกรัม) มีการเจริญเติบโตสูงกว่าแบคทีเรียที่เจริญเติบโตใน control (98.33x10^5 เซลล์ต่อกรัม) เป็นแหล่งคาร์บอนตามลำดับ ส่วนรา การใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลไรโบส กรดอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาเป็น Succinic acid และวัสดุอินทรีย์เป็นรากพืช ในชุดดินตาคลีแล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่ารามีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้การใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลไรโบส และกรดอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาเป็น succinic acid และวัสดุอินทรีย์เป็นรากพืชในดินน้ำพอง แล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่าแบคทีเรียมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีรากพืชเป็นแหล่งคาร์บอน (90.0x10^5 เซลล์ต่อกรัม) จะมีจำนวนใกล้เคียงกับแบคทีเรียที่เจริญเติบโนใน control (157.3x10^5 เซลล์ต่อกรัม) ส่วนแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีไรโบส (51.0x10^5 เซลล์ต่อกรัม) และ succinic acid (50.0x10^5 เซลล์ต่อกรัม) เป็นแหล่งคาร์บอนมีจำนวนน้อยกว่าแบคทีเรียที่เจริญเติบโตใน control ส่วนรา การทดลองใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลไรโบส และกรดอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาเป็น succinic acid และวัสดุอินทรีย์เป็นรากพืชในดินน้ำพอง แล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 2 วัน พบว่ารามีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลซูโครส กรดอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาเป็น fumaric acid และวัสดุอินทรีย์เป็นรากพืช ในดินชุมพร แล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 3 วัน แบคทีเรียมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีรากพืชเป็นแหล่งคาร์บอนจะมีการเจริญเติบโตมากกว่าแบคทีเรียที่เจริญเติบโตใน control (273.3.0x10^4 เซลล์ต่อกรัม, 266.7.0x10^4 เซลล์ต่อกรัม) ส่วนแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีซูโครสเป็นแหล่งคาร์บอนจะมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับแบคทีเรียที่เจริญเติบโตใน control (219.7x10^4 เซลล์ต่อกรัม) และแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มี fumaric acid เป็นแหล่งคาร์บอนมีการเจริญเติบโตน้อยกว่า control (72.0x10^4 เซลล์ต่อกรัม) ส่วนรา จากผลการทดลอง การใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลซูโครส กรดอินทรีย์ที่พืชปลดปล่อยออกมาเป็น fumaric acid และวัสดุอินทรีย์เป็นรากพืช ในดินชุมพร แล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่า รามีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ และการทดลองในดินนครปฐม พบว่าแบคทีเรียมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีรากพืชเป็นแหล่งคาร์บอนจะมีการเจริญเติบโตใกล้เคียงกับแบคทีเรียที่เจริญเติบโตใน control (263.3x10^5 เซลล์ต่อกรัม , 289.0x10^5 เซลล์ต่อกรัม) ส่วนแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีซูโครสและ fumaric acid เป็นแหล่งคาร์บอนแบคทีเรียจะมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าใน control (119.33x10^5 เซลล์ต่อกรัม , 69.0x10^5 เซลล์ต่อกรัม) ส่วนการทดลองในรา พบว่ารามีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) ราที่มีการเจริญเติบโนในอาหารที่มีซูโครสและ fumaric acid เป็นแหล่งคาร์บอน (191.0x10^2 เซลล์ต่อกรัม, 217.3x10^2 เซลล์ต่อกรัม) มีปริมาณใกล้เคียงกับราที่เจริญเติบโตใน control (188.0x10^2 เซลล์ต่อกรัม) โดยราที่เจริญเติบโตในอาหารที่มี fumaric acid เป็นแหล่งคาร์บอนมีแนวโน้มสูงสุด ส่วนราที่เจริญเติบโตในอาหารที่

มีรากพืชเป็นแหล่งคาร์บอนมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าใน control ($127.3x10^2$ เซลล์ต่อกรัม)นอกจากนี้การใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลแมนนิทอล วัสดุอินทรีย์เป็นเศษใบไม้แห้ง รากพืชในดินยโสธรแล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่าแบคทีเรียมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11) แบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีน้ำตาลแมนนิทอล และรากพืช เป็นแหล่งคาร์บอน ($241.33x10^4$ เซลล์ต่อกรัม , $255.7x10^4$ เซลล์ต่อกรัม) จะมีการเจริญเติบโตสูงกว่าแบคทีเรียที่เจริญเติบโตใน control ($204.0x10^4$ เซลล์ต่อกรัม) ส่วนแบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีเศษใบไม้เป็นแหล่งคาร์บอนแบคทีเรียจะมีการเจริญเติบโตน้อยกว่าใน control (138.0x104 เซลล์ต่อกรัม) ส่วนรา พบว่า การใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลแมนนิทอล วัสดุอินทรีย์เป็นเศษใบไม้แห้ง รากพืชในดินยโสธรแล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่ารามีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนการใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลฟรุ๊คโตส น้ำตาลแอลกอฮอลล์เป็นแมนนิทอล วัสดุอินทรีย์เป็นรากพืชในดินสตึกแล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่าแบคทีเรียมีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แบคทีเรียที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีรากพืช เป็นแหล่งคาร์บอน ($281.33x10^4$ เซลล์ต่อกรัม) จะมีการเจริญเติบโตสูงกว่าแบคทีเรียที่เจริญเติบโนใน control ($105.2x10^4$ เซลล์ต่อกรัม) manitol ($97.5x10^4$ เซลล์ต่อกรัม) และ fructose ($114.3x10^4$ เซลล์ต่อกรัม) ตามลำดับ ส่วนรา การใช้แหล่งคาร์บอนเป็นน้ำตาลฟรุ๊คโตส น้ำตาลแอลกอฮอลล์เป็นแมนนิทอล วัสดุอินทรีย์เป็นรากพืชในดินสตึกแล้วบ่มดินเป็นระยะเวลา 3 วัน พบว่ารามีการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ราที่เจริญเติบโตในอาหารที่มี manitol ($294.3x10^2$ เซลล์ต่อกรัม) เป็นแหล่งคาร์บอนมีการเจริญเติบโตสูงกว่าราที่เจริญเติบโตในอาหารที่มีน้ำตาลฟรุ๊คโตส ($32.0x10^2$ เซลล์ต่อกรัม) control ($29.0x10^2$ เซลล์ต่อกรัม และราพืช ($17.0x10^2$ เซลล์ต่อกรัม) เป็นแหล่งคาร์บอน จากผลการทดลองข้างต้นแหล่งคาร์บอนชนิดต่างๆที่จำนวนจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น มีผลทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของแหล่งคาร์บอน และชนิดของดิน

เมื่อพริกออกดอก วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในดินรอบราก (rhizosphere soil) และจุลินทรีย์บนผิวราก (rhizoplane) ของพริกจากกรรมวิธีที่กำหนด พบว่าจุลินทรีย์ในดินรอบรากไม่ว่าจะใช้น้ำตาลชนิดใด มีปริมาณมากกว่าจุลินทรีย์บนผิวราก โดยจุลินทรีย์ในดินรอบรากพริก เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ ส่วนจำนวนไอโซเลทจุลินทรีย์ที่แยกได้จากรากแขนงและรากฝอยเป็นแบคทีเรียแกรมลบมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก

ในดินรอบรากพริก ถึงแม้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการใส่น้ำตาลทุกชนิด ให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าการไม่ใส่น้ำตาล การใส่น้ำตาลกลูโคสทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในดินสูงที่สุดเท่ากับ 1.8×10^8CFU/g.soil ผลเป็นไปในทำนองเดียวกันกับปริมาณแบคทีเรียที่พบบนผิวรากแขนงและรากฝอย การใส่น้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอนทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบบนผิวรากแขนงและรากฝอยสูงกว่าการไม่ใส่น้ำตาล นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนไอโซเลทของจุลินทรีย์ที่แยกได้จากรากแขนง และรากฝอยเป็นแบคทีเรียแกรมลบมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก เมื่อปลูกพริกในกระถางที่จัดทำเป็นระบบนิเวศน์วิทยาจำเพาะ ในชุดดินตาคลี ตามกรรมวิธีที่กำหนด เพื่อติดตามการงอกของรากพริก วิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดิน พบว่าดินมีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในดินก่อนปลูก พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ในดิน

ชุดดินตาคลีก่อนปลูกพบว่ามีจุลินทรีย์ทั้งหมด 6.7 x 10^7 CFU/g.soil ปริมาณจุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรีย เท่ากับ 6.4 x 10^7 CFU/ดิน 1 กรัม เป็นจุลินทรีย์ประเภทรารา 3.4 x 10^6 CFU/ดิน 1 กรัม

เมื่อพริกออกดอก วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในดินรอบราก (rhizosphere soil) และจุลินทรีย์บนผิวราก (rhizoplane) ของพริกจากกรรมวิธีที่กำหนด พบว่าจุลินทรีย์ในดินรอบรากไม่ว่าจะใช้น้ำตาลชนิดใด มีปริมาณมากกว่าจุลินทรีย์บนผิวราก โดยจุลินทรีย์ในดินรอบรากพริก เป็นแบคทีเรียแกรมบวก มากกว่าแบคทีเรียแกรมลบ ส่วนจำนวนไอโซเลทจุลินทรีย์ที่แยกได้จากรากแขนงและรากฝอยเป็นแบคทีเรียแกรมลบมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวกในดินรอบรากพริก พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกัน แต่มีแนวโน้มว่าการใส่น้ำตาลทุกชนิดร่วมกับการเพิ่มจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต RPS 0081 B ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่าการไม่ใส่น้ำตาลและจุลินทรีย์ละลายฟอสเฟต โดยการใส่น้ำตาลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์สูงถึง 10^8CFU/g.soil ผลเป็นไปในทำนองเดียวกันกับปริมาณแบคทีเรียที่พบบนผิวรากแขนงและรากฝอยทำให้ปริมาณจุลินทรีย์สูงถึง 10^7CFU/1 กรัมราก นอกจากนี้ยังพบว่าการใส่น้ำตาลร่วมกับการใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตทำให้พริกมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตพริกสูงที่สุด คือ การใส่จุลินทรีย์ละลายฟอสเฟตร่วมกับน้ำตาลเมนิทอล ทำให้พริกมีความสูงเท่ากับ 58.65 เซนติเมตร และให้ผลผลิตพริกสูงที่สุด 225.85 กรัมต่อกระถาง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ไม่ใส่เชื้อ

2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์

เก็บตัวอย่างดินและปุ๋ยหมักต่างๆ ได้ตัวอย่าง จำนวน 80 ตัวอย่าง และคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลสและไขมัน และทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายเซลลูโลส และไขมัน ได้จุลินทรีย์จำนวน 45 สายพันธุ์ เป็นจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายกระดาษกรอง Whatman No. 1 ภายในระยะเวลา 7 วัน จำนวน 12 สายพันธุ์ เป็นจุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรียแกรมบวก จำนวน 7 สายพันธุ์ และแกรมลบ จำนวน 5 สายพันธุ์ จุลินทรีย์ย่อยสลายไขมัน จำนวน 3 สายพันธุ์ รวบรวมจุลินทรีย์ที่คัดเลือกไว้ และจุลินทรีย์ที่เก็บรักษาไว้ใน culture collection เลือกเชื้อแบคทีเรีย ย่อยสลายเซลลูโลส จำนวน 2 สายพันธุ์ มาใช้ในการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ โดย หาสูตรวัสดุพาที่เหมาะสม และสามารถทำเป็นรูปแบบเม็ด 2 รูปแบบ และตรวจสอบการมีชีวิตอยู่รอดของจุลินทรีย์แต่ละชนิด ในวัสดุพานี้ โดยรูปแบบที่ 1 ปั้นเม็ดที่มีส่วนผสมของวีทกลูเต็น 0.05 0.5 0.1 และ 1 เปอร์เซ็นต์ ผสมซีโอไลท์ ตามลำดับ พบว่าวีทกลูเต็น 0.05 เปอร์เซ็นต์ สามารถทำเป็นเม็ดได้ดี และมีปริมาณจุลินทรีย์รอดชีวิตอยู่ในช่วง 5.1 x10^6CFU/g ถึง 2.7 x10^6CFU/g รูปแบบที่ 2 ใช้ยิปซัมผสมหินฟอสเฟต แล้วอัดเม็ดโดยใช้พิมพ์ อคลีลิค ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร ยาว 0.5 เซนติเมตร คัดเลือกได้จุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส จำนวน 6 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรีย แกรมบวก 1 ไอโซเลท เป็นรา4 ไอโซเลท และแอคติโนมัยซิส 1 ไอโซเลท จุลินทรีย์ย่อยสลายไซแลน จำนวน 1 ไอโซเลท เป็นแบคทีเรียแกรมบวก และ จุลินทรีย์ย่อยสลายไขมัน จำนวน 3 ไอโซเลท ทั้งหมดเป็นแบคทีเรียแกรมบวก

การศึกษาวิธีการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในรูปแบบเม็ด คัดเลือกวัตถุดิบที่จะใช้ในการทดลองทำเม็ด ได้แก่ ยิปซัม หินฟอสเฟต ปุ๋ยหมักบดละเอียด สารสกัดจากข้าวสาลี (wheat gluten) และอื่นๆ แล้วทดลองทำเม็ดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรด้วยแผ่นอะคลิลิคเจาะรู จากนั้นเลี้ยงขยายปริมาณแบคทีเรียย่อยสลายเซลลูโลสที่ใช้ในการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร คือ DC 013 B 017 B 046.6 B 070 B และ 1102 B นำเม็ดวัสดุแช่ในสารละลายเชื้อ นาน 3 นาที ผึ่งลม แล้วเก็บในตู้บ่มที่ 30 องศาเซลเซียส ครบกำหนด 0 3 7 15 30 60 90 120 150 180 และ 360 วัน ทำการนับปริมาณเซลล์มีชีวิตปริมาณแบคทีเรียย่อยสลายเซลลูโลสที่ใช้ในการแช่เม็ดวัสดุ ปริมาณแบคทีเรียย่อยสลายเซลลูโลสในเม็ดวัสดุขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรที่ระยะเวลาบ่มต่างๆ พบว่าปริมาณเซลล์มีชีวิตของจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลส DC013 B DC017 B DC046.6 B DC70 B และ DC1102 B มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาบ่ม โดยเฉพาะแบคทีเรีย DC017 B ซึ่งเป็นแบคทีเรียในสกุล *Streptomyces*และแบคทีเรีย DC070B ที่ไม่พบแบคทีเรียมีชีวิตที่ระยะเวลาบ่ม 30 วัน แบคทีเรีย DC013 B ซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบ ในสกุล *Pseudomonas*มีปริมาณเซลล์ ลดลงเหลือเพียง 330 DC1102 B และที่ระยะเวลา 60 วัน เหลือเพียง 53CFU/เม็ด ผลจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าเม็ดวัสดุมีแนวโน้มไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์รูปแบบเม็ด เพราะให้ปริมาณเซลล์ต่ำ และเชื้อมีชีวิตอยู่รอดไม่นาน ส่วน DC 046.6BDC070 B DC1102 B เชื้อมีชีวิตรอดที่ระยะเวลา 150 วัน ประมาณ 10^4-10^5CFU/เม็ด และมีแนวโน้มลดลด ตามระยะเวลา และยังคงมีความสามารถในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์

การศึกษาวิธีการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในรูปแบบผง นำจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ คือ DC013 B DC017 B DC046.6 B DC070 B และ DC1102 B มาผลิตในรูปแบบผง โดยเพาะเลี้ยงแล้วผสมกับวัสดุคือ ยิปซัม และแป้งมันสำปะหลัง บดให้เป็นผงแล้วบรรจุถุง แล้วซีลปิดปากถุง เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ตรวจปริมาณเซลล์ที่มีชีวิต และความสามารถในการย่อยสลายวัสดุวัสดุอินทรีย์ที่ 0 3 7 15 30 60 90 120 150 180 และ 360 วัน เบื้องต้นพบว่าที่ 150 วัน DC 013 B 017 B 046.6 B 070 B และ 1102 B ในรูปแบบผงเซลล์ยังมีชีวิตประมาณ 10^4 -10^5CFU/เม็ด และยังคงมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายเซลลูโลส ส่วนการศึกษาแหล่งของคาร์บอนที่เหมาะสมสำหรับเป็นส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ เพื่อการขยายปริมาณจุลินทรีย์ในปริมาณมาก แหล่งคาร์บอนที่ใช้ในการทดลอง ครั้งที่ 1 ได้แก่ กลูโคส ซูโครส และมอลโตส อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ทดลอง คือ อาหาร Nutrient Broth (NB) จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองเป็นจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ประเภทแบคทีเรีย DC 013 B DC 46.6B และ DC070B และ อาหาร Malt Yeast Extract Broth (MY) สำหรับจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ประเภทรา DC 0046F ผลการทดลองในแบคทีเรีย พบว่า ที่ระยะเวลาบ่ม 1 วัน อาหาร NB ที่ไม่ใส่น้ำตาล อาหาร NB ที่ใส่น้ำตาลซูโครส และมอลโตส ให้ปริมาณเซลล์ DC 013 B ที่ 10^9CFU/ml ในขณะที่อาหารที่ใส่น้ำตาลกลูโคส ให้ปริมาณเซลล์น้อยกว่าที่ 10^4CFU/ml นอกจากนี้พบว่าเมื่อระยะเวลาบ่มมากขึ้นปริมาณเซลล์ DC 013 B ลดลงจนตรวจไม่พบที่เวลาบ่ม 7วัน ส่วนปริมาณเซลล์ DC 046.6B ที่ระยะเวลาบ่ม 1 วัน ในอาหาร NB ที่ใส่น้ำตาล ซูโครส และมอลโตส เท่ากับ 7.2 x 10^8 และ 2.7 x 10^8CFU/ml. ตามลำดับ ในขณะที่อาหารที่ใส่

น้ำตาลกลูโคส ให้ปริมาณเซลล์ที่ 6.7 x 10^5CFU/ml. และเมื่อระยะเวลาบ่มนานขึ้นปริมาณเซลล์ลดต่ำลงอย่างรวดเร็วจนไม่พบเชื้อที่ระยะเวลาบ่ม 5 วัน ในทุกอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับเชื้อ DC 070B ให้ผลในทำนองเดียวกันกับ DC 013B และ DC 046.6 B ส่วนการทดลองในรา พบว่าการเจริญของรา DC 046 F ในรูปแบบเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง น้ำตาลซูโครส ให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งราสูงกว่าการใส่น้ำตาลกลูโคส และการใส่น้ำตาลมอสโตส จากการทดลองครั้งที่ 1 พบว่าแบคทีเรียทั้ง 3 ไอโซเลท มีการเจริญสูงสุดเมื่อใช้น้ำตาลซูโครสเป็น แหล่งคาร์บอนและในกรณีของเชื้อราก็เช่นเดียวกันคือ เมื่อใช้น้ำตาลซูโครสเป็นแหล่งคาร์บอนจะให้มวลน้ำหนักแห้งสูงสุด จากผลดังกล่าวจึงดำเนินการศึกษาปริมาณน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับเชื้อแต่ละชนิดตลอดจนระดับ pH ที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถผลิตเซลล์ได้ปริมาณที่มากพอสำหรับเป็นหัวเชื้อในระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้การศึกษา pH ที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์โดยการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ DC 013, DC 017, DC 046.6 ลงในอาหารเหลว NB ที่ระดับ pH ต่างกัน ได้ผลดังนี้ที่ pH 5, pH 6 และ pH 7 เชื้อ DC 013 มีการเจริญค่อนข้างดีในช่วง 72 ชั่วโมงแรกของการเพาะเลี้ยง โดยที่pH 7 สามารถเจริญได้ในระดับ 29x10^8CFU/ml ในชั่วโมงที่ 48 ของการเพาะเลี้ยง และที่ pH 7และ pH 8 เชื้อ DC 046.6 มีการเจริญค่อนข้างดีในช่วง 72 ชั่วโมงแรกของการเพาะเลี้ยง โดยที่ pH 8 สามารถเจริญได้ในระดับ 6x10^8CFU/ml ในชั่วโมงที่ 48 ของการเพาะเลี้ยง นอกจากนี้ยังพบว่าที่ pH 7 , pH 8 และ pH 9 เชื้อ DC 070 มีการเจริญค่อนข้างดีในช่วง 96 ชั่วโมงแรกของการเพาะเลี้ยง โดยที่ pH 8 สามารถเจริญได้ในระดับ 285x10^7CFU/ml ในชั่วโมงที่ 48 ของการเพาะเลี้ยง

การหมักซังข้าวโพดในบ่อหมักจำนวน 70 กิโลกรัมต่อบ่อ ใส่ปุ๋ยหมักมูลวัว และหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ตามกรรมวิธีการทดลอง ให้ความชื้นที่ระดับ 60 เปอร์เซ็นต์ จากการวัดอุณหภูมิ พบว่าอุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักสูงขึ้นในช่วง 15 วันแรก จากนั้นจึงเริ่มลดลงและค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาผ่านไป 75-90 วันซึ่งเป็นการบ่งชี้การสิ้นสุดกระบวนการเป็นปุ๋ยหมักได้ในเบื้องต้นและจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน ณ เวลาต่างๆ พบว่าในช่วง 10 วันแรกการเปลี่ยนแปลง C/N ratio จะลดลงในอัตราที่ใกล้เคียงกัน ต่อมาในช่วงวันที่ 10 ถึงวันที่ 42 กรรมวิธีที่ 1 และ 2 จะลดลงในอัตราที่น้อยกว่ากรรมวิธีที่ 3 4 และ 5 เล็กน้อย ก่อนที่จะมีค่าต่ำกว่า 20 ในวันที่ 75 ซึ่งเป็นการสิ้นสุดการบวนการเป็นปุ๋ยหมัก โดยในวันที่ 15 ของการทำปุ๋ยหมัก ค่า C/N ratio จากน้อยไปมากคือ กรรมวิธีที่ 4 5 3 1 และ 2 ตามลำดับ และในวันที่ 42 ของการทำปุ๋ยหมัก ค่า C/N ratio จากน้อยไปมากคือ กรรมวิธีที่ 4 5 3 2 และ 1 ตามลำดับ (ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%)ดังรูปที่ 2ส่วนการเปลี่ยนแปลงของ pH ระหว่างการเป็นปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันคือ ในช่วงสองสัปดาห์แรก พบการลดลงของ pH อย่างต่อเนื่องอันเกิดจากการกิจกรรมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก หลังจากนั้น pH จะเพิ่มขึ้น แต่ไม่รวดเร็วนักนอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของค่าอินทรียวัตถุ ระหว่างการเป็นปุ๋ยหมักในทุกกรรมวิธีมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกันคือ ลดลงอย่างต่อเนื่องอันเกิดจากการกิจกรรมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในกองปุ๋ยหมัก ก่อนที่จะลดอัตราเร็วในการลดค่าอินทรียวัตถุในช่วงวันที่ 42 ถึง 75

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ผลผลิตจากโครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ และจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตรซึ่งมีเป้าหมายให้ได้เทคโนโลยีการผลิตและตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพการผลิตปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยอินทรีย์เคมีให้มีประสิทธิภาพรวมทั้งการหาจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เพื่อการจัดการดินทั้ง 4 กิจกรรมหลัก ได้ผลผลิตจากการทดลองทั้ง 4 กิจกรรม คือ

1) ได้วิธีการใหม่ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพ 6 วิธี

2) พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพได้ 4 ชนิด

3) ได้เทคนิคในการผลิตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมี ทั้งชนิดแข็งและชนิดที่เป็นของเหลว 3 แบบ

4) ได้ข้อมูลรูปแบบในการใช้จุลินทรีย์ในการจัดการดิน 2 รูปแบบ

ผลการวิจัยจากโครงการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการผลิตและการวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพให้มีมาตรฐาน รวมทั้งได้วิธีการหรือเทคนิคนำไปพัฒนาปรับปรุงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ และอินทรีย์เคมีรวมทั้งการจัดการดินทางชีวภาพเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพืชในประเทศไทยให้มีการใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามบางประเด็นหรือเทคนิค ยังแค่เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานอาจต้องนำไปพัฒนาปรับปรุงต่อยอดต่อไป หากจะมีการนำไปใช้ประโยชน์ นอกจากนี้ยังมีความจำเป็นต้องประเมินผลกระทบทางเศรษฐกิจเพิ่มเติมอีกด้วย เพื่อให้งานวิจัยสามารถนำไปใช้ในระบบการผลิตได้อย่างจริงจัง

โครงการที่ 3 การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

Development on Analytical System of Agricultural Production Inputs

จิติมา ยถาภูธานนท์[1,2/] วรรณรัตน์ ชุติบุตร[2/] ยสิศร์ อินทรสถิตย์[4/] อรพิน หนูทอง[9/] จิราภา เมืองคล้าย[7/] อนนท์ สุขสวัสดิ์[10/] สรัญญา ช่วงพิมพ์[10/] เกษสิริ ฉันทพิริยะพูน[8/] อาทิตยา พงษ์ชัยสิทธิ์[3/] จิราพรรณ ทองหยอด[2/] จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์[2/] จิตติรัตน์ ชูชาติ[2/] พีรพงษ์ เชาวนพงษ์[2/] สาธิดา โพธิ์น้อย[2/] นันทกานต์ ขุนโหร[2/] จริยา วงศ์ตรี[2/] รัตนาภรณ์ คชวงศ์[2/] สงกรานต์ มะลิสอน[2/] ทองจันทร์ พิมพ์เพชร[2/] ชฎาพร คงนาม[2/] ปรียาภรณ์ บุญขจาย[2/] ศุภากร ดวนใหญ่[2/] อาธิยา ปุ่นประโคน[2/] พงศ์พิศ แก้วสุข[2/] เจนจิรา เทเวศร์วรกุล[2/] อมรา หาญจวณิช[2/] สุภา โพธิจันทร์[2/] ญาณธิชา จิตต์สะอาด[2/] พจมาลย์ ภู่สาร[2/] สุภานันทน์ จันทร์ประอบ[2/] เรวดี ศิริยาน[2/] สุพิศสา ทองเขียว[2/] เพชรรัตน์ ศิริวิ[2/] มนต์ชัย อินทร์ท่าอิฐ[2/] จุลศักดิ์ บุญรัตน์[2/] พินิตนันต์ สรวยเอี่ยม[2/] ธิติยา ภรณ์ ประยูรมหิศร[2/] อิสริยะ สืบพันธุ์ดี[2/] พนิดา มงคลวุฒิกุล[2/] ดวงรัตน์ วิลาสินี[2/] พิเชษฐ์ ทองละเอียด[2/] ธนิตา ค่ำอำนวย[2/] สุกัญญา คำคง[2/] ฉลองรัตน์ หมื่นขวา[2/] ทัศนี อัฏฐพรพงษ์[2/] อนุชา ผลไสว[2/] ภัทรฤทัย คมน์ณัฐ[2/] ศรีสุดารื่นเจริญ[2/] รัฐกร สืบคำ[2/] ทิวาพร ผดุง[2/] นงพงา โอลเสน[3/] สิริพร มะเจี่ยว[3/] สุวณี ตันเฮง[3/] หัสฐวิช บุญเหลือ[3/] สาคร นิยมสัตย์[3/] วิภาพร เกียรตินิติประวัติ[4/] เบญจมาศ ใจแก้ว[4/] สุธินี สาสีลัง[4/] พรศิริ สายะพันธ์[4/] ปริยานุช สายสุพรรณ์[5/] จารุพงศ์ ประสพสุข[5/] วัชราพร ศรีสว่างวงศ์[5/] ณัฏฐ์ชยธร ขัตติยะพุฒิเมธ[5/] อรัญญา ลุนจันทา[5/] บังอร แสนคาน[6/] สุพัตรา สุภาการ[6/] นาตยา จันทร์ส่อง[6/] รัตติญา คงแม่น[7/] ทวีพร สุกใส[7/] อาภรณ์ ทองบุราณ[7/] ทิตยา ประเสริฐกุล[7/] อุมาพร รักษาพราหมณ์[8/] จิตติลักษณ์ เหมะ[8/] สิริฉัตร เชาวน์วุฒิกุล[9/] นิกร โคตรสมบัติ[9/] ศิริรัตน์ ตันไสว[9/] พิรุณ ติระพัฒน์[10/] ปริญญาพร จันทร์หอม[10/] เยาวลักษณ์ แสงแก้ว[10/]

Chitima Yathaputanon[1,2/] Wannarut Chutibut[2/] Yasit Intarasatit[4/] Orapin Nuthong[9/] Chirapha Muangklai[7/] Anon Suksawat[10/] Saranya Choungpim[10/] Kedsiri Chantapiriyapoon[8/] Athitaya Pongchaisit[3/] Jirapan Thongyord[2/] Charirat Kusonwiriyawong[2/] Jittirat Choochat[2/] Peerapong Chaovanapong[2/] Sathida Phonoy[2/] Nanthakan Khunhon[2/] Jarirat Wongtree[2/] Rattaporn Cochawong[2/] Songkrant Malisorn[2/] Tongchan Pimpech[2/] Chadaporn Khongnam[2/] Preeyaporn Boonkhajay[2/] Supakorn Duanyai[2/] Arthiya Punprakhon[2/] Pongpit Kaewsuk[2/] Jenejira Teweswarakul[2/] Omara Hanjavanich[2/] Supha Photichan[2/] Yamthicha Jittsaaad[2/] Pojjamarn Poosarn[2/] Supanun Junpra-ob[2/] Rewadee Siriyan[2/] Supissa Thongkheaw[2/] Phetcharat Siriwi[2/] Monchai Intha-it[2/] ChunlasakBoonrat[2/] Pinitnun Sruay-iam[2/] Thitiyaporn Prayoonmahisorn[2/] Issariya Sueppandee[2/] Panida Mongkhonwuttikun[2/] Duangrat Wilasinee[2/] Pichet Tongla-eard[2/] Thanita Kham-amnouy[2/] Sukanya Khamkong[2/] Chalongrat Muenkhwa[2/] Tassanee Atthapompong[2/] Anucha Phonswai[2/] Phatruethai Kumnat[2/] Srisuda Ruencharoen[2/] Ratgon Suebkam[2/] Thiwaporn Phadung[2/] Nongpanga Olsen[3/] Siriporn Majeaw[3/] Suwanee Tonhang[3/] Hatthawit Boonluea[3/] Sakorn Niyomsat[3/] Wipaporn Kiatnitiprawat[4/] Benjamard Jaikaew[4/] Sutinee Saseelung[4/] Phonsiri Sayaphan[4/] Pariyanuch Saisuphan[5/] Jarupong Prasopsuk[5/] Watcharaporn Srisawangwong[5/] Natchayathorn Khattiyaphutthimet[5/] Arunya Lunjanta[5/] Bang-on Saenkahn[6/] Supattra Supakarn[6/] Nattaya Jansong[6/] Rattiya Kongmen[7/] Taweeporn Sooksai[7/] Arphorn Thongburan[7/] Thidtaya Prasertkul[7/] Umaporn Raksapharm[8/] Jittiluk Hama[8/] Sirichat Chaowuttikul[9/] Nikorn Kotsombate[9/] Sirirat Tunsawai[9/] Pirun Tirapat[10/] Parinyaphorn Chanhorn[10/] Yaowalak Sangkeaw[10/]

[1/] สำนักผู้เชี่ยวชาญ (Senior Expert Office)

[2/] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (Agriculture Production Sciences Research and Development Division)

[3/] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 (Office of Agricultural and Development Region 1)

[4/]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 (Office of Agricultural and Development Region 2)
[5/]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 (Office of Agricultural and Development Region 3)
[6/]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 (Office of Agricultural and Development Region 4)
[7/]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 (Office of Agricultural and Development Region 5)
[8/]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 (Office of Agricultural and Development Region 6)
[9/]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 (Office of Agricultural and Development Region 7)
[10/]สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 (Office of Agricultural and Development Region 8)

บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมวิชาการเกษตรทั้งส่วนกลาง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขตได้ทำการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์คุณภาพปัจจัยการผลิตของห้องปฏิบัติการ ระหว่างปี 2554 – 2558 โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาศักยภาพของห้องปฏิบัติการให้ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 เพื่อยกระดับมาตรฐานการวิเคราะห์ ให้มีมาตรฐานเดียวกัน และเทียบเท่าสากล ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ สร้างความเชื่อมั่นและเป็นที่เชื่อถือของผู้ใช้บริการทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ เพื่อพิสูจน์ยืนยันคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ว่าวิธีวิเคราะห์นี้มีความถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ สามารถอ้างอิงได้ตามมาตรฐานสากล ประเมินผลด้วยวิธีทางสถิติโดยศึกษาหาความแม่นของการวัด (Accuracy) ประเมินด้วยค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับที่98 – 102ความเที่ยง (Precision) ประเมินด้วย ค่า HORRAT ที่น้อยกว่า 2 วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection, LOD) วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation, LOQ)วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของวิธีวิเคราะห์ (Range) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งาน (Linearity) ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่มากกว่า 0.995 ผลการประเมินพบว่า ค่าที่ได้ทั้งหมดของวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากลแสดงว่าวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย และวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ ที่ห้องปฏิบัติการทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขตใช้อยู่มีความมีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ และผลสำเร็จของผลงานวิจัยในโครงการ สามารถนำไปขยายผล ใช้เป็นข้อกำหนดที่สำคัญทางด้านวิชาการที่ทำให้ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025: 2005 ส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการมีความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ สร้างความเชื่อมั่นและลดข้อโต้แย้งของผลวิเคราะห์ ที่ใช้ประกอบการดำเนินคดีตามกฎหมาย เพื่อรองรับการดำเนินการตามพระราชบัญญัติปุ๋ยพ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535ทำให้เกษตรกรได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ

สรุปในภาพรวมของโครงการ พบว่าวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยที่ได้พัฒนาและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 42 วิธี วิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 36 วิธีวิธี

วิเคราะห์พืชที่ได้พัฒนาและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 10 วิธีวิธีวิเคราะห์ดินที่ได้พัฒนาในระบบคุณภาพและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 6 วิธีวิธีวิเคราะห์สารสกัดจากพืชที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 2 วิธีได้วัสดุอ้างอิงภายใน 2 ชุด ได้แก่ ปุ๋ยอินทรีย์อ้างอิงภายใน ดินอ้างอิงภายใน ที่ใช้ควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์ทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการผ่านกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินอีก 1 กิจกรรม ได้วิธีวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS) ที่ให้ผลวิเคราะห์รวดเร็วทราบผลภายใน 1-2 นาที แม่นยำตามมาตรฐานสากล น่าเชื่อถือ ปลอดภัยจากสารเคมีและรักษาสิ่งแวดล้อม 5 วิธี ได้แก่ วิธีประเมินปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์โปรตีนในถั่วเหลืองสมบัติทางเคมีและทางกายภาพในดิน และปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ได้วิธีวิเคราะห์อย่างง่ายเพื่อใช้ในระบบการผลิตพืช2 ชุดได้แก่ ชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดินและชุดตรวจสอบอินทรียวัตถุของดินผลสำเร็จของงานวิจัยด้านฐานข้อมูลพบว่า ได้ข้อมูลด้านประเมินศักยภาพคุณภาพและการจัดการองค์ความรู้เพื่อให้บริการด้านดิน น้ำ ปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช 6 ชุดได้แก่ 1) คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ แม่น้ำและน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลางส่วนใหญ่มีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สามารถใช้รดพืชทั่วไปได้ 2) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol, gibberellic acid และ ethephon พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชทุกชนิดและทุกสูตรความเข้มข้นมีความคงสภาพดี เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้3) ได้โปรแกรมคำนวณอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ 4) จากการสำรวจและศึกษาขนาดอนุภาคและความแข็งของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้า และข้อมูลสารตัวเติมจากแหล่งต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทยพบว่า ตัวอย่างแม่ปุ๋ยที่สุ่มเก็บจากท้องตลาดของภาคต่างๆ บางส่วนมีลักษณะทางกายภาพไม่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเลือกวัตถุดิบสำหรับผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า5)ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อปุ๋ยอินทรีย์ 6) ได้สมการที่ใช้ทำนายค่าดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์ ข้อมูลด้านประเมินคุณภาพปัจจัยการผลิตนี้เพื่อให้บริการกับเกษตรกรและผู้ประกอบการ ได้ใช้และผลิตปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานของปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

Abstract

Agricultural Production Inputs Laboratories of Department of Agriculture, Agricultural Production Sciences Research and Development Division (APSRD) and the Office of Agricultural Research and Development (OARD) Region 1-8 have developed on analytical system during the years2554 - 2558with the aimto develop them to get the laboratory accredited on comply with ISO/IEC 17025:2005, which established them to high standard quality at international level. The testing results provided accuracy, precision, confidence and

was reliable for customers. Studies on the Method Validation of the analytical method of fertilizer,insecticide, pesticide formulations, plant, soil and organic substances are verified the accuracy, precision and reliable technique which is practical according to the international standard.The accuracy assessed by % recovery at 98 - 102%, precision assessed by the HORRAT at less than 2, Limit of Detection (LOD), Limit of Quantitation (LOQ), rang and linearity assessed by the correlation coefficient (r^2) at more than 0.995, were intensively studied.The results were found that all analytical methods of agricultural production inputs wereacceptableaccording to international standards. Therefore, these methods can be used as standard method for determining the accuracy and precision of the analytical results which are practical for the analysis in the laboratory. The successful outcome ofthe researchproject can beextended touse as a technicalspecifications which were met the requirement of the ISO/IEC 17025:2005.The results showed that since APSRD and OARD Region 1-8were accredited with ISO/IEC 17025:2005, the testing results were reliable and traceable.The customers who practiced the achieved terting methods following the Fertilizer Act B.E. 2518 (1975), the Hazardous Substance Act B.E. 2535 (1992). As a result,farmershave been usedthe agricultural production with good quality.Theoveralloftheresearchproject showed thatall analytical methods of agricultural production inputs were validated as followed:fourty two analytical methods in fertilizer, thirty six analytical methods in insecticide pesticide formulations,tenanalytical methods in plant,sixanalytical methods in soil andthreeanalytical methods in organic substances. Two Internal reference materials, soil and organic fertilizer were also achieved. Soil proficiency testing was available for external quality control system. Five analytical methods ofNear Infrared Spectroscopy techniques which are non-destructive, rapid and accurate predictions for organic matter in organic fertilizer, protein in soybean, total nitrogen in inorganic fertilizer, chemicals and physical properties of soil and water content of emulsifiable concentrate in pesticide formulations have been accomplished. A test kit for evaluating lime requirement of soil and that for measuring soil organic matter content have also been developed.Six sets of technical data researchedto support the evaluation process on soil,water, fertilizer and plant growth regulators showed that1) The water quality of the natural water resources and groundwater for agriculture in the central regionare good and can be used to grown the plants. 2) Factors affecting the stability of paclobutrazol, gibberellic acid and ethephon showed that storage at zero degree celsius and room temperature for 24 months were stable and the percentage of active

ingredient complied were accepted.3) The programautomaticallycalculated to proved the artificial fertilizers, standard errorofchemicalfertilizersand organic fertilizers. 4) From the surveyandanalysisofparticle sizeandhardnessof theraw materials andthe different sources of fillersofimportedfertilizer showed that somephysical characteristics of the raw materials do notmeet the criteria fortheselection of raw materialsfor bulk blending quality fertilizer control. .5) The correlation of pH and electric conductivity of organic fertilizer on germination index. 6) The equationusedtopredictthe germination indexin organic fertilizer.As a result,farmers and entrepreneurs have used and produced the agricultural production with standard quality.

คำสำคัญ (keywords)

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเที่ยง ความแม่น การเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ไนโตรเจนทั้งหมดฟอสฟอรัส โพแทสเซียมการควบคุมคุณภาพปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ตัวอย่างอ้างอิงภายใน เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ชุดตรวจสอบอย่างง่ายดัชนีการงอก โปรแกรมคำนวณอัตโนมัติ

Method Validation, Method Development, Homogeneity, Accuracy, Precision, Interlaboratory Comparision, Total nitrogen, Phosphorus, Potassium, Quality control, Fertilizer, Plant, Soil, Water, Organic substance, Pesticide Products, Plant Growth Regulator Products, Internal Reference Material, Near Infrared Spectroscopy, Test Kit, Germination Index, Automatically Calculating Program.

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กรมวิชาการเกษตร โดยกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตส่วนภูมิภาคทั้ง 8 เขต เป็นศูนย์บริการวิเคราะห์ตรวจสอบปัจจัยการผลิตด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้ผลการทดสอบที่มีความถูกต้อง แม่นยำเป็นห้องปฏิบัติการที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานสากล โดยเฉพาะปุ๋ยที่เป็นปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ในการควบคุมคุณภาพปุ๋ย ควบคุมการผลิตและจำหน่ายปุ๋ยให้มีคุณภาพ ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ เพื่อรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร ซึ่งต้องอาศัยผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุ

อาหารในปุ๋ยของห้องปฏิบัติการ รวมทั้งการให้บริการตรวจวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่กรมวิชาการเกษตรมีหน้าที่ในการการควบคุมทั้งการผลิต นำเข้า หรือครอบครอง โดยทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้มีคุณภาพตรงตามที่ฉลากระบุ เพื่อเกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ซึ่งต้องอาศัยผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งกรมวิชาการเกษตรยังเป็นองค์กรนำด้านการวิจัยและพัฒนาพืช ที่ต้องใช้ข้อมูลผลวิเคราะห์ธาตุอาหารจากห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมทั้งในพืช ดิน รวมทั้งวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตร เพื่อพัฒนางานวิจัยด้านการปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืช ลดการใช้ปุ๋ยวินิจฉัยปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ทำให้ผลวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือของทั้งผู้ให้บริการและผู้ขอรับบริการ ยกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ให้มีมาตรฐานเดียวกันและเทียบเท่าสากล

การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล จำเป็นที่จะต้องมีการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ (Quality assurance) มีระบบการควบคุมคุณภาพ (Quality control) ทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการ เพื่อทำให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำและเชื่อถือได้ ปัจจุบันนี้ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มักประสบกับปัญหาของการแปรผันของผลการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้น มีวิธีการวิเคราะห์หลากหลาย ไม่สามารถวิเคราะห์ธาตุอาหาร หลายชนิดในคราวเดียวกันได้ และไม่สามารถสรุปว่าวิธีการใดเป็นวิธีการที่เหมาะสมและสมควรใช้เป็นวิธีมาตรฐาน เนื่องจากเครื่องมือที่มีอยู่ สารเคมีที่ระบุให้ใช้ ไม่สามารถจะหาได้ ทำให้เกิดความยุ่งยากเสียเวลามาก จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาวิธีวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตรให้เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพ รวดเร็วทันกับความต้องการของผู้ใช้บริการ และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติ เพื่อใช้เป็นวิธีวิเคราะห์มาตรฐาน (Standard operation procedure) ของห้องปฏิบัติการ ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการโดยมีเป้าหมายใหญ่ คือ วิจัยพัฒนาและปรับปรุงวิธีวิเคราะห์ ให้เป็นวิธีมาตรฐาน ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method validation) และทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Proficiency testing) เพื่อยืนยันถึงวิธีที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้ เพื่อขอรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการ (Laboratory accreditation) ตามมาตรฐานสากล (ISO/IEC 17025 : 2005) ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือและยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล ส่งผลดีต่อเกษตรกรให้ได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ ตรงตามที่ฉลากระบุ และเกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปลอดภัย รวมทั้งจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการการผลิตวัสดุอ้างอิง (Internal reference material : IRM)เพื่อควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์และลดต้นทุนการวิเคราะห์ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการประกันคุณภาพผลการทดสอบและสอบเทียบตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 เพื่อให้ห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรมในการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่องในการตรวจประเมินสมรรถนะห้องปฏิบัติการของกรม

วิชาการเกษตร และภาคเอกชนที่กรมวิชาการเกษตรได้ถ่ายโอนภารกิจงานด้านการวิเคราะห์ไปตามมติของครม.ทำให้เป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือทั้งในประเทศและต่างประเทศ

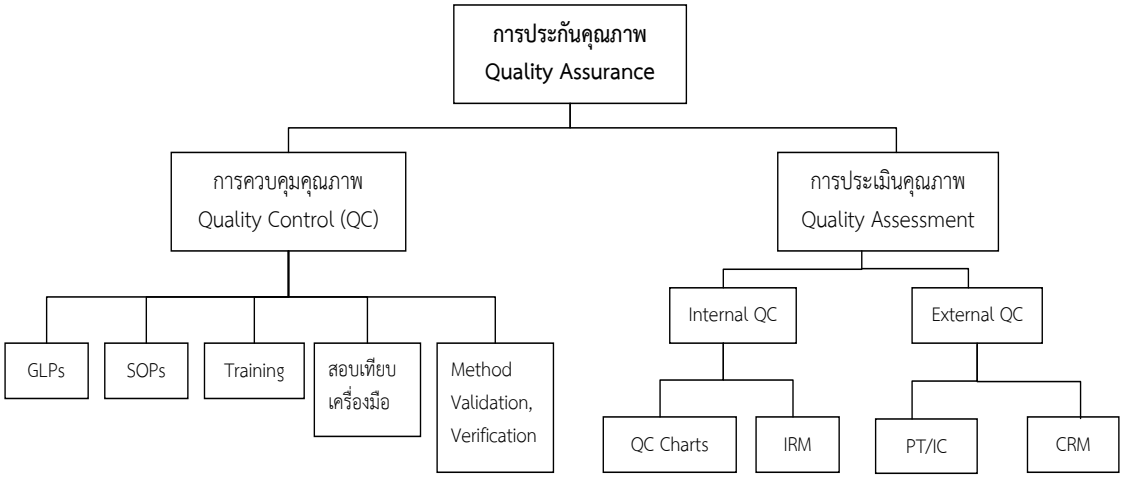
นอกจากนี้กรมวิชาการเกษตร ยังมีภารกิจในการพัฒนาระบบการให้บริการวิเคราะห์ตรวจสอบปัจจัยการผลิตทางการเกษตรแก่เกษตรกร และเพื่อให้การวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ และฉับไวในระดับสากล จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนางานวิจัย และพัฒนาวิธีวิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเปลี่ยนแปลงจากระบบการวิเคราะห์ทางเคมีที่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายและเป็นจำนวนมากๆ เพื่อให้ได้วิธีที่ทันสมัย เป็นที่ยอมรับและทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยนำเทคนิคใหม่มาใช้เพื่อลดขั้นตอนการวิเคราะห์ และสารเคมีลง โดยการใช้เทคนิคพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่อินฟราเรดย่านใกล้ (Near Infrared : NIR) ซึ่งเป็นองค์ความรู้หนึ่งที่ใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในต่างประเทศขณะนี้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถทำนายค่าทางเคมีของปัจจัยการผลิตได้อย่างรวดเร็วทราบผลภายใน 1-2วินาที แม่นยำ ไม่ใช้สารเคมี และตัวอย่างไม่ถูกทำลาย รวมทั้งการพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) เพื่อใช้ตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตเบื้องต้นที่สามารถเข้าถึงเกษตรกร สะดวกรวดเร็วเกษตรกรสามารถใช้ได้จริงในพื้นที่ภาคสนาม

ดังนั้น กรมวิชาการเกษตรจึงได้ให้ความสำคัญกับการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต เพื่อให้ได้เทคนิคการวิเคราะห์ การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี และทวนสอบวิธี เพื่อให้ผลการตรวจวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับและมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ ได้รับการยอมรับในระดับสากล และใช้เป็นข้อมูลทางวิชาการสนับสนุนกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่เป็นหน่วยงานส่วนกลาง และส่วนภูมิภาคสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 ให้ได้รับการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 : 2005ซึ่งงานวิจัยในแผนงานวิจัยนี้สามารถสนับสนุนการขอการรับรองห้องปฏิบัติการ และการขยายขอบข่ายวิธีวิเคราะห์ให้กับห้องปฏิบัติการให้มีศักยภาพเท่าเทียมในระดับนานาชาติรวมทั้งพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตให้มีความทันสมัย สะดวกรวดเร็วและเข้าถึงเกษตรกร

การทบทวนวรรณกรรม

การพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์และทดสอบ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 มีข้อกำหนดให้ห้องปฏิบัติการมีการประกันคุณภาพผลวิเคราะห์ (Taylor, 1987) เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ ผลิตผลวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สร้างความเชื่อมั่นทั้งผู้ให้บริการและผู้รับบริการ

การประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ทดสอบ(Quality Assurance, QA)



GLPs (Good Laboratory Practices), SOPs (Standard Operating Procedures), IRM (Internal Reference Material), PT (Proficiency Testing), IC (Inter laboratory Comparison), CRM (Certified Reference Material)

ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการจัดทำระบบการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ

การประกันคุณภาพ หมายถึง แผนและการดำเนินการอย่างเป็นระบบที่จำเป็นในการให้ได้มาซึ่งความเชื่อมั่นที่เพียงพอว่าการบริการผลวิเคราะห์เป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 เป็นการประกันคุณภาพของการตรวจวิเคราะห์ให้เป็นระบบที่ยอมรับได้ ทั้งในด้านความแม่นและความเที่ยง ของผลวิเคราะห์ กิจกรรมต่างๆ ของการประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1) บุคลากร มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้มีความรู้ความสามารถ เข้าใจในงานที่ปฏิบัติทั้งทางวิชาการและด้านคุณภาพ โดยการฝึกอบรมภายในหรือภายนอก และประเมินความสามารถของเจ้าหน้าที่เพื่อให้มั่นใจว่าเจ้าหน้าที่สามารถดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความชำนาญอย่างต่อเนื่อง

2) สถานที่และสภาวะแวดล้อม มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมที่มีผลกับการทดสอบ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ในห้องเครื่องมือ ห้องเครื่องชั่ง

3) วิธีทดสอบและการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์(Method Validation)ที่ใช้ เพื่อพิสูจน์

4) ความเที่ยง (Precision) และความแม่น (Accuracy) ของวิธี เพื่อยืนยันว่าวิธีทดสอบมีความเหมาะสมต่อวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน

5) การจัดการเครื่องมือ มีการฝึกอบรมบุคลากร ในการใช้เครื่องมือ มีประวัติเครื่องมือและอุปกรณ์ แผนการบำรุงรักษา มีการสอบเทียบ ตรวจสอบสมรรถนะของเครื่องมือ จัดให้มีการสอบเทียบตามเวลาที่กำหนด โดยห้องปฏิบัติการที่สามารถสอบกลับได้ไปยังหน่วยตามระบบสากล

6) การจัดการวัสดุอ้างอิงและสารเคมี มีการใช้วัสดุอ้างอิง ซึ่งสอบกลับไปยังหน่วย SI ของการวัด มีการใช้ตัวอย่างอ้างอิงภายใน (Internal Reference Material,IRM)ซึ่งมีวิธีการปฏิบัติตามวิธีการเตรียมตัวอย่างอ้างอิงและมีการตรวจสอบระหว่างการใช้งาน

7) การจัดการตัวอย่าง มีใบนำส่งตัวอย่าง มีสมุดรับตัวอย่าง มีการบ่งชี้ตัวอย่างและลงหมายเลขบ่งชี้

ตัวอย่าง เพื่อทำให้ไม่เกิดความผิดพลาดตลอดการวิเคราะห์

8) การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ทดสอบ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ การควบคุมคุณภาพภายใน และการควบคุมคุณภาพภายนอก

9) การตรวจสอบงาน ตรวจสอบใบรายงานผลวิเคราะห์ มีการบันทึกครบถ้วน ถูกต้อง

10) มีการรายงานผลทดสอบที่ถูกต้องชัดเจน ระบุวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ ชื่อผู้วิเคราะห์ และหัวหน้าหน่วยงาน

การประกันคุณภาพ ประกอบด้วยกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน 2 กิจกรรม คือ การประเมินคุณภาพ (Quality Assessment) และการควบคุมคุณภาพ (Quality Control, QC) ซึ่งทั้งสองกิจกรรมต้องปฏิบัติและดำเนินการควบคู่กันไป

การประเมินคุณภาพ (Quality Assessment)

การประเมินคุณภาพ หมายถึง ระบบของกิจกรรมต่างๆ ที่มีจุดประสงค์เพื่อรับประกันว่ากระบวนงานหรือกิจกรรมการควบคุมคุณภาพได้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control, QC)

การควบคุมคุณภาพ หมายถึง การดำเนินการและกิจกรรมด้านวิชาการ (Operation techniques and activities) ของกิจกรรมต่างๆ ทั้งระบบ ซึ่งมีขึ้นเพื่อควบคุมคุณภาพของผลผลิตหรือการบริการให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้บริการ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้เกิดความพึงพอใจ มีคุณภาพมากพอ มีการรายงานผลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ และมีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ซึ่งการควบคุมคุณภาพ ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ผู้วิเคราะห์ทดสอบมีความมั่นใจในการวิเคราะห์ทดสอบมากยิ่งขึ้น ตามข้อกำหนดด้านคุณภาพ การควบคุมคุณภาพ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ การควบคุมคุณภาพภายใน และการควบคุมคุณภาพภายนอก

การควบคุมคุณภาพภายใน (Internal Quality Control, IQC)

การควบคุมคุณภาพภายใน หมายถึง การดำเนินการของห้องปฏิบัติการในการเฝ้าระวังการทดสอบและผลการทดสอบให้น่าเชื่อถือก่อนรายงานผล กระบวนการควบคุมคุณภาพต้องครอบคลุมทุกขั้นตอนการวิเคราะห์ ตั้งแต่การสุ่มตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์ตัวอย่าง การทำแผนภูมิควบคุมคุณภาพ ตลอดจนถึงการรายงานผลการทดสอบ ซึ่งการควบคุมคุณภาพที่ห้องปฏิบัติการควรทำเป็นประจำทุกครั้งที่มีการวิเคราะห์ทดสอบเป็นชุดตัวอย่าง (batch) วิธีการควบคุมคุณภาพภายในของห้องปฏิบัติการจะต้องเลือกตัวอย่างควบคุม (Quality ControlSample, QC Sample) แล้วทำการทดสอบพร้อมกับตัวอย่างในแต่ละชุด การเลือกตัวอย่างควบคุมขึ้นอยู่กับวิธีวิเคราะห์ ธรรมชาติของตัวอย่าง สิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ และความเข้มข้นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์

วิธีการควบคุมคุณภาพภายใน โดยทั่วไปอาจจะเกี่ยวข้องกับตัวอย่างควบคุมต่างๆ ต่อไปนี้

1) การวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Materials, CRMs)
2) การวิเคราะห์ QC check standard (Instrument check standard)
3) การวิเคราะห์รีเอเจนต์แบลงค์ของวิธีทดสอบ (Reagent blank or method blank)

4) การวิเคราะห์ Spiked sample หรือ การหา %Recovery ที่ความเข้มข้นต่างๆ ตลอดช่วงการใช้งาน

5) การวิเคราะห์ซ้ำในตัวอย่างเดียวกัน (Duplicate analysis pair)

6) การวิเคราะห์ตัวอย่างควบคุมภายใน (Quality control sample, QC Sample)

7) การสอบเทียบ (Calibration) และการตรวจสอบสมรรถนะ (Performance) ของเครื่องมือ

การควบคุมคุณภาพภายนอก (External Quality Control, EQC)

การเข้าร่วมกิจกรรมทดสอบความชำนาญ เป็นกระบวนการควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ภายนอกซึ่งเป็นปัจจัยชี้บ่งถึงความสามารถหรือปัญหาในการวิเคราะห์ได้ระดับหนึ่งดังข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005ที่ระบุไว้ว่านอกเหนือจากการเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ที่มีการยืนยันความเหมาะสมการเลือกใช้เครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบและการควบคุมคุณภาพภายในแล้วยังต้องมีการควบคุมคุณภาพจากภายนอก โดยเข้าร่วมทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการ

การทดสอบความชำนาญ มีเป้าหมายหลัก คือ 1. เพื่อพิจารณา และปรับปรุงข้อมูลด้านคุณภาพของห้องปฏิบัติการ 2. เป็นเอกสารข้อมูลคุณภาพของห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ และ 3. ค้นหาปัญหาที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ (Frederick*et al.*, 2000) ซึ่งสำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 2544 ได้อธิบาย และให้ความหมายของการทดสอบความชำนาญว่า ประโยชน์ของการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการหาสมรรถนะของการวัด หรือการทดสอบของห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตาม การดำเนินการตามแผนการทดสอบความชำนาญมักจะได้ข้อมูลเพื่อใช้ในจุดประสงค์อื่นๆ ด้วย หนึ่งในประโยชน์ของการทดสอบความชำนาญก็คือ ใช้ประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการ ในการปฏิบัติการทดสอบ อาจรวมถึงการตรวจประเมินตนเองของห้องปฏิบัติการ การตรวจประเมินโดยลูกค้า หรือโดยบุคคลอื่นๆ เช่น หน่วยรับรองห้องปฏิบัติการ หรือหน่วยควบคุมตามกฎหมาย ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงควรเพิ่มเติมการดำเนินการควบคุมคุณภาพภายในของตนโดยการใช้มาตรการภายนอก เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของห้องปฏิบัติการ การเข้าร่วมในแผนการทดสอบความชำนาญจะทำให้ห้องปฏิบัติการมีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรมในการตรวจประเมิน และเป็นการแสดงความน่าเชื่อถือของข้อมูลของห้องปฏิบัติการ แผนการทดสอบความชำนาญประกอบด้วย ผู้ดำเนินการที่จัดกิจกรรม (PT provider) จะจัดส่งตัวอย่างทดสอบไปยังห้องปฏิบัติการของสมาชิก เพื่อให้สมาชิกทำการวิเคราะห์ ซึ่งปกติในการวิเคราะห์จะใช้วิธีที่ห้องปฏิบัติการเลือกใช้เอง ในบางกรณีผู้ดำเนินการทดสอบความชำนาญอาจจะกำหนดวิธีการเฉพาะให้ ผลการทดสอบจะถูกส่งไปยังผู้ดำเนินการทดสอบความชำนาญภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ ผู้ดำเนินการทดสอบความชำนาญจะประเมินผลที่ห้องปฏิบัติการส่งมา และรายงานผลเป็นคะแนนด้วยวิธีทางสถิติ การรายงานผลจะมีการชี้บ่งห้องปฏิบัติการโดยใช้รหัสเพื่อรักษาความลับของห้องปฏิบัติการ

การเข้าร่วมกิจกรรมการทดสอบความชำนาญ (Proficiency testing, PT) หรือ การเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Inter laboratory comparison) ซึ่งเป็นการควบคุมคุณภาพภายนอกเพื่อความมั่นใจในการปฏิบัติงาน พัฒนาความรู้ ความสามารถ รวมทั้งรักษามาตรฐานไว้และสามารถช่วยให้ห้องปฏิบัติการทวนสอบได้ว่า เทคนิคการทดสอบที่ดำเนินการยังคงมีความเหมาะสมเป็นการทดสอบสมรรถนะ

ของห้องปฏิบัติการ เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่น แสดงถึงความน่าเชื่อถือของผลวิเคราะห์ และเป็นไปตามหลักเกณฑ์ของมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005

วัตถุประสงค์ของการวัดในการวิเคราะห์ คือ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สม่ำเสมอไม่เปลี่ยนแปลง (consistent) น่าเชื่อถือ (reliable) และถูกต้อง (accurate) ผลของการวัดที่ผิดพลาดสามารถนำไปสู่ค่าใช้จ่ายจำนวนมหาศาลได้ การเลือกใช้วิธีที่มีความถูกต้องมากเกินไปจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายแพงโดยไม่จำเป็นหรือ ถ้าเลือกใช้วิธีมีความถูกต้องน้อยกว่าความต้องการจะทำให้การวิเคราะห์นั้นไม่เพียงพอ (สถาบันอาหาร, 2543; Reeuwijk, 1998) ดังนั้น การเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการใช้งานและครอบคลุมความต้องการในประยุกต์ใช้จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ การที่จะทราบว่าวิธีวิเคราะห์ใดเหมาะสมหรือไม่เพียงใด จะได้จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method Validation) โดยนำวิธีการวิเคราะห์นั้น ๆ มาศึกษา มีการบันทึกข้อมูลวิธีดำเนินการและผลที่ได้ รวมทั้งมีข้อสรุปบ่งชี้ว่าวิธีนั้นเหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้งานตลอดจนครอบคลุมความต้องการประยุกต์ใช้ (จิตรา, 2545; ISO/IEC 17025) ตามข้อกำหนด 5..5 กล่าวว่าห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีที่ถูกดัดแปลงมาจากวิธีมาตรฐาน เพื่อยืนยันว่าวิธีนั้นเหมาะสมกับการใช้ตามที่ตั้งใจไว้ การเปรียบเทียบผลที่ได้กับวิธีอื่นเป็นเทคนิควิธีหนึ่งที่ใช้สำหรับตรวจสอบการดำเนินการ ทั้งนี้ในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบจะต้องจัดทำขึ้นโดยบันทึกไว้ในเอกสารอย่างเป็นรูปธรรม

การดำเนินงานด้านการวิเคราะห์ควบคุมคุณภาพปุ๋ยตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และเพื่อให้บริการทั่วไปนั้น ห้องปฏิบัติการได้นำวิธีการตรวจวิเคราะห์มาจาก Association of Official Analytical Chemists (AOAC) และ Official Methods of Analysis of Fertilizers(OMAF) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานมาดัดแปลงใช้ในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่มี และจัดทำเป็นคู่มือวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย (คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี, 2551 คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์, 2551) ในปัจจุบันมีการผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพิ่มขึ้น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ผลิตจากวัตถุดิบที่หลากหลายและมีปริมาณแตกต่างกันมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ การตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณอินทรียวัตถุซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของปุ๋ยอินทรีย์ ตามประกาศมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ประเภทปุ๋ยหมักของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงมีความจำเป็นต้องเปรียบเทียบวิธี พัฒนาวิธีวิเคราะห์ให้เหมาะสมและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี เพื่อลดข้อโต้แย้ง เพื่อให้ผลวิเคราะห์มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และยอบรับได้ในระดับสากล และเพื่อรับรองมาตรฐานแก้ไขปรับปรุงตัวชี้วัดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

เนื่องจากความจำเป็นในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ทำให้มีการนำเข้าสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่ขึ้นทะเบียนในประเทศไทยมีมากกว่า 300 ชนิด (ศูนย์ข้อมูลวัตถุมีพิษ, 2545) แต่ละชนิดจะมีสูตรโครงสร้างและคุณสมบัติเฉพาะตัว (Charles *et al.*, 1987) การศึกษาวิธีวิเคราะห์จะต้องศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารนั้น ๆ ให้เข้าใจก่อนจึงหาวิธีการหรือดัดแปลงและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ได้ ในการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐาน

ตาม CIPAC, AOAC และ EPA หรือวิธีที่พัฒนาขึ้นเองนั้น ก่อนที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ต้องมีพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีก่อน (Huber, 1999) ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีที่นำมาใช้มีความถูกต้องและแม่นยำสูง เป็นที่ยอมรับได้ในระดับสากล จากข้อมูลการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรของสำนักควบคุมพืชและวัสดุกสารเกษตร กรมวิชาการเกษตร ในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีการนำเข้าสารชีวินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Bio-pesticides) 124,364 ก.ก. เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545 ซึ่งนำเข้า 68,440 กก. จึงเห็นได้ว่าแนวโน้มการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากธรรมชาติเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในด้านการควบคุมคุณภาพในการสำรวจผลิตภัณฑ์สะเดาที่มีจำหน่ายในประเทศ พบว่าบางผลิตภัณฑ์มีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ต่ำมากไม่ตรงตามฉลากที่ระบุไว้ การสำรวจชนิดและตรวจสอบสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์จะเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ใช้ให้มีความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และมีความจำเป็นเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดมาตรฐานการขึ้นทะเบียนควบคุมคุณภาพให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน วิธีวิเคราะห์ที่ใช้จึงจำเป็นต้องได้มาตรฐาน สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ด้วยเช่นกันการใช้สารสกัดจากพืชป้องกันและกำจัดศัตรูพืชให้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบความเข้มข้นสารออกฤทธิ์ที่เหมาะสม อัตราการใช้ และวิธีการใช้ที่ถูกต้อง ตลอดจนการเก็บรักษา และอายุการใช้งานของสารสกัด ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากพืชสำเร็จรูปต้องมีฉลากระบุชนิดของสารออกฤทธิ์ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของสารสกัด การตรวจสอบปริมาณสารออกฤทธิ์เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ใช้ให้มีความเชื่อมั่นในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และใช้เป็นแนวทางในการกำหนดค่าความเข้มข้นมาตรฐานของสารที่สกัดได้จากธรรมชาติ การตรวจหาสารออกฤทธิ์ในสารสกัดจากพืชเป็นขั้นตอนหนึ่งในการขอขึ้นทะเบียน ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ในการตรวจสอบจึงมีความจำเป็นต้องใช้วิธีที่มีมาตรฐานเพื่อให้ผลวิเคราะห์ที่ได้เป็นที่ยอมรับ Oprean (1998) ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์อาซาโรนและ Guddadarangavvanahally (2002) ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์เคอร์คูมินในสารสกัด แต่ยังไม่มีการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ดังกล่าวในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ดังนั้นจึงต้องพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อาซาโรนและเคอร์คูมินในผลิตภัณฑ์ เพื่อเป็นมาตรฐานของห้องปฏิบัติการสารสำคัญหรือสารออกฤทธิ์ในพืชสะเดาคือ azadirachtin(Klaus,1995) หางไหลคือ rotenone(Trease and Evan, 1985) ในว่านน้ำได้แก่ อาซาโรน (Oprean *et al.,* 1998) ในขมิ้นชันได้แก่ เคอร์คูมินอยด์ (Govindarajan, 1980) ผลิตภัณฑ์จากพืชดังกล่าวจึงมีสารออกฤทธิ์นั้นๆเป็นองค์ประกอบ Oprean (1998) ได้ศึกษาวิธีวิเคราะห์สารอาซาโรนโดยวิธี GC-MS และ TLC-Densitometry ในสารสกัด พบว่า วิธี GC-MS ให้ผลแม่นยำกว่า ส่วนวิธี TLC-Densitometry สามารถใช้เป็นวิธีเบื้องต้นในการหาปริมาณอาซาโรนทั้งหมดจากสารสกัดได้การวิเคราะห์สารประกอบเคอร์คูมินอยในผงขมิ้นชันโดยวิธี High performance liquid chromatography (HPLC) พบว่าวิธีนี้สามารถวิเคราะห์สารประกอบเคอร์คูมินอยซึ่งประกอบด้วยสาร curcumin, dimeththoxycurcumin และ bisdemethoxycurcuminโดยมีปริมาณของสาร curcumin มากกว่าสารชนิดอื่น (Guddadarangavvanahally, 2002)

ปัจจัยการผลิตอีกชนิดหนึ่ง คือ ปุ๋ยอินทรีย์ การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ความเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยหมักในปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเตรียมรับรองมาตรฐานแก้ไขปรับปรุงตัวชี้วัดมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งการวัดความเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยหมักสามารถประเมินได้หลายวิธี ได้แก่ C/N ratio, NH_4^+/NO_3

ratio, humicfication, Cation Exchange capacity (CEC), อื่นๆ และ germination index (GI) (Shang-ShyngYang , 1997) อย่างไรก็ตามวิธี GI เป็นวิธีเดียวที่สามารถวัดแบบง่ายๆ ไม่ซับซ้อนได้ผลรวดเร็วและสามารถปรับใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการตรวจสอบรับรองคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยหมักโดยตรง วิธีนี้มีเป้าประสงค์ในการวัดสารพิษต่อพืช (phytotoxic substance) ที่เกิดจากการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์จากตัวปุ๋ยหมักโดยผ่านการสกัดสารอินทรีย์ในปุ๋ยหมักด้วยน้ำเนื้อละลาย,เกลือกรดอินทรีย์กลุ่ม phenolic group และสารพิษอื่นๆ (Tiquia *et al*., 1996)ที่ละลายน้ำออกมาอยู่ในรูปของสารละลาย ซึ่งหากปุ๋ยหมักมีสารพิษเหล่านี้เป็นองค์ประกอบมากจะมีผลโดยตรงต่อการงอกและความยาวรากของรากพืชที่ใช้ทดสอบ (Wong *et al*., 2001)จากการคำนวณถ้าได้ค่า GI = 50% แสดงว่าปุ๋ยหมักนั้นปลอดสารประกอบที่เป็นพิษต่อพืช Tiquia *et al.* (1996) ตรวจสอบความเสร็จสมบูรณ์ของปุ๋ยขี้หมูผสมขี้เลื่อยโดยใช้ seed germination และพบว่า ผักกาดขาว (Brassica parachinenesis) และผักโขมจีน (Amaranthus espinosus) เป็นเมล็ดพืชที่มีความไวต่อการทดสอบครั้งนี้และค่า GI ของพืชมากกว่า 80 % ที่ 60 วันของการบ่มปุ๋ยหมักนั้นแสดงว่าปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ในวันที่ 60 วันของการหมักอย่างไรก็ตามมีข้อถกเถียงว่าวิธีการอื่นๆผ่านหมดแต่เมื่อทดสอบ GI แล้วไม่ผ่าน เป็นข้อมูลที่ต้องทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ให้แม่นยำและถูกต้องตามมาตรฐานสากล เพื่อให้เป็นที่น่าเชื่อถือของผู้รับบริการและเป็นธรรมต่อเกษตรกร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมีโดยกลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยเคมีสรีรวิทยาพืชได้ให้บริการวิเคราะห์โดยนำผลการวิเคราะห์มาพัฒนางานวิจัยเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านพืชร่วมกับสถาบันวิจัยพืชไร่ พืชสวน ยาง กาแฟ และไม้ดอกไม้ประดับ ในการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพ ลดการใช้ปุ๋ยและสารเคมี โดยใช้ผลวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และคุณค่าทางโภชนาการเป็นข้อมูลในการประเมินการปรับปรุงพันธุ์พืชให้ได้พันธุ์ดี พันธุ์ใหม่ที่มีคุณภาพทั้งในด้านปริมาณโปรตีนของถั่วเหลืองโปรตีนสูง (Yathaputanon *et al.,*2008;จิติมาและคณะ, 2552) น้ำมันในสบู่ดำ การเกิดช่อดอกพลาสติกของมะม่วงที่มีสาเหตุจากระดับธาตุอาหารที่ไม่สมดุล (จุลศักดิ์และคณะ, 2552) การประเมินระดับธาตุอาหารเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเมล็ดกาแฟ (Marsh, 2006.) และการประเมินสารยับยั้งความเป็นประโยชน์ของธาตุเหล็กหรือไฟเตท (phytate) ซึ่งเป็นแหล่งสะสมฟอสฟอรัสของพืชไฟเตทมีมากในธัญพืช และพืชตระกูลถั่วเช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ไฟเตทจะไม่ถูกย่อยหรือดูดซึมในลำไส้ โดยจะจับกับธาตุเหล็กสังกะสี แคลเซียม ทองแดงและโปรตีน ทำให้ความเป็นประโยชน์ลดลง และทำให้ร่างกายขาดสารอาหาร (Vohra *et al.*, 1965) มีผลงานวิจัยในหลายประเทศสนับสนุนโดยทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (IAEA) ประสบความสำเร็จในการปรับปรุงพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์กลายธาตุเหล็กสูงไฟเตทต่ำกว่าพันธุ์ปกติ 81% (Meis *et al.,*2003) ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์ (Larson *et al.*, 1998; Raboy *et al.*,1990) นับว่าเป็นการวิจัยวิธีวิเคราะห์เพื่อพัฒนาคุณภาพของพืช และเป็นประโยชน์กับผู้บริโภคอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังนั้นการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง แม่นยำ ไม่นำไปสู่การแปรผลที่ผิดพลาด สามารถสนับสนุนงานปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัดและผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรให้เหมาะสมกับเครื่องมือ และสภาพแวดล้อม เพื่อตรวจพิสูจน์ได้ว่าผลวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ ตามมาตรฐานสากล และเป็นไปตามข้อกำหนดด้านวิชาการของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005ทั้งนี้เพื่อให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยและผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรอง/ขยายขอบข่ายคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005 ยกระดับมาตรฐานห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรในส่วนภูมิภาคให้มีมาตรฐานเดียวกันและเทียบเท่าระดับสากล สร้างความเชื่อมั่นและน่าเชื่อถือให้กับผู้ใช้บริการ

2. เพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง แม่นยำ ของวิธีตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรก่อนที่จะนำไปใช้ในงานบริการตรวจวิเคราะห์เพื่อการขึ้นทะเบียนตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

3. เพื่อผลิตวัสดุอ้างอิงของปัจจัยการผลิตให้กับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ของกรมวิชาการเกษตรเพื่อควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์และลดต้นทุนการวิเคราะห์

4. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ การประกันคุณภาพผลการทดสอบและสอบเทียบตามข้อกำหนดด้านวิชาการของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2005ว่าด้วยการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรม ที่แสดงความน่าเชื่อถือของผลวิเคราะห์ทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค ของกรมวิชาการเกษตร และเพื่อกำกับดูแลการตรวจประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ภาคเอกชนที่กรมวิชาการเกษตรได้ถ่ายโอนงานด้านการวิเคราะห์ ให้เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือในผลการวิเคราะห์ทั้งในระดับประเทศและต่างประเทศ

5. เพื่อจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) สำหรับตรวจสอบปัจจัยการผลิต ให้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว สามารถนำใช้ในภาคสนาม เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืช และใช้ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำและปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

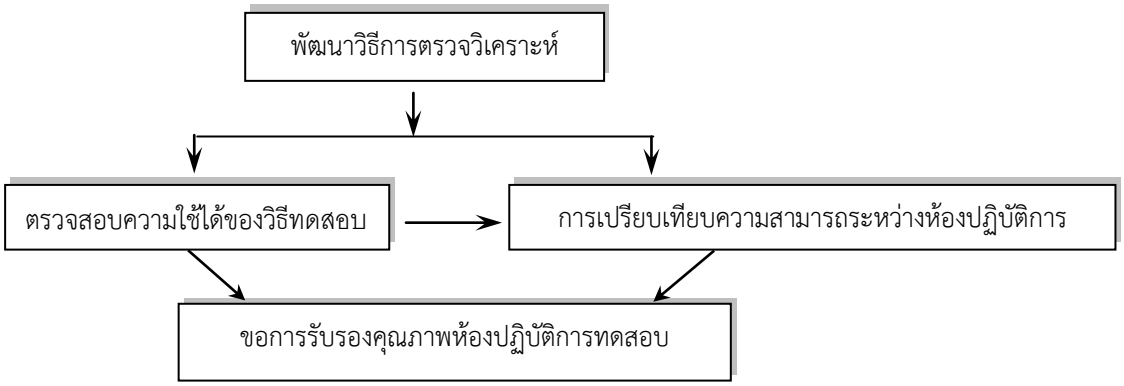
7. เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลผลการวิเคราะห์ธาตุอาหาร เพื่อเพิ่มศักยภาพในการให้บริการด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ และสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ตามนโยบายของกรมวิชาการเกษตร ในการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต ของห้องปฏิบัติการ ทั้งส่วนกลางโดยกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาคโดยสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล และให้ได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 ระบบการตรวจวิเคราะห์วิธีวิเคราะห์ จะต้องมีประสิทธิภาพ มีการควบคุมคุณภาพ

(Quality control) และมีการประกันคุณภาพผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการ (Quality assurance) โดยปฏิบัติตาม Good Laboratory Practice เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ ห้องปฏิบัติการที่จะยื่นขอการรับรองคุณภาพของห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในเรื่องการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ เพื่อเป็นการพิสูจน์และยืนยันถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดในเรื่องการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรม ที่แสดงความน่าเชื่อถือของผลวิเคราะห์การได้รับการรับรองคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005 เป็นการยกระดับมาตรฐานห้องปฏิบัติการให้เป็นที่น่าเชื่อถือ มีมาตรฐานเดียวกันและเป็นไปตามมาตรฐานสากล อีกทั้งทำให้บุคลากรมีการพัฒนาในการทำงานและมีการแก้ปัญหาอย่างมีแบบแผนและมีระบบ ขั้นตอนการดำเนินการดังแสดงในภาพที่3



ภาพที่3 ขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อการขอรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2005

โครงการวิจัย การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ประกอบด้วย 3 กิจกรรมรวม 111 การทดลอง(2554 – 2558) ดังนี้
<u>กิจกรรมที่ 1</u>พัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัด และวัตถุอันตรายทางการเกษตร ประกอบด้วย 5 กิจกรรมย่อยดังนี้
กิจกรรมย่อยที่ 1.1 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย
มี42 การทดลอง

กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กปผ.

1.1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 3 การทดลอง
1.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด1.1.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน1.1.3 ซัลเฟอร์
1.2 พัฒนาเทคนิคและเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี
1.3 พัฒนาเทคนิคการเตรียมตัวอย่างปุ๋ยเพื่อการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
1.4 พัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในของปุ๋ยอินทรีย์

1.5 พัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในปุ๋ยเกล็ดและปุ๋ยที่ผลิตจากหินฟอสเฟต

1.6 ศึกษาเทคนิคการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ (กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา)

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1- 8

1.1 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง

1.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.1.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.1.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.1.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.2 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 2การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง

1.2.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.2.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.2.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.2.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.3 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 3การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง

1.3.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.3.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.3.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.3.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.4 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 4การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 5 การทดลอง

1.4.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.4.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.4.3 ไนเตรทไนโตรเจน 1.4.4 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.4.5 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.5 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 5การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง

1.5.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.5.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.5.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.5.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.6 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 6การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 3 การทดลอง

1.6.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.6.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.6.3 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.7 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 7การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 การทดลอง

1.7.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.7.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.5.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.7.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.8 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 8การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 6 การทดลอง

1.8.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.8.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.8.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.8.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.8.5 โพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer

1.8.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมี ตามวิธี Official methods of analysis of fertilizers

กิจกรรมย่อยที่ 1.2 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์พืช 10 การทดลอง (กปผ.)

1.2.1 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ไนโตรเจนในพืช

1.2.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์น้ำมันในพืช

1.2.3 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุเหล็กในพืช

1.2.4 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฮอร์โมน IAA ในพืช

1.2.5 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์น้ำตาล

1.2.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไฟเตทในพืช

1.2.7 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ลิกนินในพืช

1.2.8 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

1.2.9 การศึกษาปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชPaclobutrazol ที่ตกค้างในดินสำหรับการปลูกพืช

1.2.10 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ในพืช

กิจกรรมย่อยที่ 1.3 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ดิน

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 6 การทดลอง(กปผ. และ สวพ.)

1.3.1 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายต่างๆ ที่ใช้ในการสกัด และขั้นตอนการกลั่นที่เหมาะสมเพื่อใช้หาค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

1.3.2 พัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์การจัดทำดินอ้างอิงภายใน

1.3.3 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ซัลเฟอร์ของดิน

1.3.4 เปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน (Interlabolatory Comparison)

1.3.5 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียมของดิน

1.3.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ค่าธาตุอาหาร แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทสเซียมของดิน (สวพ.1)

กิจกรรมย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดจากพืชที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 2 การทดลอง(กปผ.)

1.4.1 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อาซาโรนในสารสกัดว่านน้ำและผลิตภัณฑ์

1.4.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์เคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันและผลิตภัณฑ์

กิจกรรมย่อยที่ 1.5 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบรับรองผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษทางการเกษตร

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 36 การทดลอง(กปผ. และ สวพ.)

1.5.1 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร ametryn

1.5.2 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos

1.5.3 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร profenofos

1.5.4 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร dimethoate

1.5.5 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin

1.5.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร alachlor
1.5.7 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร isoprocarb
1.5.8 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร prochloraz
1.5.9 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร propanil
1.5.10 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร alphacypermethrin
1.5.11 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร captan
1.5.12 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร clomazone
1.5.13 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร pretilachlor
1.5.14 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร dinotefuran
1.5.15 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos+cypermethrin
1.5.16 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร buprofezin
1.5.17 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร ametraz
1.5.18 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร bromacil
1.5.19 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร butachlor
1.5.20 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร dichlorvos
1.5.21 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร hexazinone
1.5.22 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fenitrothion
1.5.23 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร hexaconazole
1.5.24 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fipronil
1.5.25 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร diazinon
1.5.26 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตรchlorpyrifos (สวพ.1)
1.5.27 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.1)
1.5.28 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร deltametrin (สวพ.1)
1.5.29 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fipronil (สวพ.1)
1.5.30 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตรatrazine(สวพ.1)
1.5.31 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.3)
1.5.32 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร deltamethrin (สวพ.3)
1.5.33 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตรmethomyl(สวพ.3)
1.5.34 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร carbaryl (สวพ.3)
1.5.35 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.7)
1.5.36 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos (สวพ.7)

<u>กิจกรรมที่ 2</u>การวิจัยและพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำปลอดภัยและรักษาสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาคุณสมบัติเชิงเคมี และเชิงกายภาพของปัจจัยการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS)

วิธีวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน วัตถุมีพิษการเกษตรที่ให้ผลวิเคราะห์รวดเร็ว แม่นยำ น่าเชื่อถือ ปลอดภัยจากสารเคมีและรักษาสิ่งแวดล้อม 5 การทดลอง(กปผ.)

2.1.1 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์โดยเทคนิค NIRS

2.1.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยเทคนิค NIRS

2.1.3 วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี โดยเทคนิค NIRS

2.1.4 วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน โดยเทคนิค NIRS

2.1.5 วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสูตร emulsifiable concentrate (EC) โดยเทคนิค NIRS

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การพัฒนาชุดทดสอบอย่างง่าย เพื่อใช้ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของพืชและปัจจัยการผลิต

ชุดทดสอบเบื้องต้น เพื่อใช้ในระบบการผลิตพืช2 การทดลอง(กปผ.)

2.2.1 ชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดิน

2.2.2 ชุดตรวจสอบอินทรียวัตถุของดิน

<u>กิจกรรมที่ 3</u>วิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลปัจจัยการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ

กิจกรรมย่อยที่ 3.1 การประเมินศักยภาพด้านคุณภาพของดิน น้ำ ปุ๋ย พืช

การประเมินศักยภาพด้านคุณภาพของ น้ำ ปุ๋ย พืช 3 การทดลอง(กปผ.)

3.1..1 สมบัติปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทย ตามลักษณะทางกายภาพ

3.1..2 คุณภาพน้ำ ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง

3.1..3 ขนาดอนุภาคและความแข็งของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้าและสารตัวเติมจากแหล่งต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า

กิจกรรมย่อยที่ 3.2 การพัฒนาระบบฐานความรู้เพื่อการให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้านดิน น้ำ ปุ๋ย พืช

ระบบฐานความรู้เพื่อการให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้าน ปุ๋ย พืช 4 การทดลอง(กปผ.)

3.2.1 โปรแกรมคำนวณอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์

3.2.2 สมการที่ใช้ทำนายดัชนีความงอก และปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์

3.2.3 ขนาดเม็ดปุ๋ยเคมีชนิดผสมแบบคลุกเคล้าที่มีต่อผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก

3.2.4 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

วิธีการทดลอง

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ของทั้งส่วนกลาง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขตได้ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ปุ๋ย ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน น้ำ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช และสารสกัด ในทุกวิธีการของรายการวิเคราะห์ ได้แก่ วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด แอมโมเนียมไนโตรเจน ไนเตรทไนโตรเจน ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทชที่ละลายน้ำ ในปุ๋ยเคมี การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเป็นการตรวจพิสูจน์และยืนยันถึงวิธีวิเคราะห์ที่นำมาใช้ในการทดสอบ มีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้ และเป็นไปตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 : 2005 โดยศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ (Method performance characteristics) และประเมินด้วยวิธีทางสถิติ ได้แก่ ความแม่นของการวัด (Accuracy) ประเมินด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (Recovery) ความเที่ยงของการวัด (Precision) แบบการทวนซ้ำ (Repeatability precision) และแบบการทำซ้ำ (Intermediate precision) ประเมินโดยพิจารณาจากค่า HORRAT วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection, LOD) โดยค่า LOD เท่ากับ 3 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation, LOQ) โดยค่า LOQ เท่ากับ 10 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของวิธีวิเคราะห์ (Range) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งาน (Linearity) ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination, r^2)ซึ่งแต่ละ parameter มีข้อกำหนดขั้นตอนการทดสอบและเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากลที่แสดงในตารางที่ 1ทำให้แน่ใจว่าวิธีวิเคราะห์ที่ผ่านการทดสอบแล้ว สามารถนำไปตรวจวิเคราะห์ได้ โดยให้ผลวิเคราะห์ที่ความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือสามารถนำไปเป็นวิธีมาตรฐานในการทดสอบและสามารถนำไปใช้สำหรับให้บริการแก่เกษตรกรผู้ประกอบการ และการดำเนินการตามกฎหมายได้

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การยอมรับและ parameter ของการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

Parameter	หลักเกณฑ์	หมายเหตุ
Linearity/Range	$R^2 \geq 0.995$	-R^2-correlation coefficient
Accuracy	% recovery =95-105, 97-103, 98-102	
Precision	% RSD มีค่า HORRAT< 2	-%RSD-relative standard deviation
LOD	LOD = 3 x SD	-SD- standard deviation ของความ
LOQ	LOQ = 10 x SD	ของสารในตัวอย่างที่น้อยที่สุด

ที่มา : AOAC (2000) และ Horwitz (2000)

วิธีการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต

1. วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี

1.1 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด อ้างอิงตาม AOAC official method of analysis (18^{th} ed) 2005, 955.04 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Spectrophotometer

1.2 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด อ้างอิงตาม AOAC official method of analysis (18^{th} ed) 2005, 958.01 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Spectrophotometer

1.3 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณโพแทชที่ละลายน้ำ อ้างอิงตาม OMAF 1987 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Flame Photometer และ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

2. การวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร

วิธีวิเคราะห์อ้างอิงตาม CIPAC ขึ้นกับชนิดของวัตถุอันตรายทางการเกษตร เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Gas Chromatograph (GC) และ High Performance Liquid Chromatograph (HPLC)

3. การวิเคราะห์ดิน (คู่มือวิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์, 2553)

pH สกัดดินด้วยน้ำกลั่นเป็นอัตราส่วน ดิน : น้ำกลั่น 1 : 1 อ่านค่าด้วย pH Meter

OM ใช้วิธี Walkley & Black method (Walkey & Black, 1934; Nelson & Sommers, 1996)

P สกัดดินด้วยน้ำยาเป็นอัตราส่วน ดิน : น้ำยาสกัด Bray II 1 : 10 (Bray & Kurtz, 1945) และ develop สีด้วย Ascorbic acid in ammonium molybdate (Alexander & Robertson, 1970; Watanabe & Olsen, 1965) อ่านค่าด้วย UV/VIS Spectrophotometer

K สกัดดินด้วยน้ำยาเป็นอัตราส่วน ดิน : น้ำยาสกัด NH_4OAc 1 : 10 อ่านค่าด้วย Flame Photometer (Doll & Lucas, 1973; Brown & Warnke, 1988)

3. การวิเคราะห์พืช

- วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธี semi-micro distillation และการใช้เครื่องกลั่นไนโตรเจน Gerhardt และเครื่องกลั่นแบบ semi-micro distillation
- วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันด้วยเครื่อง TFE 2000 และเครื่อง SOXTHERM 2000
- วิธีวิเคราะห์ปริมาณธาตุเหล็กด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectroscopy
- วิธีวิเคราะห์ฮอร์โมนพืช Indole Acetic Acid ด้วยเครื่อง HPLC
- วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลด้วยวิธี Somogyi-Nelson ด้วยเครื่อง UV/spectrophotometer

4. การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคคลื่นแสงอินฟราเรดย่านใกล้ Near Infrared Spectroscopy (NIR) ด้วยเครื่อง NIR spectrophotometer ดำเนินการ 7 ขั้นตอนดังนี้

1) การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในงานทดลอง

2) วิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ
3) วัดสเปคตรัม ด้วยเครื่อง NIR Spectrometer
4) สร้างสมการเทียบมาตรฐาน (Calibration)
5) พัฒนาสมการ โดยการปรับแต่งข้อมูลแก้ไข Slope/Bias ของสมการทำนาย
6) หาประสิทธิภาพของ Calibration ที่สร้างขึ้น โดยการหาแหล่ง Error ของการวิเคราะห์หาค่าผิดพลาดจากการวิเคราะห์หาค่าอ้างอิง (Lab Error หรือ SEL) ของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีซึ่งค่า SEL นี้จะนำไปใช้ในการประเมินประสิทธิภาพของ Calibration ที่สร้างขึ้น
7) ทดสอบและปรับปรุงสมการทำนายด้วยกลุ่มตัวอย่างใหม่ แก้ไขปรับปรุงสมการ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำยิ่งขึ้น

5. การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) ดำเนินการ 6 ขั้นตอนดังนี้
1) การเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในงานทดลอง
2) วิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ
3) วิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ โดยดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ปรับลดระยะเวลา ลดขั้นตอนที่ยุ่งยาก ดัดแปลงวิธีการ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์
4) หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบกับวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ
5) ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ โดยตรวจพิสูจน์ค่าความแม่นความเที่ยงของวิธี
6) พัฒนาเป็นชุดตรวจสอบ และนำไปทดสอบการใช้งานจริงในภาคสนามสำรวจความพึงพอใจการใช้งาน นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงชุดตรวจสอบให้ใช้งานได้ง่าย สะดวกและแม่นยำมากขึ้น

7. การเตรียมวัสดุอ้างอิงภายในตามมาตรฐาน ISO Guide 34 (2009) ดำเนินการ 4 ขั้นตอนดังนี้
1) การจัดเตรียมตัวอย่างที่จะใช้เป็นวัสดุอ้างอิงภายใน
2) การศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน
3) การศึกษาความเสถียรหรือความคงที่
4) การหาค่ากำหนด (Assigned Value)

สถานที่ทำการวิจัย ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตของกรมวิชาการเกษตร

ส่วนกลาง : ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (กปผ.)กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

ส่วนภูมิภาค :ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1- 8 (สวพ.)

ระยะเวลาดำเนินงาน ปีที่เริ่มต้น 2554 ปีที่สิ้นสุด 2558

ผลการวิจัย

กิจกรรมที่ 1 พัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัด และวัตถุอันตรายทางการเกษตร

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร ทั้งส่วนกลาง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขตได้ทำการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์คุณภาพปัจจัยการผลิตของ โดยทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ เพื่อพิสูจน์ยืนยันคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ว่าวิธีวิเคราะห์นี้มีความถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ สามารถอ้างอิงได้ตามมาตรฐานสากล ประเมินผลด้วยวิธีทางสถิติโดยศึกษาหาความแม่นของการวัด (Accuracy) ประเมินด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับที่ 98 – 102 ความเที่ยง (Precision) ประเมินด้วย ค่า HORRAT ที่น้อยกว่า 2 วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection, LOD) วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation, LOQ วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของวิธีวิเคราะห์ (Range) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งาน (Linearity) ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่มากกว่า 0.995 ผลการประเมินพบว่า ค่าที่ได้ทั้งหมดของวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากลแสดงว่าวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ ที่ห้องปฏิบัติการทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขตใช้อยู่มีความมีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ และผลสำเร็จของผลงานวิจัยในโครงการ สามารถนำไปขยายผล ใช้เป็นข้อกำหนดที่สำคัญทางด้านวิชาการที่ทำให้ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025: 2005 ส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการมีความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ สร้างความเชื่อมั่นและลดข้อโต้แย้งของผลวิเคราะห์ ที่ใช้ประกอบการดำเนินคดีตามกฎหมาย เพื่อรองรับการดำเนินการตามพระราชบัญญัติปุ๋ยพ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535ทำให้เกษตรกรได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ

ในการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้วัสดุอ้างอิงภายใน 2 ชุด ได้แก่ ตัวอย่างดินอ้างอิงภายใน 2 ชุดดิน เป็นชุดดินลพบุรี และชุดดินสตึก และ ตัวอย่างอ้างอิงภายในของปุ๋ยอินทรีย์ วัสดุอ้างอิงภายใน ทั้ง 3 ชุดนี้มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity) มีความเสถียร (Stability) และมีค่ากำหนด (Assigned Value) ที่สำหรับใช้ประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการในการควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์ทั้งภายในและภายนอกหน่วยงานอย่างต่อเนื่อง เป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุอ้างอิงรับรองจากต่างประเทศ และได้กิจกรรมการเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถห้องปฏิบัติการในเครือข่าย เพื่อพัฒนาศักยภาพของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดสอบ ดังนี้การเตรียมตัวอย่าง และการจัดการตัวอย่างทดสอบ การบรรจุและจัดส่งตัวอย่างทาง

ไปรษณีย์ รวบรวมผลทดสอบ และประเมินผลทางสถิติผลการประเมินกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน โดยการหาค่ากำหนด (Assigned value) ใช้ค่าเฉลี่ยโรบัสต์ (Robust average, X*) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Standard deviation for proficiency assessment, σ_p) ที่ได้จากค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ (Robust standard deviation, s*) โดยค่ากำหนดและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ คำนวณจากผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรม (Consensus value from participants) โดยวิธี Algorithm A ตาม ISO 13528: 2005 เกณฑ์ในการประเมินสมรรถนะของห้องปฏิบัติการโดยใช้ค่า Z-score โดยมีเกณฑ์กำหนดของค่า Z-score ดังนี้ $|Z| \leq 2$ แสดงว่าผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าพอใจ (Satisfactory result) $2 < |Z| < 3$ แสดงว่า ผลการวิเคราะห์เป็นที่น่าสงสัย (Questionable result) $|Z| \geq 3$ แสดงว่า ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นที่น่าพอใจ (Unsatisfactory result)

ผลการศึกษาเทคนิคการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ 6 วิธี ได้แก่ 1) การทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI)2) การทดสอบการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG)3) หาความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC)4) หาสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรแจน (NH_4^+-N/NO_3^--N ratio)5) หาสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) และ6) หาปริมาณเถ้า (Ash) ดำเนินการศึกษาการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์โดยผลิตปุ๋ยอินทรีย์ด้วยวิธีการหมักปุ๋ย จากวัสดุ 5 ชนิด ได้แก่ 1) มูลวัวกับฟางข้าว ในสัดส่วน มูลวัว:ฟางข้าว เท่ากับ 2:1 2) มูลไก่ 3) มูลวัวกับกากตะกอนอ้อย ในสัดส่วน มูลวัว:กากตะกอนอ้อย เท่ากับ 2:1 4) มูลวัวกับลีโอนาไดต์ ในสัดส่วน มูลวัว:ลีโอนาไดต์ เท่ากับ 2:1 5) มูลวัวกับกากตะกอนโรงงานผงชูรส ในสัดส่วน มูลวัว:กากตะกอนโรงงานผงชูรส เท่ากับ 2:1 และสุ่มเก็บตัวอย่างจากการหมักปุ๋ย ทุก 7 วันมาวิเคราะห์ตามวิธีวิเคราะห์ ผลการทดลองพบว่า 1) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลวัวกับฟางข้าว ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 ดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่ามีการย่อยสลายที่สมบูรณ์เกิดขึ้น เพราะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (> 80%) ตั้งแต่สัปดาห์แรกของการหมักปุ๋ย และไม่มีปฏิสัมพันธ์กับวิธีการอื่นๆ ขณะที่ ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) มีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาของการหมักปุ๋ย มีปฏิสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับปริมาณเถ้า (Ash) และมีปฏิสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน (NH_4^+/NO_3^-) และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่มีค่าลดลง 2) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลไก่ ดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (> 80%)เมื่อปุ๋ยหมักมีอายุ 133 วัน (19 สัปดาห์) โดยดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI)มีค่าสูงขึ้นปฏิสัมพันธ์ในทางเดียวกับการงอกของเมล็ด (PG) ค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) และปริมาณเถ้า (Ash) ขณะที่มีปฏิสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน (NH_4^+-N/NO_3^--N ratio) ที่มีค่าลดลงขณะที่สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ไม่มีปฏิสัมพันธ์กับดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI)ปริมาณค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ

(cation exchange capacity,CEC) และเถ้า (Ash) 3) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลวัวกับกากตะกอนอ้อย ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 ดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่ามีการย่อยสลายที่สมบูรณ์เกิดขึ้น เพราะมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (> 80 %) ตั้งแต่สัปดาห์แรกของการหมักปุ๋ย และไม่มีปฏิสัมพันธ์กับสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรเจน (NH_4^+-N/NO_3^--N ratio) ขณะที่ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) มีปฏิสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับปริมาณเถ้า (Ash) มีค่าสูงขึ้นตามระยะเวลาของการหมักปุ๋ยและมีปฏิสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่มีค่าลดลง 4) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลวัวกับลีโอนาไดต์ ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 ดัชนีการงอกของเมล็ด (GerminationIndex, GI) และการงอกของเมล็ด (PlantGermination, PG) ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) และปริมาณเถ้า (Ash) มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน คือปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุของปุ๋ยหมัก ในขณะที่สัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรแจน (NH_4^+-N/NO_3^--N ratio) และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) จะมีปริมาณลดลงตามอายุของปุ๋ยหมัก ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับดัชนีการงอกของเมล็ด (GerminationIndex, GI) 5) ปุ๋ยหมักที่ผลิตจากมูลวัวกับกากตะกอนโรงงานผงชูรส ในสัดส่วน 2 ต่อ 1 ดัชนีการงอกของเมล็ด (GerminationIndex, GI) และการงอกของเมล็ด (PlantGermination, PG ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) และปริมาณเถ้า (Ash) มีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน คือปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุของปุ๋ยหมัก ในขณะที่สัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรแจน (NH_4^+-N/NO_3^--N ratio) และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) จะมีปริมาณลดลงตามอายุของปุ๋ยหมัก ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับดัชนีการงอกของเมล็ด (GerminationIndex, GI)

จากผลการทดลองการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ โดยใช้วิธีดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) และการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) ไม่มีผลต่อการประเมินการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากวัตุดิบบางชนิด คือ มูลวัวกับฟางข้าว มูลวัวกับกากตะกอนอ้อย ยกเว้น มูลไก่ มูลวัวกับลีโอนาไดต์ และมูลวัวกับกากตะกอนจากโรงงานผงชูรส ในขณะที่ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุ (cation exchange capacity,CEC) และปริมาณเถ้า (Ash) มีปริมาณเพิ่มขึ้นตามอายุการหมักของปุ๋ยหมัก ที่ผลิตจากวัตถุดิบทุกชนิด และมีความสัมพันธ์กันไปในทางตรงกันข้ามกับสัดส่วนแอมโมเนียมไนโตรเจนต่อไนเตรทไนโตรแจน (NH_4^+-N/NO_3^--N ratio) และสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) ที่มีปริมาณลดลง ในวัตถุดิบทุกชนิด ดังนั้นการพิจารณาการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยหมัก จากวิธีการวิเคราะห์ทั้ง 6 วิธี ไม่สามารถบ่งบอกการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ได้ทุกชนิด โดยเกณฑ์การประเมินจะขึ้นอยู่กับแต่ละวิธี การทดสอบการงอกของเมล็ด (Plant Germination, PG) มีความสัมพันธ์เป็นไปในทางเดียวกันกับการทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด (Germination Index, GI) ที่เป็นวิธีการทดสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ ตาม พรบ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550

กิจกรรมย่อยที่ 1.1 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยที่ได้พัฒนาและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 42 วิธี (กปผ. สวพ.)

<u>ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กปผ.</u>

1.1 ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 3 วิธี

1.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด1.1.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.1.3 ซัลเฟอร์

1.2 ได้เทคนิคที่เพิ่มประสิทธิภาพการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี

1.3 ได้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างปุ๋ยเพื่อการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

1.4 ได้ตัวอย่างอ้างอิงภายในของปุ๋ยอินทรีย์

1.5 ได้เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดในปุ๋ยเกล็ดและปุ๋ยที่ผลิตจากหินฟอสเฟต

1.6 ได้เทคนิคการตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ (กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา)

<u>ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1- 8</u>

1.1 สวพ. เขตที่ 1ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี

1.1.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.1.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.1.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.1.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.2 สวพ. เขตที่ 2ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี

1.2.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.2.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.2.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.2.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.3 สวพ. เขตที่ 3ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี

1.3.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.3.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.3.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.3.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.4 สวพ. เขตที่ 4ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 5 วิธี

1.4.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.4.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.4.3 ไนเตรทไนโตรเจน 1.4.4 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.4.5 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.5 สวพ. เขตที่ 5ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี

1.5.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.5.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.5.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.5.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.6 สวพ. เขตที่ 6ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 3 วิธี

1.6.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.6.2 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.6.3 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.7 สวพ. เขตที่ 7ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี

1.7.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.7.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.7.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด 1.7.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.8 สวพ. เขตที่ 8ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 4 วิธี

1.8.1 ไนโตรเจนทั้งหมด 1.8.2 แอมโมเนียมไนโตรเจน 1.8.3 ฟอสฟอรัสทั้งหมด

1.8.4 โพแทชที่ละลายน้ำ

1.8.5 โพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี โดยใช้ Atomic Absorption Spectrophotometer

1.8.6 ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมี ตามวิธี Official methods of analysis of fertilizers

กิจกรรมย่อยที่ 1.2 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์พืช

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์พืชที่ได้พัฒนาและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 10 วิธี(กปผ.)

1.2.1 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ไนโตรเจนในพืช

1.2.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์น้ำมันในพืช

1.2.3 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุเหล็กในพืช

1.2.4 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฮอร์โมน IAA ในพืช

1.2.5 การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์น้ำตาล

1.2.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไฟเตทในพืช

1.2.7 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ลิกนินในพืช

1.2.8 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในพืช

1.2.9 การศึกษาปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช Paclobutrazol ที่ตกค้างในดินสำหรับการปลูกพืช

1.2.10 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ในพืช

กิจกรรมย่อยที่ 1.3 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ดิน

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์ดินที่ได้พัฒนาในระบบคุณภาพและผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 6 วิธี(กปผ. สวพ.)

1.3.1 ศึกษาอิทธิพลของสารละลายต่างๆ ที่ใช้ในการสกัด และขั้นตอนการกลั่นที่เหมาะสมเพื่อใช้หาค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

1.3.2 พัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์การจัดทำดินอ้างอิงภายใน

1.3.3 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ซัลเฟอร์ของดิน

1.3.4 เปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน (Interlabolatory Comparison)

1.3.5 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แคลเซียมและแมกนีเซียมของดิน

1.3.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ค่าธาตุอาหาร แคลเซียม แมกนีเซียม และโพแทชเซียมของดิน (สวพ.1)

กิจกรรมย่อยที่ 1.4 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ในสารสกัดจากพืชที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์สารสกัดจากพืชที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 2 วิธี(กปผ.)

1.4.1 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อาซาโรนในสารสกัดว่านน้ำและผลิตภัณฑ์

1.4.2 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์เคอร์คูมินในสารสกัดขมิ้นชันและผลิตภัณฑ์

กิจกรรมย่อยที่ 1.5 การวิจัยและพัฒนาเทคนิคการตรวจสอบรับรองผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษทางการเกษตร

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี 36 วิธี(กปผ. สวพ.)

1.5.1 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร ametry

1.5.2 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos

1.5.3 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร profenofos

1.5.4 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร dimethoate

1.5.5 การศึกษาความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin

1.5.6 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร alachlor

1.5.7 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร isoprocarb

1.5.8 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร prochloraz

1.5.9 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร propanil

1.5.10 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร alphacypermethrin

1.5.11 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร captan

1.5.12 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร clomazone

1.5.13 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร pretilachlor

1.5.14 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร dinotefuran

1.5.15 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos+cypermethrin

1.5.16 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร buprofezin

1.5.17 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร amitraz

1.5.18 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร bromacil

1.5.19 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร butachlor

1.5.20 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร dichlorvos

1.5.21 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร hexazinone

1.5.22 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fenitrothion

1.5.23 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร hexaconazole

1.5.24 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fipronil

1.5.25 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร diazinon

1.5.26 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos (สวพ.1)

1.5.27 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.1)

1.5.28 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร deltametrin (สวพ.1)

1.5.29 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร fipronil (สวพ.1)

1.5.30 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตรatrazine(สวพ.1)

1.5.31 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.3)

1.5.32 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร deltamethrin (สวพ.3)

1.5.33 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตรmethomyl(สวพ.3)

1.5.34 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร carbaryl (สวพ.3)

1.5.35 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร cypermethrin (สวพ.7)

1.5.36 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์วัตถุมีพิษการเกษตร chlorpyrifos (สวพ.7)

กิจกรรมที่ 2 การวิจัยและพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำปลอดภัยและรักษาสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาคุณสมบัติเชิงเคมี และเชิงกายภาพของปัจจัยการผลิตโดยใช้เทคโนโลยีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS)

ผลการประเมินปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์โปรตีนในถั่วเหลือง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพในดิน และปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช โดยใช้เทคนิค NIRS พบว่าได้สมการที่ใช้ในการทำนายผล สมการที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, R) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายผลในกลุ่ม Calibration set (Standard error of calibration, SEC) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายผลในกลุ่ม Validation set (Standard error of prediction, SEP) สมการที่ได้ทุกสมการมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R) สูง มีค่า SEC และ SEP ต่ำ ซึ่งต่ำกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีในห้องปฏิบัติการ แสดงว่า สมการนี้สามารถใช้ประเมินค่าปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์โปรตีนในถั่วเหลือง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพในดิน และปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตำแหน่งความยาวคลื่นที่มีค่า Regression coefficient สูงอยู่ที่ความยาวคลื่นที่มีความสัมพันธ์กัน สรุปได้ว่า เทคนิค NIRS สามารถใช้ในการประเมินได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัด : ได้วิธีวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน วัตถุมีพิษการเกษตรที่ให้ผลวิเคราะห์รวดเร็ว แม่นยำ น่าเชื่อถือ ปลอดภัยจากสารเคมี และรักษาสิ่งแวดล้อม 5 วิธี(กปผ.)

2.1.1 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์โดยเทคนิค NIRS

2.1.2 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนในพืชโดยเทคนิค NIRS

2.1.3 วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี โดยเทคนิค NIRS

2.1.4 วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน โดยเทคนิค NIRS

2.1.5 วิธีวิเคราะห์ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสูตร emulsifiable concentrate (EC) โดยเทคนิค NIRS

กิจกรรมย่อยที่ 2.2 การพัฒนาชุดทดสอบอย่างง่าย เพื่อใช้ตรวจสอบคุณสมบัติเบื้องต้นของพืชและปัจจัยการผลิต

ผลการพัฒนาวิธีวิเคราะห์อย่างง่าย โดยจัดทำชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดินและชุดตรวจสอบอินทรียวัตถุของดินโดยดัดแปลงจากวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ พัฒนาวิธีวิเคราะห์ โดยปรับลดระยะเวลา ลดขั้นตอนที่ยุ่งยาก กำหนดค่าคงที่ ดัดแปลงวิธีการ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการวิเคราะห์ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ โดยตรวจพิสูจน์ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ความแม่นยำ (Precision) ของวิธีและหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The coefficient of correlation, r) ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ (Test kit) กับวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการหลังจากนั้นพัฒนาเป็นชุดตรวจสอบ และนำไปทดสอบการใช้งานจริงโดยเจ้าหน้าที่จากส่วนกลาง และส่วนภูมิภาคของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1–8 สำรวจความพึงพอใจการใช้งานของชุดตรวจสอบ นำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาชุดตรวจสอบให้ใช้งานได้ง่าย สะดวก และปลอดภัยมากขึ้น ผลการทดลองพบว่า วิธีการวิเคราะห์หาความต้องการปูนของดินและหาปริมาณอินทรียวัตถุของดินด้วยวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับวิธีมาตรฐานที่ใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี โดยทดสอบความแม่นยำ (Precision) มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative standard deviation, RSD) ไม่เกิน 10 เปอร์เซ็นต์ และทดสอบความถูกต้อง (Accuracy) มี Recovery อยู่ในช่วง 80-120 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ทั้งสิ้น ชุดตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นนี้เพื่อใช้ในระบบการผลิตพืช2 ชุดได้แก่ ชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดินและชุดตรวจสอบอินทรียวัตถุของดินชุดตรวจสอบมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สามารถพกพาไปใช้ในภาคสนามได้อย่างสะดวก ให้ผลการตรวจสอบเบื้องต้นที่ถูกต้อง รวดเร็วทราบผลภายในเวลาประมาณ 15 นาที ทำให้เกษตรกร หรือผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำผลวิเคราะห์มาใช้ในการปรับปรุงดินและการใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับการปลูกพืช

ตัวชี้วัด : ได้ชุดทดสอบเบื้องต้นสำหรับทดสอบ ความต้องการปูนของดินและชุดตรวจสอบอินทรียวัตถุของดินเพื่อใช้ในระบบการผลิตพืช2 ชุด(กปผ.)

2.2.1 ชุดตรวจสอบความต้องการปูนของดิน

2.2.2 ชุดตรวจสอบอินทรียวัตถุของดิน

กิจกรรมที่ 3 วิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลปัจจัยการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ

ผลการทดลองของงานวิจัยด้านฐานข้อมูลพบว่า ได้ข้อมูลด้านประเมินศักยภาพคุณภาพและการจัดการองค์ความรู้เพื่อให้บริการด้านดิน น้ำ ปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช 6 ชุดได้แก่ 1) ข้อมูลคุณภาพน้ำ ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง 2) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol, gibberellic acid และ ethephon ให้กับผู้ประกอบการ และเกษตรกร 3) ได้โปรแกรมคำนวณอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ 4) การสำรวจและศึกษาขนาดอนุภาคและความแข็งของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้า และข้อมูลสารตัวเติมจากแหล่งต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า โดยศึกษาลักษณะทางกายภาพของ

แม่ปุ๋ยที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทย 5) ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ 6) ได้สมการที่ใช้ทำนายค่าดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถวัดแบบง่ายๆ ไม่ซับซ้อนได้ผลรวดเร็วและสามารถปรับใช้ได้ทั้งในห้องปฏิบัติการตรวจสอบรับรองคุณภาพปุ๋ยอินทรีย์ ตลอดจนผู้ผลิตและผู้ใช้ปุ๋ยหมักโดยตรง

กิจกรรมย่อยที่ 3.1 การประเมินศักยภาพด้านคุณภาพของดิน น้ำ ปุ๋ย พืช

ตัวชี้วัด : ได้ข้อมูลการประเมินศักยภาพด้านคุณภาพของดิน น้ำ ปุ๋ย พืช 3 ชุด(กปผ.)

3.1.1 ได้ข้อมูลสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทยตามลักษณะทางกายภาพ

3.1.2 ได้ข้อมูลคุณภาพน้ำ ตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง

3.1.3 ได้ข้อมูลขนาดอนุภาคและความแข็งของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้าและสารตัวเติมจากแหล่งต่าง ๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า

ปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตขึ้นในประเทศไทยมีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกรรมวิธีการผลิต ทำให้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้มีคุณสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีแตกต่างกัน จึงได้ทำการศึกษาสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทยตามลักษณะทางกายภาพ โดยรวบรวมข้อมูลปุ๋ยขึ้นทะเบียน และสำรวจปุ๋ยอินทรีย์ที่มีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติปุ๋ยอินทรีย์ตามที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด และพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติที่จำเป็นของปุ๋ยอินทรีย์ตามประกาศกรมวิชาการเกษตรกับลักษณะทางกายภาพของปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่จำหน่ายในประเทศไทย ร้อยละ 68.2 มีลักษณะทางกายภาพ/กรรมวิธีการผลิตแบบปั้นเม็ด ร้อยละ 15.9, 11.7 และ 4.2 มีลักษณะเป็นแบบอัดเม็ด เป็นผง และเป็นของเหลว ตามลำดับ ลักษณะทั้ง 4 แบบของปุ๋ยอินทรีย์ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 2.2% มีค่าความเป็นกรดด่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 6.4 – 8.0 และมีค่าดัชนีความงอกเฉลี่ยของปุ๋ยชนิดแห้งเท่ากับ 60% สำหรับปุ๋ยอัดเม็ดมีค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด และอินทรียวัตถุสูงที่สุด คือ 3.87%,2.03 % และ 30.34 % ตามลำดับ ปุ๋ยผงมีปริมาณความชื้นสูงที่สุดคือ 28.56 % และมีอินทรียวัตถุสูงกว่าปุ๋ยปั้นเม็ดและปุ๋ยเหลวมีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 29.81% โดยปุ๋ยปั้นเม็ดมีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 9.41 % และมีค่าความชื้นต่ำที่สุดเท่ากับ 9.95 % ปุ๋ยเหลวมีปริมาณโซเดียมและค่าการนำไฟฟ้าสูงที่สุดคือ 1.08 % และ 98.12 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร ตามลำดับ

ผลงานวิจัยการศึกษาคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ และน้ำบาดาลเพื่อใช้ในเชิงเกษตรกรรมบริเวณเขตภาคกลางของประเทศไทย ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ตั้งแต่ ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2557 จากแม่น้ำทั้งหมดจำนวน 11 สาย รวมทั้งน้ำจากเขื่อน และอ่างเก็บน้ำ จำนวน 153 จุดเก็บ ทั้งหมดจำนวน 306 ตัวอย่าง/5,508รายการวิเคราะห์ และน้ำบาดาลทั้งหมด 22 จังหวัด จำนวน 30,875 ตัวอย่าง/555,750 รายการวิเคราะห์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูก โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำทั้งหมดหรือค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณเกลือที่อันตรายต่อพืช เปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายได้ โซเดียมคาร์บอเนตที่เหลือ อัตราการดูดซับโซเดียม และธาตุอาหารเสริม ตาม

เกณฑ์การประเมินและประเมินคุณภาพน้ำของกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร พบว่า ตัวอย่างน้ำในแม่น้ำ เขื่อน อ่างเก็บน้ำและแหล่งน้ำอื่นๆ คุณภาพน้ำส่วนใหญ่มีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ตลอดทั้งสายของแม่น้ำคุณภาพไม่แตกต่างกัน สามารถใช้รดพืชทั่วๆ ไปได้ ยกเว้นตัวอย่างน้ำจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำแม่กลองที่มีปริมาณเกลือละลายอยู่สูง ส่วนน้ำบาดาล พบว่า จังหวัดที่มีคุณภาพน้ำดีถึงดีมาก มากที่สุด ร้อยละ 94.14 และ 93.01 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ พิษณุโลก และกำแพงแพชร จังหวัดที่มีคุณภาพน้ำดีถึงดีมาก น้อยที่สุด ร้อยละ 7.88 ของจำนวนตัวอย่างของจังหวัด ได้แก่ สมุทรปราการ จังหวัดที่น้ำมีคุณภาพดีถึงดีมาก มากกว่าร้อยละ 80 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ สุโขทัย และพิจิตร ตามลำดับ จังหวัดที่น้ำมีคุณภาพดีถึงดีมากในช่วง ร้อยละ 50 – 80 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัด ได้แก่ สิงห์บุรี ชัยนาท สุพรรณบุรี นนทบุรี เพชรบูรณ์ สระบุรี อุทัยธานี นครสวรรค์ และอ่างทอง เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ และจังหวัดที่น้ำมีคุณภาพดีถึงดีมาก น้อยกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนตัวอย่างของแต่ละจังหวัดได้แก่ นครปฐม สมุทรสาคร ลพบุรี กรุงเทพมหานคร นครนายก พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี และสมุทรสงคราม เรียงจากมากไปน้อยตามลำดับ จากข้อมูลสถานการณ์คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติและคุณภาพน้ำบาดาลนี้ สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นฐานข้อมูลพื้นฐานในการเฝ้าระวังการใช้น้ำเพื่อให้คำแนะนำกับเกษตรกรโดยตรงหรือผู้ต้องการใช้น้ำ เลือกชนิดพืชปลูก และปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชต่อไปได้

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของแม่ปุ๋ยที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทยได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (สูตร 21-0-0) ปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) ปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) ปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (18-46-0) และสารตัวเติมที่ใช้ผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า โดยดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างจากท้องตลาดของภาคต่างๆ ในประเทศไทยจำนวน 102 ตัวอย่าง ทำการศึกษาขนาดเม็ดปุ๋ย (SGN) การกระจายของขนาดเม็ดปุ๋ย (UI) และความแข็งของเม็ดปุ๋ย (Hardness) เปรียบเทียบกับตัวอย่างแม่ปุ๋ยนำเข้าและแม่ปุ๋ยในตัวอย่างปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้าที่ส่งมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบลักษณะของแม่ปุ๋ยที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทยที่มีผลต่อคุณภาพของปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมวัตถุดิบและปรับปรุงกรรมวิธีผลิตสำหรับนักวิชาการและผู้ประกอบการพบว่า ตัวอย่างแม่ปุ๋ยที่สุ่มเก็บจากท้องตลาดของภาคต่างๆ ในประเทศไทยบางส่วนมีลักษณะทางกายภาพไม่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเลือกวัตถุดิบสำหรับผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า โดยแม่ปุ๋ยทุกชนิดมีขนาดเม็ดปุ๋ยต่ำกว่าตัวอย่างแม่ปุ๋ยนำเข้าและแม่ปุ๋ยในตัวอย่างปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การกระจายของขนาดเม็ดปุ๋ยของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (สูตร 21-0-0) และปุ๋ยยูเรีย (สูตร 46-0-0) มีค่าต่ำกว่าแม่ปุ๋ยนำเข้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความแข็งของเม็ดปุ๋ยยูเรียในตัวอย่างปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้ามีค่าความแข็งต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับแม่ปุ๋ยชนิดอื่น และมีค่าต่ำกว่าแม่ปุ๋ยที่ยังไม่ได้ผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนปุ๋ยโพแทชเซียมคลอไรด์ (0-0-60) มีค่าความแข็งจากทุกแหล่งที่มาไม่แตกต่างกันทางสถิติ

กิจกรรมย่อยที่ 3.2 การพัฒนาระบบฐานความรู้เพื่อการให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้านดิน น้ำ ปุ๋ย พืช

ตัวชี้วัด : ได้ฐานข้อมูลระบบฐานความรู้เพื่อการให้บริการและการจัดการองค์ความรู้ด้านดิน น้ำ ปุ๋ย พืช 4 ชุด (กปผ.)

3.2.1 ได้โปรแกรมคำนวณอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์

3.2.2 ได้สมการที่ใช้ทำนายดัชนีความงอก และปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์

3.2.3 ได้ข้อมูลขนาดเม็ดปุ๋ยเคมีชนิดผสมแบบคลุกเคล้าที่มีต่อผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก

3.2.4 ได้ข้อมูลปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

โปรแกรมคำนวณอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอมปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยการพิจารณาปุ๋ยปลอม และปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ในประเทศไทย จะต้องเป็นไปตามพระราชบัญญัติปุ๋ย และประกาศฯของทางราชการหลายฉบับซึ่งความซับซ้อน งานวิจัยนี้จึงได้รวบรวมพระราชบัญญัติ ประกาศฯที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลและเกณฑ์กำหนดที่ได้มาออกแบบโปรแกรมคำนวณอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐาน ของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมคำนวณต้นแบบจากโปรแกรมสำนักงานพื้นฐานสำหรับใช้ในการพิจารณาปุ๋ยตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด โดยการนำเกณฑ์ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ที่เกี่ยวข้องกับผลการวิเคราะห์ปุ๋ย ได้แก่ เกณฑ์การขึ้นทะเบียน และเกณฑ์การควบคุม มาพิจารณาและคำนวณควบคู่กับเกณฑ์คลาดเคลื่อนของปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ และนำมาออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมคำนวณอัตโนมัติ และสร้างโปรแกรมให้ใช้งานได้ง่าย และมีความถูกต้องโดยเปรียบเทียบผลการพิจารณาระหว่างนักวิชาการ และโปรแกรม พบว่าไม่แตกต่างกัน การนำข้อมูลผลวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ มาประเมินผลการพิจารณาตามเกณฑ์ของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ เปรียบเทียบระหว่างนักวิชาการกับโปรแกรมคำนวณอัตโนมัติ พบว่าไม่แตกต่างกัน โดยทั้งนักวิชาการและโปรแกรมคำนวณอัตโนมัติให้ผลการพิจารณาตามเกณฑ์ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ถูกต้อง 100% เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการทำงาน พบว่าโปรแกรมใช้ระยะเวลานานกว่านักวิชาการ 6% และ 16% สำหรับปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามลำดับ

สมการที่ใช้ทำนายดัชนีความงอก และปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์ โดยศึกษาผลกระทบของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีความงอกในปุ๋ยอินทรีย์เพื่อให้ได้ทราบความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัย และสามารถทำนายดัชนีความงอกได้จากค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าได้โดยทดสอบปัจจัย 2 ได้แก่ ปัจจัยที่ 1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มี 6 ระดับ คือ 1) ต่ำกว่า 4.0 2) 4.1-5.0 3) 5.1-6.04) 6.1-7.05) 7.1-8.0 และ 6) มากกว่า 8.0 ปัจจัยที่ 2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC) มี 2 ระดับ คือ 1) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร และ 2) มากกว่า 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ และวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) เพื่อหาสมการพยากรณ์ดัชนีความงอก ผลการวิจัย พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ ควรอยู่ในช่วง 5.1-8.0ส่วนค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมของปุ๋ยอินทรีย์ ควรมีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับ 10 เดซิซีเมนต์ต่อเมตร เมื่อนำข้อมูลมา

วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของปุ๋ยอินทรีย์ ไม่มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก ส่วนค่าการนำไฟฟ้าของปุ๋ยอินทรีย์ มีความสัมพันธ์กับดัชนีความงอก แสดงว่า ดัชนีความงอกจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าการนำไฟฟ้าลดลงและสมการพยากรณ์เขียนในรูปคะแนนดิบคือ Y=78.845-2.032 (EC) นั่นคือ ค่าการนำไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อดัชนีความงอก 18.5 เปอร์เซ็นต์ และอีก 81.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นอิทธิพลจากปัจจัยและค่าการนำไฟฟ้าสามารถอธิบายความแปรปรวนของดัชนีความงอกได้ 18.4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นสมการพยากรณ์ที่ได้จึงไม่เหมาะที่จะนำมาพยากรณ์ดัชนีการงอก

การศึกษาอิทธิพลของขนาดเม็ดปุ๋ยเคมีชนิดผสมแบบคลุกเคล้าที่มีต่อผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมี โดยใช้แม่ปุ๋ยคือยูเรีย (Urea) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Diammoniumphosphate, DAP) และโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า (1). การผสมปุ๋ยโดยใช้แม่ปุ๋ยที่มีขนาดเท่ากัน 2 มิลลิเมตรทำให้ผลวิเคราะห์ของธาตุหลัก NPK มีค่าการกระจาย (SD) ต่ำไม่มีผลกระทบต่อผลวิเคราะห์ (2). การผสมปุ๋ยขนาดเม็ด 2-3 มิลลิเมตรผสมสลับกันไปมาแบบแฟคทอเรียลจำนวน 16 ทรีทเมนต์ ทำให้ผลวิเคราะห์เริ่มมีการกระจายสูงขึ้น โดยธาตุไนโตรเจนมีค่าการกระจายสูงที่สุดเท่ากับ 31.25 เปอร์เซ็นต์ และธาตุฟอสฟอรัสมีค่าการกระจาย 25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนธาตุโพแทสเซียมมีการกระจายเพียงเล็กน้อย 6.2 เปอร์เซ็นต์

(3). การผสมปุ๋ยขนาด 2-4 มิลลิเมตร ที่ใช้แม่ปุ๋ยขนาดเม็ด 2 และ 4 มิลลิเมตรในการผสมปุ๋ยแบบทรีทเมนต์ T1 : U2D2K4 (Urea 2, DAP 2, KCl 4 มม.) ทำให้ธาตุฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม มีค่าการกระจาย 20 เปอร์เซ็นต์เท่ากันโดยธาตุโพแทสเซียมให้ผลไม่เป็นไปตามสมมติฐานมีค่าการกระจายไม่แตกต่างจากธาตุอื่นมากนักทั้งที่ใช้ขนาดเม็ด (KCl) ใหญ่สุด ส่วนธาตุไนโตรเจนไม่มีผลกระทบใดๆ การผสมปุ๋ยแบบทรีทเมนต์ T2: U2D4K2(Urea 2, DAP 4, KCl 2 มม.) พบว่ามีผลทำให้ธาตุฟอสฟอรัส มีค่าการกระจายสูงที่สุดถึง 60 เปอร์เซ็นต์ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานเพราะใช้แม่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (DAP) ที่มีขนาดใหญ่สุด รองลงมาคือโพแทสเซียมมีค่าการกระจาย 20 เปอร์เซ็นต์ส่วนผลวิเคราะห์ไนโตรเจนไม่มีผลกระทบจากการผสมของทั้ง 2 ทรีทเมนต์ (3). การผสมปุ๋ยช่วงขนาด 1-3 มิลลิเมตร ที่ใช้แม่ปุ๋ยขนาดเม็ด 1 และ 3 มิลลิเมตร การผสมปุ๋ยแบบทรีทเมนต์T3: U3D3K1(Urea 3, DAP 3, KCl 1 มม.) เป็นการผสมของขนาดเม็ด ที่ทำให้ผลวิเคราะห์ของธาตุหลักมีการกระจายทั้งหมด และเป็นค่าการกระจายที่สูงเกือบทุกธาตุโดยเฉพาะโพแทสเซียมที่มีค่าการกระจายสูงถึง 75 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับไนโตรเจนที่มีค่าการกระจายสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัสเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นขนาดเม็ดที่ไม่เหมาะสมของแม่ปุ๋ยที่จะนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมีเชิงผสมชนิดคลุกเคล้า

การศึกษาผลกระทบที่มีผลต่อความคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช โดยศึกษาผลของอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 24 เดือนเพื่อทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อความคงสภาพของสาร paclobutrazol 15% WP, 25% W/V SC และ 96% tech, gibberellic acid 2% W/V SL, 20% TB และ 90% min tech และ ethephon 5% PA, 48% W/V SL และ 70%min tech โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 24 ตัวอย่างที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และ อุณหภูมิห้อง จากนั้นวิเคราะห์ตัวอย่าง paclobutrazol ด้วย

เทคนิค GC, gibberellic acid ด้วยเทคนิค HPLC และ วิเคราะห์ ethephon ด้วยวิธี tritration ตามลำดับ วิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์หลังจากการเก็บรักษาทุกๆ 3 เดือน ผลการทดลองพบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชทุกชนิดและทุกสูตรความเข้มข้นที่ทำการศึกษามีความคงสภาพดี เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ยอมรับค่าคลาดเคลื่อนซึ่งการศึกษานี้สามารถนำไปใช้ในการแนะนำกับผู้ประกอบการ ร้านค้า และเกษตรกรในการเก็บรักษาสารความคุมการเจริญเติบโตพืชเหล่านี้ได้

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

กิจกรรมที่ 1 พัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ สารอินทรีย์ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารสกัดและวัตถุอันตรายทางการเกษตร

1.1 ผลสำเร็จของงานวิจัยในโครงการสามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจวิเคราะห์เพื่อการควบคุมคุณภาพของปุ๋ย และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค (สวพ.1- 8) ของกรมวิชาการเกษตร ให้มีมาตรฐานเดียวกันและเป็นไปตามมาตรฐานสากลตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 และตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535

1.2 สร้างความเชื่อมั่นด้านตรวจสอบวิธีวิเคราะห์ เพื่อพิสูจน์และยืนยันถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้ เป็นข้อกำหนดที่สำคัญทางด้านวิชาการ ในการขอรับรองคุณภาพ ห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005

ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตของกรมวิชาการเกษตรที่ได้การรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005

- ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมีกปผ.
- ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กปผ.
- ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย และคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร เขตที่ 1- 8 ได้นำผลจากงานวิจัยในโครงการ ไปขยายผล พัฒนา และได้รับการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005 แล้ว

1.3 การพัฒนาตรวจสอบวิธีวิเคราะห์ดิน พืช และสารธรรมชาติเพื่อให้ได้วิธีที่มีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ และใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต

1.4 วัสดุอ้างอิงภายในที่ผลิตได้ไปใช้ในการประเมินคุณภาพภายในโดยนำไปวิเคราะห์ควบคู่กับการวิเคราะห์ตัวอย่างในงานประจำทุกครั้ง เพื่อเฝ้าระวังความผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นในระบบการวิเคราะห์ และใช้ในการประเมินคุณภาพภายนอกผ่านกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ เป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อวัสดุอ้างอิงรับรองจากต่างประเทศประมาณ 5 ล้านบาท

1.5 การจัดกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในประเทศไทยนี้เพื่อเป็นกิจกรรมนำร่อง โดยมีเป้าหมายในการควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์ให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ และเพื่อให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมกิจกรรมทำการปรับปรุง พัฒนา และประเมินคุณภาพของห้องปฏิบัติการของตนเองอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ประสบการณ์การจัดกิจกรรมเปรียบเทียบความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ประกอบกับฐานข้อมูลที่ได้รับจากห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในเครือข่าย ทำให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน ของกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร สามารถนำมาพัฒนา ศึกษาวิธีการเตรียมและจัดส่งตัวอย่างดินทดสอบ วิธีการจัดกิจกรรมให้สมบูรณ์ และเป็นที่ยอมรับในระดับสากล โดยขอรับรองการเป็นผู้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญการ (Proficiency Testing provider, PT provider) ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043:2010 จากหน่วยรับรองภายในประเทศ เพื่อเป็นตัวแทนในการจัดกิจกรรมทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินในประเทศไทย ซึ่งทำให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน สามารถทดสอบสมรรถนะของห้องปฏิบัติการ โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการกับต่างประเทศเป็นเงินถึง 1.5 ล้านบาท

กิจกรรมที่ 2การวิจัยและพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำ ปลอดภัย และรักษาสิ่งแวดล้อม

ผลสำเร็จของงานวิจัยในกิจกรรมพัฒนาวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีใหม่ที่รวดเร็ว แม่นยำ ตามมาตรฐานสากลได้วิธีวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี (NIRS) ที่ให้ผลวิเคราะห์รวดเร็วทราบผลภายใน 1-2 นาที แม่นยำตามมาตรฐานสากล น่าเชื่อถือ ปลอดภัยจากสารเคมี และรักษาสิ่งแวดล้อม 5 วิธี ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุในปุ๋ยอินทรีย์โปรตีนในถั่วเหลือง สมบัติทางเคมีและทางกายภาพในดิน และปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสูตร

กิจกรรมที่ 3วิจัยและพัฒนาระบบฐานข้อมูลปัจจัยการผลิตเพื่อปรับปรุงคุณภาพการให้บริการด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ

ผลการทดของงานวิจัยด้านฐานข้อมูลพบว่า ได้ข้อมูลด้านประเมินศักยภาพคุณภาพและการจัดการองค์ความรู้เพื่อให้บริการด้านดิน น้ำ ปุ๋ย สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช 6 ชุดได้แก่ ได้แก่ 1) คุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ แม่น้ำและน้ำบาดาลที่ใช้ในทางการเกษตรบริเวณเขตภาคกลาง ส่วนใหญ่มีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สามารถใช้รดพืชทั่วไปได้ 2) ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการคงสภาพในการเก็บรักษาสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช paclobutrazol, gibberellic acid และ ethephon พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 เดือน ทำให้สารควบคุมการเจริญเติบโตพืชทุกชนิดและทุกสูตรความเข้มข้นมีความคงสภาพดี เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ 3) ได้โปรแกรมคำนวณอัตโนมัติเพื่อพิสูจน์ปุ๋ยปลอม ปุ๋ยผิดมาตรฐานของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ 4) จากการสำรวจและศึกษาขนาดอนุภาคและความแข็งของเม็ดปุ๋ยของแม่ปุ๋ยนำเข้า และข้อมูลสารตัวเติมจากแหล่งต่างๆ ที่จะใช้ในการผลิตปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ที่นำเข้ามาในราชอาณาจักรไทยพบว่า ตัวอย่างแม่ปุ๋ยที่สุ่มเก็บจากท้องตลาดของภาคต่างๆ บางส่วนมีลักษณะทางกายภาพไม่ผ่านตามเกณฑ์การคัดเลือกวัตถุดิบสำหรับผลิตปุ๋ยผสมแบบ

คลุกเคล้า5) ความสัมพันธ์ของค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่มีต่อดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อปุ๋ยอินทรีย์ 6) ได้สมการที่ใช้ทำนายค่าดัชนีการงอกในปุ๋ยอินทรีย์

โครงการที่ 4 การสร้างนวัตกรรมสนับสนุนด้านการวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบพิษตกค้างของอีไธออน คลอไพริฟอส และโอเมทโธเอท ในผักผลไม้

Research and Development of Ethion, Chlorpyrifos, and Omethoate Residue Test Kits

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ [1] ณัฏฐ์ชยธร ขัตติยะพุฒิเมธ [2] ยงยุทธ ไผ่แก้ว [1]

[1] กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

[2] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์รวมสารตกค้างอีไธออน คลอไพริฟอส และโอเมทโธเอทในผักผลไม้โดยวิธีทินเลเยอร์โครมาโตกราฟฟี่ (Thin layer chromatography, TLC) ที่สามารถตรวจครั้งเดียวได้พร้อมกัน 3 สารโดยนำแผ่นตรวจสอบของชุดตรวจสอบของสารพิษที่คิดขึ้นมาในปี 2554 มาประยุกต์ใช้แต่มาปรับเปลี่ยนระบบแยกสารใหม่ โดยใช้ของเหลวที่เป็นตัวแยก 100 ระบบ คือ hexane : acetone อัตราส่วน 1-20:1, 1-20:2, 1-20:3, 1-20:4, 1-20:5 พบว่าระบบที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้แยกสารพิษตกค้างรวมของอีไธออน คลอไพริฟอส และโอเมทโธเอทในผักผลไม้ คือ hexane : acetone อัตราส่วน 17 : 3 ให้จุดสีเหลืองบนพื้นสีส้ม โดยคลอไพริฟอส มีค่า Rf 0.6 (4.2 ซม) อีไธออน มีค่า Rf 0.44 (3.1 ซม)และโอเมทโธเอทมีค่า Rf 0.05 (0.4 ซม) , 0.12 (0.9 ซม) , 0.21 (1.5 ซม), 0.47 (3.3 ซม), มี limit of determination คลอไพริฟอส 0.02 ppm อีไธออน 0.05 ppm และโอเมทโธเอท0.25 ppm ชุดนี้มี % Recovery ของ คลอไพริฟอส 83-88% มี % Recovery ของอีไธออน 80-85% มี % Recovery ของโอเมทโธเอท80-85% ชุดตรวจสอบรวมที่ได้นี้ นำมาบรรจุในกล่องกระดาษหนัก 1 กิโลกรัม (คิดน้ำหนักหลังบรรจุขวดสกัดตัวอย่าง ขวดแยกสาร แผ่น Plate ที่ใช้แยก พร้อมเครื่องมือต่างๆที่ใช้ในการตรวจ) เมื่อนำไปทดสอบภาคสนามที่แปลงเกษตรกรปลูกผักที่จังหวัดตากขอนแก่น และจันทบุรี แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกับวิธี GC ปรากฏว่าได้ผลเป็นที่ยอมรับได้ ชุดตรวจสอบนี้สะดวกในการนำไปตรวจในแปลง GAP เพื่อการรับรองเบื้องต้นของกรมวิชาการเกษตร 1 ชุดสามารถตรวจได้ 24 ตัวอย่าง

.....

รหัสโครงการ 03 06 54 07 01 00 01 55

คำนำ

ตั้งแต่ปี 2546-2553 ได้มีการตรวจพบสารพิษตกค้างของอีไธออน คลอไพริฟอส และโอเมทโธเอทในผักและผลไม้มากที่สุดในสารพิษกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต (OSS, 2546-2553) และสารพิษอีไธออน คลอไพริฟอส และโอเมทโธเอทมีความเป็นพิษสูงทั้งในสัตว์เลือดอุ่นและระบบนิเวศ ทำให้เป็นปัญหาในการส่งออกการวิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างของอีไธออน คลอไพริฟอส และโอเมทโธเอทในผักและผลไม้มีความจำเป็นมากเนื่องจากเวลาตัวอย่างมีปริมาณมาก ไม่สามารถตรวจสอบในห้องปฏิบัติการได้ทันกับระยะเวลาที่ต้องการทราบผลเร่งด่วน ชุดตรวจสอบสามารถแก้ไขปัญหาได้ เพราะใช้เวลาในการตรวจเพียง 15 นาที / 12 ตัวอย่าง ถ้าตรวจในห้องปฏิบัติการใช้เวลา 3 วัน และในการตรวจใช้หลักของ TLC ซึ่งโมเลกุลของสารพิษขนาดใหญ่จะเคลื่อนที่เดินทางในตัวแยกสารได้ช้ากว่าโมเลกุลของสารพิษขนาดเล็ก อาศัยหลักการนี้ทำให้สามารถแยกสารพิษที่มีสูตรโครงสร้างโมเลกุลหลักที่คล้ายกันแต่แตกต่างกันเฉพาะ functional group ที่มาเกาะ โดยการหยดตัวอย่างเพียงครั้งเดียวสามารถแยกสารพิษได้หลายๆตัวโดยระยะทางของจุดที่ปรากฏบนแผ่นตรวจสอบจะแตกต่างกันขึ้นกับขนาดของโมเลกุลสาร จะมีสีเดียวกันเพราะใช้ระบบเดียวกันในการแยก ขึ้นอยู่กับการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของตัวเคลือบแผ่นตรวจสอบ และอัตราส่วนของตัวที่ใช้แยกสารพิษ ชุดตรวจสอบสารพิษเหล่านี้จะดำเนินการให้สามารถตรวจสอบสารพิษให้มีระดับต่ำสุดที่ตรวจได้มีค่าไม่เกินค่าCodex MRL จึงมีประโยชน์ในการตรวจสอบผลผลิตจากแปลงก่อนออกสู่แหล่งจำหน่าย ถ้าตรวจพบแสดงว่าเกินค่า Codex MRL ไม่ต้องเข้าห้องปฏิบัติการ สามารถลดค่าใช้จ่าย เวลา และแรงงานในการตรวจสอบ และพกพาไปตรวจที่ใดก็ได้

จากการที่เกษตรกรเปลี่ยนมาใช้สารอีไธออน คลอไพริฟอส และโอเมทโธเอทนี้เอง ทำให้สารพิษทั้ง 3 ตัวถูกตรวจพบในผักส่งออกปี 2552 อีไธออนถูกตรวจพบสูงสุดถึง 0.95 ppm. ในพริกและอีไธออนถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในพริก 14 ตัวอย่าง ในกระเพรา 1 ตัวอย่าง ในกระเจี๊ยบเขียว 3 ตัวอย่าง คลอไพริฟอสถูกตรวจพบสูงสุดถึง 1.78 ppm. ในพริกและคลอไพริฟอสถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในพริก 57 ตัวอย่าง ในหน่อไม้ฝรั่ง 5 ตัวอย่าง ในกระเพรา 4 ตัวอย่าง ในกระเจี๊ยบเขียว 8 ตัวอย่าง ในโหระพา 4 ตัวอย่าง โอเมทโธเอทถูกตรวจพบสูงสุดถึง 1.34 ppm. ในพริก และโอเมทโธเอทถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในพริก 18 ตัวอย่าง ในหน่อไม้ฝรั่ง 3 ตัวอย่าง (OSS, 2552; Codex MRLs, 2009)

ส่วนในผลไม้ส่งออกปี 2552 อีไธออนถูกตรวจพบ สูงสุด 3.45 ppm.ในลิ้นจี่และอีไธออนถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในลิ้นจี่ 6 ตัวอย่าง ในลำไย 1 ตัวอย่าง ในมะม่วง 17 ตัวอย่าง ในมังคุด 3 ตัวอย่าง และในส้มโอ 1 ตัวอย่าง คลอไพริฟอสถูกตรวจพบสูงสุดถึง 1.28 ppm. ในมะม่วงและคลอไพริฟอสถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในทุเรียน1ตัวอย่าง ในลิ้นจี่ 30 ตัวอย่าง ในลำไย 7ตัวอย่าง ในมะม่วง 52 ตัวอย่าง ในมังคุด 14 ตัวอย่าง โอเมทโธเอทถูกตรวจพบสูงสุดถึง 0.3 ppm. ในมะม่วง และโอเมทโธเอทถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในทุเรียน 7 ตัวอย่าง ในมะม่วง 21 ตัวอย่าง (OSS, 2552; Codex MRLs, 2009)

ในผักส่งออกปี 2553 อีไธออนถูกตรวจพบสูงสุดถึง 3.40 ppm. ในผักชีและอีไธออนถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในพริก 9 ตัวอย่าง ในผักชี 4 ตัวอย่าง ในมะเขือกลม 1 ตัวอย่าง ในถั่วฝักยาว 5 ตัวอย่าง คลอไพริ

ฟอสถูกตรวจพบสูงสุดถึง 13.67 ppm. ในผักชีและคลอไพริฟอสถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในพริก 21 ตัวอย่าง ในคะน้า 3 ตัวอย่าง ในผักชี 41 ตัวอย่าง ในผักชีลาว 5 ตัวอย่าง ในโหระพา 1 ตัวอย่าง ในถั่วฝักยาว 7 ตัวอย่าง โอเมทโธเอทถูกตรวจพบสูงสุดถึง 19.93 ppm. ในถั่วฝักยาว และโอเมทโธเอทถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในพริก 3 ตัวอย่าง ในคะน้า 1 ตัวอย่าง ในผักชี 5 ตัวอย่าง ในมะเขือเปราะ 1 ตัวอย่าง ในมะเขือกลม 16 ตัวอย่าง ในถั่วฝักยาว 25 ตัวอย่าง (OSS, 2553 ; Codex MRLs, 2009)

ส่วนในผลไม้ส่งออกปี 2553 อีไธออนถูกตรวจพบ สูงสุด 0.28 ppm.ในมะม่วงและอีไธออนถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในมะม่วง 2 ตัวอย่าง ในมังคุด 1 ตัวอย่าง ในส้มโอ 1 ตัวอย่าง คลอไพริฟอสถูกตรวจพบสูงสุดถึง 0.65 ppm. ในมะม่วงและคลอไพริฟอสถูกตรวจพบเกินค่า MRLs ในมะม่วง 6 ตัวอย่าง ในมังคุด 6 ตัวอย่าง ในทุเรียน 1 ตัวอย่าง ในลิ้นจี่ 2 ตัวอย่าง ในลำไย 3 ตัวอย่าง (OSS, 2553 ; Codex MRLs, 2009)

อีไธออน คลอไพริฟอส และโอเมทโธเอทเป็นสารกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟตออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในคน เมื่อได้รับสารกลุ่มนี้เข้าไปในร่างกาย ทำให้เกิดอาการคลื่นเหียนอาเจียน กล้ามเนื้อเกร็ง ท้องร่วง น้ำลายฟูมปาก ตาพร่ามัว ปวดหัว อ่อนล้า แน่นหน้าอก แต่ละชนิดแสดงอาการความเป็นพิษแตกต่างกัน เช่นอีไธออน มีค่า LD_{50} oral (rats) 208 mg/kg, LD_{50} dermal (rats) 62 mg/kg มีความเป็นพิษสูงกับนกร้องเพลง LD_{50} red-wing blackbirds 45 mg/kg, นกกระทา LD_{50} bobwhite quail 128.8 mg/kg มีความเป็นพิษกับปลาและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำจืด ปลา rainbow trout, LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.5 mg/l ปลา Atlantic silversides, LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.049 mg/l ปลา bluegill sunfish, LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.21 mg/l ปลา fathead minnows, LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.72 mg/l สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำจืด LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.0077-0.056 mg/l สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในน้ำทะเล LC_{50} (96 ชั่วโมง) 0.049-0.05 mg/l อีไธออน สามารถสะสมได้ในเนื้อเยื่อปลา(Extoxnet : ethion, 2011)

คลอไพริฟอส มีค่า LD_{50} oral (rats) 95-270 mg/kg, LD_{50} oral (mice) 60 mg/kg, LD_{50} oral (rabbits) 1,000 mg/kg, LD_{50} oral (chickens) 32 mg/kg, LD_{50} dermal (rats) >2,000 mg/kg มีความเป็นพิษสูงกับสัตว์ปีก LD_{50} oral (pheasants) 8.41 mg/kg,LD_{50} oral (mallards duck) 112 mg/kg, LD_{50} oral (sparrows) 21 mg/kg, LD_{50} oral (chickens) 32 mg/kg มีความเป็นพิษสูงกับปลา และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม มีการสะสมในเนื้อเยื่อสัตว์น้ำ (Extoxnet : chlorpyrifos, 2011)

โอเมทโธเอท มีค่า LD_{50} oral (rats) 25 mg/kg, LD_{50} dermal (rats) 200 mg/kg มีความเป็นพิษสูงกับลูกอ๊อด (tadpole: *Rana llmnocharis*) LC_{50}(48 ชั่วโมง) 244.24 mg/l, LC_{50}กับปลา Tooth carp *(Aphanlus tasclatus)* 96 ชั่วโมง) 1.51 mg/l, LC_{50}ปลา Rainbow trout *(Oncorhynchus mykiss)* 72 ชั่วโมง 9.4 mg/l, LC_{50}ปลา Medaka high-eyes *(Oryzias tlpes)* 96 ชั่วโมง 139 mg/l, LC_{50}ปลา Guppy *(Poeclla reticulate)* 96 ชั่วโมง 48 mg/l (Kegley, S.E. et al. , 2011)

ในงานวิจัยนี้เพื่อคิดค้นชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างของอีไธออน ชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างของคลอไพริฟอส และชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างของโอเมทโธเอทในผักผลไม้ที่นำไปใช้ในภาคสนาม เพื่อความสะดวก

รวดเร็วประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการตรวจเป็นการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนออกจากแปลงสู่แหล่งจำหน่ายและผู้บริโภค

วัตถุประสงค์

เพื่อคิดค้นชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างรวมของอีไธออนคลอไพริฟอส และโอเมทโธเอทในผักผลไม้ที่นำไปใช้ในภาคสนาม เพื่อความสะดวก รวดเร็วประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายในการตรวจ

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1 มีดหั่นตัวอย่างและเขียง

2 เครื่องปั่น (Vortex mixer) ปรับความเร็วได้ 2 ระดับ คือ ระดับต่ำและระดับสูง

3. เครื่องกรอง (Suction filter pump)

4. เครื่องลดปริมาตร (Rotary vacuum evaporator)

5. แผ่นตรวจสอบของปี 2554

6. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น beaker ขนาด 100, 250, 400 ml; cylinder ขนาด 100, 250 ml; round bottom flask ขนาด 250 ml; syringe หยด TLC

7. สารเคมี เช่น acetone (AR),hexane (AR)

8. สารมาตรฐานอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทและผลิตภัณฑ์อีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอท (10%w/v)

วิธีการ

1 ทดสอบหา Sensitivity ของสารมาตรฐานอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทที่ระดับ 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 ppm. โดยการหยดสารมาตรฐานลงบน แผ่นตรวจสอบ เมื่อแห้งแล้วนำแผ่นตรวจสอบมาจุ่มในขวดแยกสารซึ่งเป็นตัวที่ใช้แยกสารคือ hexane: acetone แต่มาปรับเปลี่ยนอัตราส่วนของ ของเหลว ทั้ง 2 ชนิด ทั้งหมด 100 ระบบ คือ hexane : acetone อัตราส่วน 1-20:1, 1-20:2, 1-20:3, 1-20:4, 1-20:5 เพื่อหา Limit of detection เมื่อแห้งแล้วแล้วอบ plate ในถังที่มีสารที่เป็นตัว reducing agent นานครึ่งวินาที

2. หา % การคืนกลับของสารพิษ (Recovery) ของอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทในผักคะน้า ชั่งตัวอย่างผักคะน้าที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆมา 5 กรัม ใส่ในขวดสกัดตัวอย่าง เติม acetone ลงไป 5 ml ปิดฝาขวดแล้วเขย่า 2-3 นาที จะได้เป็น control

3. ถ้าเป็น blank ใช้ acetone ใส่ในขวดสกัดตัวอย่าง 5 ml แล้วสกัดเหมือน control แต่ไม่ใส่ผักคะน้า

4. ส่วนตัว Recovery ใส่สารมาตรฐานอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทลงไป 0.25 µg ในแต่ละขวดขวดละ 1 สารพิษ + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.05 ppm) ใส่สารมาตรฐานอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทลงไป 0.5 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.1 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 1 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.2 ppm) ใส่สารมาตรฐานโพรเฟนโนฟอสลงไป 1.5 µg + คะน้า 5 กรัม + acetone 5 ml (0.3 ppm) ทุกขวดเติม acetone ลงไปจนถึงขีด 10 ml แล้วสกัดเหมือน control

5. เตรียมผลิตภัณฑ์อีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอท(10%w/v) ให้มีความเข้มข้น ตามที่ระบุในข้อ 4

6.หลังจากนั้นนำผลิตภัณฑ์อีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทความเข้มข้นต่างๆที่เตรียมไว้ ในข้อ 5 และตัวอย่างในข้อ 2, 3, 4 มาหยดลงบนแผ่นตรวจสอบชุดโพรเฟนโนฟอส เป็น 4 จุดในแต่ละแผ่น มี 3 แผ่น แผ่นแรก จุดแรกเป็นสารมาตรฐานอีไธออนปริมาณ 2 µl จุดที่ 2 เป็น blank ปริมาณ 2 µl จุดที่ 3 เป็น control ปริมาณ 2 µl ปริมาณจุดที่ 4 เป็น Recovery ปริมาณ 2 µl แผ่นที่ 2 จุดแรกเป็นสารมาตรฐานคลอไพริฟอสปริมาณ 2 µl จุดที่ 2 เป็น blank ปริมาณ 2 µl จุดที่ 3 เป็น control ปริมาณ 2 µl จุดที่ 4 เป็น Recovery ปริมาณ 2 µl แผ่นที่ 3จุดแรกเป็นสารมาตรฐานโอเมทโธเอท ปริมาณ 2 µl จุดที่ 2 เป็น blank ปริมาณ 2 µl จุดที่ 3 เป็น control ปริมาณ 2 µl จุดที่ 4 เป็น Recovery ปริมาณ 2 µl

7. ปล่อยทิ้งไว้ให้แห้งแล้วนำมาอบในถังที่มี reducing agent ครึ่งวินาที จะมองเห็นจุดสีเหลืองบนพื้นสีส้ม ชัดเจนมาก ได้ค่า Rf อีไธออน ได้ค่า Rf คลอไพริฟอส ได้ค่า Rf โอเมทโธเอท สามารถหา Limit of determination ได้

8. นำผลที่ได้ไปพัฒนาเป็นชุดตรวจสอบสำเร็จรูป เพื่อนำไปใช้ในภาคสนาม

9. นำผลที่ตรวจในภาคสนามมาเปรียบเทียบกับ GC ในห้องปฏิบัติการ

เวลาและสถานที่

ที่กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และแปลงทดสอบของเกษตรกรปลูกพริกที่ จ. ขอนแก่น จ. ตาก และ จ. จันทบุรี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 – 30กันยายน 2555

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองหา ระบบของเหลวผสมที่เหมาะสมที่สุดในการแยกอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทออกจากสารตัวอื่นๆที่มีอยู่ในผักและผลไม้ พบว่า Hexane; acetone อัตราที่เหมาะสมที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระบบของเหลวผสมที่เหมาะสมที่สุด ในการแยกสารรวมอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอท แสดงเป็นอัตราส่วน และค่า Rf

ชนิดสาร	อัตราส่วน hexane : acetone	Rf value
อีไธออน	17 : 3	0.44 (3.1 cm)
คลอไพริฟอส	17 : 3	0.6 (4.2 cm)
โอเมทโธเอท	17 : 3	0.05(0.4cm), 0.12(0.9cm), 0.21(1.5cm), 0.47(3.3cm)

เมื่อนำระบบของเหลวผสม ระบบ 17 : 3 คือ อีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทมาหา %Recovery ในผักคะน้า (n=10) พบว่าได้ %Recovery ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดง % Recovery และ Limit of determination ของอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอท ในคะน้า

ชนิดสาร	% Recovery	Limit of determination (ppm.)
อีไธออน	80-85	0.05
คลอไพริฟอส	83-88	0.02
โอเมทโธเอท	80-85	0.25

หลังจากทำการทดลองในงานวิจัยของห้องปฏิบัติการได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงนำมาพัฒนาเป็นชุดตรวจสอบเพื่อใช้ในภาคสนามโดยนำไปทดสอบกับแปลงปลูกผักของเกษตรกร จ. ตาก ขอนแก่น และจันทบุรี แล้วนำผล (ตัวอย่างเดียวกัน สกัดวิธีเดียวกัน) มาเปรียบเทียบกับวิธี GC ในห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในตารางที่ 3, 4, 5

ตารางที่ 3 ผักชนิดต่างๆเปรียบเทียบกันระหว่างตรวจด้วย Test kit และ GC

แหล่งปลูกที่ 1 จ. ขอนแก่น (พริกหนุ่ม)ใช้ยาตามฉลาก เก็บหลังฉีดพ่น 4 ชม. ทั้งหมด 6 แปลง + control 1 แปลง

GC			**Test kit**		
Chlorpy	Ethion	Omet	Chlorpy	Ethion	Omet
0.91 ppm	1.51 ppm	0.3 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.55 ppm	0.815 ppm	0.57 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.602 ppm	0.982 ppm	0.47 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.352 ppm	0.59 ppm	0.32 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.34 ppm	0.52 ppm	0.49 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.47 ppm	0.72 ppm	0.37 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.01 ppm	0.02 ppm	0.01 ppm	ND	ND	ND
LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.02 ppm	LOQ 0.05 ppm	LOQ 0.25 ppm

ตารางที่ 4 ผักชนิดต่างๆเปรียบเทียบกันระหว่างตรวจด้วย Test kit และ GC

แหล่งปลูกที่ 2 จ. ตาก (พริกหัวเรือ)ใช้ยาตามฉลาก เก็บหลังฉีดพ่น 4 ชม. ทั้งหมด 6 แปลง + control 1 แปลง

GC			**Test kit**		
Chlorpy	Ethion	Omet	Chlorpy	Ethion	Omet
0.03 ppm	0.06 ppm	0.31 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.12 ppm	0.39 ppm	0.43 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.07 ppm	0.21 ppm	0.42 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.06 ppm	0.19 ppm	0.52 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.07 ppm	0.24 ppm	0.50 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.06 ppm	0.16 ppm	0.64 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.01 ppm	0.02 ppm	0.01 ppm	ND	ND	ND
LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.02 ppm	LOQ 0.05 ppm	LOQ 0.25 ppm

ตารางที่ 5 ผักชนิดต่างๆเปรียบเทียบกันระหว่างตรวจด้วย Test kit และ GC

แหล่งปลูกที่ 3 จ. จันทบุรี (พริกจินดา)ใช้ยาตามฉลาก เก็บหลังฉีดพ่น 4 ชม. ทั้งหมด 6 แปลง + control 1 แปลง

GC			Test kit		
Chlorpy	Ethion	Omet	Chlorpy	Ethion	Omet
0.06 ppm	0.2 ppm	0.28 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.07 ppm	0.29 ppm	0.47 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.11 ppm	0.48 ppm	0.39 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.08 ppm	0.33 ppm	0.42 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.10 ppm	0.47 ppm	0.58 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.14 ppm	0.33 ppm	0.44 ppm	>0.02 ppm	>0.05 ppm	>0.25 ppm
0.01 ppm	0.02 ppm	0.01 ppm	ND	ND	ND
LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.01 ppm	LOQ 0.02 ppm	LOQ 0.05 ppm	LOQ 0.25 ppm

เห็นได้ว่าค่า LOQ ของ GC ตรวจได้ละเอียดกว่า LOQ ของ Test kitแต่ Test kit มีข้อดีตรงที่ค่าตรวจถูกกว่า ประหยัดเวลาในการตรวจ ประหยัดแรงงาน และพกพาไปตรวจที่ใดก็ได้ จึงเหมาะที่ใช้ในการตรวจสอบเบื้องต้นในแปลง GAP และการส่งออก ก่อนนำมาตรวจเพื่อขอใบรับรอง ทำให้ประหยัดวลา และค่าใช้จ่ายไปได้มาก

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

เมื่อสารอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทตกค้างอยู่ในผักผลไม้และผลิตผลอื่นๆ ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า สารพิษบางส่วนจะซึมเข้าไปในส่วนของเนื้อผักและผลไม้ และบางส่วนยังคงอยู่บนผิวของผักและผลไม้ที่นำมาบริโภค โดยจะเคลือบอยู่ภายนอก จึงต้องสกัดสารพิษส่วนนี้ออกมาโดยวิธีแยกส่วน โดยใช้ความแตกต่างของความสามารถในการละลายของสารพิษอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทในของเหลวที่เป็นตัวทำละลายทางเคมี (Solvent) และเมื่อนำสารละลาย (Solution) ที่มีสารอีไธออนคลอไพริฟอส โอเมทโธเอทมา

ตรวจวิเคราะห์ด้วยชุดตรวจสอบ TLC พบว่า สารอีไธออนคลอไพริฟอส โอเมทโธเอทมีการแยกจากองค์ประกอบอื่นๆอย่างชัดเจน ทำให้สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เป็นจุดสีส้ม ณ ตำแหน่งที่ปรากฏในภาพที่ 1 ปริมาณที่ตรวจสอบได้มีค่าอยู่ในเกณฑ์ความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล การตรวจสอบโดยใช้ชุดตรวจสอบอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทสามารถดำเนินการให้แล้วเสร็จภายในระยะเวลา 15นาทีต่อ12 ตัวอย่าง (ตั้งแต่เริ่มสกัดตัวอย่างจนกระทั่งตรวจวัดด้วยสายตาแล้วเสร็จ) เมื่อนำชุดตรวจสอบอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทมาใช้ตรวจสอบในภาคสนามสามารถตรวจตัวอย่างได้ 24 ตัวอย่างต่อ1ชุดโดยใช้เวลา 30 นาที

ชุดตรวจสอบสารอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทเบื้องต้นนี้มีคุณสมบัติและลักษณะเด่นคือ เป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ มีความแปลกใหม่ สามารถพกพาไปใช้ตรวจสารพิษตกค้างในภาคสนามได้ ประหยัดเงินและเวลาในการตรวจวิเคราะห์ (จากเดิมตรวจด้วย GC ราคา 3,500 บาท/ตัวอย่างแต่ใช้ชุดตรวจสอบราคา 180 บาท/ตัวอย่าง) และตรวจสอบได้รวดเร็วกว่าเดิม (ตรวจด้วย GC ใช้เวลา 2 วัน/ตัวอย่าง แต่ตรวจด้วยชุดตรวจสอบใช้เวลา 15 นาที/12 ตัวอย่าง) 1 ชุดสามารถตรวจสอบได้ 24 ตัวอย่าง และปริมาณต่ำสุดที่ตรวจได้มีค่าต่ำกว่าค่าความปลอดภัย (Codex MRLs)

ชุดตรวจสอบสารอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทที่คิดค้นขึ้นมานี้เหมาะกับที่จะใช้ในปัจจุบันอย่างยิ่ง เนื่องจากพบว่าในปี 2552-2553 สารอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทถูกตรวจพบตกค้างในผักและผลไม้ส่งออกมาก(OSS, 2552; 2553)ซึ่งสอดคล้องกับการทำประเมินการใช้สารพิษของเกษตรกรในแปลงปลูกปี 2552 เพื่อลดความเสี่ยงภัยและความรุนแรงของผลกระทบการใช้วัตถุมีพิษ พบว่าอีไธออน คลอไพริฟอส โอเมทโธเอทเกษตรกรนิยมใช้ในแปลงปลูกผักทั้งในภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อุดมลักษณ์และคณะ, 2552; อุดมลักษณ์และคณะ, 2553)

โครงการที่ 5 การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม

Determination on the Impact of Pesticide Use and Monitoring of Hazardous Pesticide or Persistent Residues in the Environment

ผกาสินี คล้ายมาลา จิราพรรณ ทองหยอด อิสริยะ สืบพันธุ์ดี ลมัย ชูเกียรติวัฒนา วิสุทธิ เชวงศรี
พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ สมสมัย ปาลกูล ยงยุทธ ไผ่แก้ว จินตนา ภู่มงกุฎชัย ศศิมา มั่งนิมิตร์
ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ นงพงา โอลเสน เนาวรัตน์ ตั้งมั่นคงวรกูล เบญจมาศ ใจแก้ว
วัชราพร ศรีสว่างวงศ์ นาตยา จันทร์ส่อง อิทธิพล บ้งพรม เฉลิมพล เอี่ยมพลับ สุวรรณี ศรีทองอินทร์
มณฑาทิพย์ อรุณวรากรณ์ กัญญารัตน์ เต็มปิยพล เกษสิริ ฉันทพิริยะพูน สาวิตรี เขมวงศ์ อรพิน หนูทอง
ภิญญา จุลินทร วิภา ตั้งนิพนธ์ ปรีชา ฉัตรสันติประภา มลิสา เวชยานนท์ ประกิจ จันทร์ติ๊บ
เอกราช สิทธิมงคล สิริพร เหลืองสุชนกุล ปภัสรา คุณเลิศ

บทคัดย่อ

โครงการวิจัย การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม ได้ดำเนินการวิจัยระหว่างปี พ.ศ. 2554 -2558 ผลการดำเนินงานวิจัยของโครงการ พบว่า สถานการณ์ความรุนแรงของการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชต้องมีการเฝ้าระวังการใช้อย่างต่อเนื่อง สรุปผลงานวิจัยใน 4 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 งานวิจัยการตรวจสอบผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายและผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติที่วางจำหน่ายในท้องตลาด เพื่อควบคุมคุณภาพปริมาณสารออกฤทธิ์ให้ตรงกับปริมาณที่ระบุไว้บนฉลาก พบเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ และคุณสมบัติทางกายภาพ ในสูตรต่างๆของแต่ละชนิดผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่อยู่ในมาตรฐาน แต่ยังตรวจพบผลิตภัณฑ์ที่ผิดจากมาตรฐาน และผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพกิจกรรมที่ 2งานวิจัยการเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก ผลไม้ มีการเก็บตัวอย่างผลผลิตในกลุ่มพืชหลายชนิด และตัวอย่างในระบบปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี(Good Agricultural Practice, GAP) ในพื้นที่ของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 1-8 ผลผลิตที่พบสารพิษตกค้างควรระมัดระวังในการบริโภคสด ผักและผลไม้ส่วนใหญ่พบปริมาณสารพิษตกค้างอยู่ในช่วงที่ต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในพืชอาหาร (Maximum residue limits, MRLs) ส่วนสารที่พบเกินค่า MRL ต้องให้ความสำคัญในการตรวจเฝ้าระวังต่อไป กิจกรรมที่ 3การสะสมและการแพร่กระจายสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม เป็นการศึกษาการเคลื่อนย้ายของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในน้ำผิวดิน ดิน ตะกอน และสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำผิวดิน สารกำจัดวัชพืชที่มีศักยภาพบางชนิดเคลื่อนย้ายสู่น้ำแหล่งน้ำใต้ดินได้ การตรวจพบระดับของสารตกค้างจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่เกษตรกรรมสามารถนำไปใช้คาดการณ์ปริมาณสารพิษตกค้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบจากสารตกค้างในพื้นที่ซึ่งยากที่จะตรวจสอบและประมาณได้ กิจกรรมที่ 4 การศึกษาปัญหาและความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช จากงานวิจัยการประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม การประเมินใช้การบ่งชี้ความเป็นอันตรายตาม

น้ำหนักของหลักฐาน (Weight of Evidence) ที่รวบรวมข้อมูลจากการทดลอง พบว่า เกษตรกรมีความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารจากการใช้สาร ระดับของความเสี่ยงอยู่ระหว่างระดับที่ยอมรับได้ (Accept) ถึงระดับเสี่ยง (Risk) รวมทั้งตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิต ดิน น้ำ ตะกอน และสัตว์น้ำบริเวณแปลงทดลอง

คำสำคัญ

วัตถุอันตรายทางการเกษตร/วัตถุมีพิษการเกษตร/สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช, สารออกฤทธิ์,สารพิษตกค้าง,ค่ากำหนดปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง,ระบบปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี, สารมลพิษตกค้างยาวนานในสิ่งแวดล้อม, ผลกระทบ, การประเมินความเสี่ยง,สารกำจัดวัชพืช, สารกำจัดแมลง,ออร์กาโนคลอรีน, ออร์กาโนฟอสฟอรัส, ไพรีทรอยด์, คาร์บาเมท

Abstracts

Determination on the Impact of Pesticide Use and Monitoring of Hazardous Pesticide or Persistent Residues in the Environmentwas studying in 2011 - 2015.This project was described more specific outcome, first of all the research were analysis the quality of pesticide formulation products in the market, found the false specified formulation followed the FAO and WHO specification for Pesticide and the natural products have not found active ingredient equivalent on the labels. (Maximum Residue Limits, MRLs)The second, Pesticide residue in commodities, inspect for the pesticide were contamination in commodities for quality of crops from the certification of Good Agricultural Practice (GAP) farm in Research office Region 1-8 Area. Therefore, the presence of these pesticide residues in the commodities has always been a matter of serious concern especially when these commodities are consumed fresh.The commodities have mainly found residue beneath Maximum residue limits (MRLs); the residues exceed MRLs that were important for monitoring. The third issue, accumulation and distribution of pesticide use in agricultural area has inspection. Subsequently determined to possess an extensively runoff of pesticides may be found in surface water (the river and tributaries), soil, sediment, aquatic animal and plants. Therefore, herbicide can potential migrate into groundwater. Several indices of residue levels can be used to predict pesticide residue intake. In Particular, the effects of regular intake of pesticide residues in agricultural area are hard to detect and quantify.Final issue, violent of impact of pesticide use in agricultural area were examined by risk assessment research. Risk assessment of Pesticide is used to indicate a hazard under the

weight of the evidence gathered from experimental data. Risk assessment of pesticide is necessary in order to determine the adverse effects from pesticide to the applicator, consumer and contaminate in the environment. Farmers are at risk from exposure of pesticides after using pesticides. The level of risk is between acceptable level to the health risks level and found residue in produce and the environment.

Key words

Pesticide, Pesticide residues, Active ingredient,Maximum Residue Limit (MRL), Good Agricultural Practice (GAP), Persistent Organic Polltants (POPs), Impact, Risk Assessment, Herbicide, Insecticide,Organochlorine,Organophosphorus, Pyrethroid, Carbamate

บทนำ

1. ความสำคัญและที่มาของโครงการวิจัย

โครงการวิจัย การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม มีเป้าหมายสำคัญคือ การศึกษาข้อมูลด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร ซึ่งเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญของเกษตรกร ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรเกือบ 100% ต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศ มีการนำเข้าทั้งในรูปของสารเข้มข้น (Technical grade) เพื่อนำมาผลิต ปรุงแต่งในประเทศ (Formulatedproduct) และนำเข้าผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finish product) มาแบ่งบรรจุเพื่อจำหน่าย โดยต้องผ่านขั้นตอนการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุอันตรายทางการเกษตร ตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ และองค์การอนามัยโลก (FAO and WHO specification for Pesticide) เป็นการตรวจสอบย้อนกลับว่าผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร มีเปอร์เซ็นต์ปริมาณสารออกฤทธิ์และคุณภาพตรงตามที่ระบุไว้บนฉลาก และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการตรวจวิเคราะห์เพื่อการขึ้นทะเบียน ส่วนการศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติในท้องตลาดนั้น พบว่าผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ หรือปริมาณสารออกฤทธิ์ไม่ตรงตามที่ระบุไว้บนฉลาก สำหรับปัญหาสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร ได้เฝ้าระวังปัญหาสารพิษตกค้างในพืชผัก ผลไม้และพืชสมุนไพร มาอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี 2551 ที่มีโครงการอาหารปลอดภัย (Food safety) ได้มีการสุ่มเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดต่างๆ เพื่อติดตามตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง เป็นการตรวจสอบย้อนกลับในส่วนของการรับรองระบบการปลูกพืชตามระบบปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี(Good Agricultural Practice) อีกทางหนึ่ง

ส่วนการติดตามสถานการณ์การปนเปื้อนของสารมลพิษในสิ่งแวดล้อมและแหล่งเกษตรกรรม ได้มีการเฝ้าระวังและติดตาม โดยเฉพาะในแหล่งน้ำบริเวณที่มีการทำการเกษตรกรรมหนาแน่น คุณภาพของแหล่งน้ำผิวดินมีความสำคัญทางเศรษฐกิจต่อชุมชนอย่างยิ่งเพราะนำน้ำไปใช้ในการทำเกษตรกรรมและอุปโภคบริโภค ทำการเฝ้าระวังการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ เช่นแม่น้ำป่าสัก เจ้าพระยา ท่าจีน แม่กลอง และบางปะกง เป็นต้น ตามอนุสัญญาสตอกโฮล์มว่าด้วยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutant : POPs) ประเทศไทยได้ให้สัตยาบันโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อคุ้มครองสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน รวมทั้งการเฝ้าระวังการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรในกลุ่มอื่นๆ ที่เพิ่มมากขึ้นและเกษตรกรมีการใช้บ่อยครั้งในช่วงก่อนปลูกพืชและก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิด อะทราซีน(atrazine) ที่ใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมมีโอกาสเคลื่อนย้ายลงสู่คลองชลประทาน ลำธารสาธารณะ แม่น้ำสายหลัก และมีศักยภาพลงสู่น้ำใต้ดินได้ ถ้าหากไม่เกิดการสลายตัวอย่างรวดเร็วตามคุณลักษณะของสารชนิดนั้นๆ เช่น การสลายตัวจากการระเหย (Vaporization) การสลายตัวด้วยแสงแดด (Photo degradation) หรือการสลายตัวจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ (Microbial degradation)ข้อมูลชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างที่ตรวจพบจากศึกษาวิจัยนี้ จะสามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบการพิจารณาการวางแผนการบริหาร จัดการ เพื่อการตรวจสอบคุณภาพภายหลังการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทาง

การเกษตร การกำหนดหรือจำกัดปริมาณของการใช้สารเคมีตามความจำเป็น ตามการระบาดของศัตรูพืช แนะนำให้แก่เกษตรกร รวมทั้งหน่วยงานอื่นๆ จะสามารถใช้ประโยชน์ทำให้เกษตรกรและประชาชนตระหนักถึงความเสี่ยงจากการใช้สารเคมี ผลกระทบ ตลอดจนความเป็นอันตรายที่มีต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม เป็นสำคัญ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อเฝ้าระวังคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรและสารธรรมชาติ

2.2 เพื่อเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก ผลไม้

2.3เพื่อศึกษาการสะสมและการแพร่กระจายสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ เกษตรกรรม

2.4เพื่อศึกษาปัญหาและความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

3. วิธีการวิจัย

วิธีการวิจัยในโครงการ การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม ใช้การสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติ แล้วนำมาทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพและสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรและสารธรรมชาติ โดยผลการวิจัยพบว่าเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่จำหน่ายในท้องตลาดมีตัวอย่างที่ตรงมาตรฐาน เสื่อมคุณภาพและผิดมาตรฐาน โดยจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับสารวัตรเกษตรในการติดตามคุณภาพภายหลังการขึ้นทะเบียนได้อีกทางหนึ่งสำหรับผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติ ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ในส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ หรือในส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ มีปริมาณไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในฉลาก ส่วนกิจกรรมการสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตพืชผักผลไม้ตระกูลต่างๆ แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง โดยนำผลการตรวจวิเคราะห์ไปเปรียบเทียบกับค่ากำหนดปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (Maximum Residues Limit, MRL)ที่ยอมให้มีได้ในผลผลิต เพื่อจะทำให้ทราบสถานการณ์การใช้สารเคมีของเกษตรกร การตกค้างในพืชอาหาร ได้มีการติดตามตรวจสอบคุณภาพผลิตผลทางการเกษตรในกลุ่มพืชผัก ไม้ผลชนิดต่างๆ ทั้งจากแหล่งผลิต แหล่งรวบรวม ไปจนถึงแหล่งจำหน่ายหลังการรับรอง GAP โดยเป็นงานวิจัยในพื้นที่ สวพ. เขตที่ 1-8 ทำให้ได้ทราบข้อมูลสถานการณ์การใช้สารเคมีในพืชผักและไม้ผล ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังควบคู่ไปกับการควบคุมคุณภาพที่ระบบแหล่งผลิตเป็นการตรวจสอบย้อนกลับเพื่อให้เกิดระบบการควบคุมผลผลิตที่ดีโดยอาจจะทราบจุดอ่อนและจุดแข็งของระบบการติดตามตรวจสอบในระบบ GAP อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ในกิจกรรมการสะสมและการแพร่กระจายสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม มีการเก็บตัวอย่างจากแม่น้ำสายหลักเพื่อจะได้ทราบการสะสมสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำต่างๆ เมื่อมีการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรหลายชนิดและบ่อยครั้งจนอาจมีผลทำให้เกิดการแพร่กระจายจากพื้นที่เกษตรกรรมลงสู่คลองสาขาจนถึงแม่น้ำสายหลัก ส่วนกิจกรรมการประเมินความเสี่ยงต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม เป็นการศึกษาผลกระทบของสารเคมีในกลุ่มเฝ้าระวังการใช้ของกรมวิชาการเกษตรได้เก็บตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน แผ่นผ้า ที่ติดบนร่างกายเกษตรกร ปลาและพืชน้ำนำมาตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง นำข้อมูลมาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของสาร มีการคำนวณค่า MOE จากค่า NOAEL ค่า RfD หรือ ค่า ADI ตามวิธีการประเมินของ US.EPA ที่บ่งชี้ความเป็นอันตรายตามน้ำหนักของหลักฐาน (Weight of Evidence)

ชื่อกิจกรรมงานวิจัย

กิจกรรมที่ 1การเฝ้าระวังคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร

กิจกรรมย่อยที่ 1.1การเฝ้าระวังคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรและสารธรรมชาติ

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
1.1.1	การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ atrazine, ametryn, alachlor, imidacloprid, dichlorvos abamectin, carbendazim, butachlor และpropanil(2554 - 2558)	นางจิราพรรณ ทองหยอด	กปผ.
1.1.2	การศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติจากแหล่งจำหน่าย (2554 - 2558)	สิบเอกอิสริยะ สืบพันธุ์ดี	กปผ.
1.1.3	การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารกำจัดแมลง chlorpyrifos, cypermethrin, dimethoate, malathion, profenofos จากร้านค้าสารเคมีเกษตรในเขตรับผิดชอบ สวพ.5 (2557 - 2558)	นางมณฑาทิพย์ อรุณวรากรณ์	สวพ.5
1.1.4	การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช ametryn, atrazine, alachlor, butachlor, propanil จากร้านค้าสารเคมีเกษตร ในเขตรับผิดชอบ สวพ. 5 (2557 – 2558)	นางกัญญารัตน์ เต็มปิยะพล	สวพ.5
1.1.5	การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์chlorpyrifos, cypermethrin, atrazine, butachlor, และ propanil จากร้านค้าสารเคมีเกษตร ในเขตรับผิดชอบ สวพ.1(2558)	นางนงพงา โอลเสน	สวพ.1

ระเบียบวิธีการวิจัย(Research Methodology)

1. ประเด็นวิจัย

ตรวจวิเคราะห์คุณภาพของวัตถุอันตรายทางการเกษตร ตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก (FAO and WHO specification for Pesticide)สำรวจร้านจำหน่ายและเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรและผลิตภัณฑ์สารธรรมชาตินำมาตรวจวิเคราะห์ ปริมาณสารออกฤทธิ์และลักษณะทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ว่าตรงกับปริมาณที่ระบุไว้บนฉลากเพื่อตรวจสอบย้อนกลับคุณภาพของสารว่ายังอยู่ในมาตรฐานของการตรวจวิเคราะห์เพื่อการขึ้นทะเบียนหรือไม่

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 ร้านค้าหรือแหล่งจำหน่ายวัตถุอันตรายทางการเกษตร

2.2 ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2.3 ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1

2.4 ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5

3. ระยะเวลาดำเนินงาน

ปีที่เริ่มต้น ตุลาคม 2553–ปีที่สิ้นสุด กันยายน 2558

4. วิธีการดำเนินการ

4.1สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทยสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรและผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติที่วางจำหน่ายตามร้านค้าจำหน่ายสารเคมีเกษตร ไม่น้อยกว่า100-150 ตัวอย่างต่อปี

4.2 ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ตรวจสอบปริมาณคุณภาพทางกายภาพ วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ ด้วยเครื่องมือ GC-FIDGC-MS และ HPLC-UV

4.3 คำนวณ สรุปและรายงานผลการทดลอง

ผลการวิจัย

1. การเฝ้าระวังคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรจำนวน 4 การทดลอง

ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรที่เป็นสารเดี่ยวและสารผสม จำนวน 17 ชนิดผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ผลการวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร

ปีที่ทดลอง	ชื่อผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร	สูตร	เกณฑ์กำหนด	ตัวอย่าง	ผ่านมาตรฐาน	ผิดมาตรฐาน	ตรวจไม่พบ
2554	atrazine	80 %WP	78 - 84 %w/w	242	223	19	-
		90 %WG	88 - 94 %w/w				
	ametryn	80 %WP	78 - 84 %w/w				
		80 %WG	78 - 84 %w/w				
	alachlor	48 %W/V EC	45.6 - 50.4 %w/v	58	58	-	-
	2,4-D dimethyl	84%W/V SL	81.5 - 86.5 %w/v		32	16	-
	ammonium	82.1%W/V SL	79.6 - 84.6 %w/v	48	4	2	-
		72 %W/V SL	69.5 - 74.5 %w/v		9	1	-
2555	imidacloprid	10% W/V SL	9.0-11.0 %w/v	118	96	21	1
	dichlorvos	50% W/V EC	47.5-52.5 %w/v	93	24	69	-
2556	abamectin	1.8%W/V EC	1.53 - 2.07%w/v	112	86	26	
	carbendazim	50% SC	47.5 - 52.5 %w/v	88	56	32	2
		12.5 %W/V SC	11.8 -13.2%w/v				
2557	butachlor	60% W/V EC	58.0-62.0 %w/v	45	37	8	-
	propanil	36 %W/V EC	34.2-37.8 %w/v	10	10	-	-
	butachlor +	27.5+27.5% W/V EC	-				
	propanil			40	31	9	-
	butachlor +	35.0+35.0% W/V EC	33.2-36.8 %w/v				
	propanil		33.2-36.8 %w/v				
2558	alachlor	48% W/V EC	45.6 - 50.4 %w/v	20	20	-	-
	ametryn	80 %WP	78 - 84 %w/w	15	15	-	-

ปีที่ทดลอง	ชื่อผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร	สูตร	เกณฑ์กำหนด	ตัวอย่าง	ผ่านมาตรฐาน	ผิดมาตรฐาน	ตรวจไม่พบ
		80% WG	78 - 84 %w/w	15	15	-	-
		50% SC	-	2	2	-	-
	atrazine	80 %WP	78 - 84 %w/w	15	15	-	-
		90 %WG	88 - 94 %w/w	15	15	-	-
	butachlor	60% W/V EC	58.0-62.0 %w/v	17	17	-	-
		60% W/V EW	58.0-62.0 %w/v	1	1	-	-
		27.5% W/V EC	-	1	1	-	-
		35% W/V EC	-	5	5	-	-
	butachlor+propanil	27.5+27.5% W/V EC	-	1	1	-	-
		35+35% W/V EC	33.2-36.8 %w/v	5	5	-	-
	propanil	27.5% W/V EC	-	1	1	-	-
		35% W/V EC	-	5	5	-	-
		36% W/V EC	34.2-37.8 %w/v	8	8	-	-
2558	chlorpyrifos	40% W/V EC	38.0-42.0 %w/v	14	14	-	-
	chlorpyrifos+ cypermethrin	50+5% W/V EC	47.5-52.5 %w/v 4.5-5.50 %w/v	6	6	-	-
	cypermethrin	10% W/V EC	-	7	7	-	-
		35% W/V EC	33.2-36.8 %w/v	13	13	-	-
	dimethoate	40% W/V EC	38.0-44.0 %w/v	10	10	-	-
	malathion	57% W/V EC	-	4	4	-	-
		83% W/V EC	80.5-85.5 %w/v	4	4	-	-
	profenofos	50% W/V EC	47.5-52.5 %w/v	20	20	-	-

งานวิจัยในปี 2554 เป็นการตรวจติดตามคุณภาพสารกำจัดวัชพืชชนิด อะทราซีน(atyrazine) อะมีทรีน (ametryn)อะลาคลอร์(alachlor) และ 2,4-ดีไดเมทิล แอมโมเนียม (2,4-D dimethyl ammonium) จากแหล่งจำหน่ายในภาคกลางจำนวน 242 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่พบว่าผิดมาตรฐานมากที่สุดคือ 2,4-Ddimethyl ammoniumเมื่อพิจารณา ทั้งคุณภาพทางเคมี และกายภาพ พบว่า ผลิตภัณฑ์ผิดมาตรฐานมากขึ้น

งานวิจัยในปี 2555เป็นการศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อิมิดาโคลพริด(Imidacloprid) และไดคลอวอส (dichlorvos)สำรวจแหล่งจำหน่ายในเขต 12 จังหวัดมีแนวโน้มเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ไม่คงที่ ผลการทดลองพบว่าในผลิตภัณฑ์ imidacloprid ได้มาตรฐาน 96 ตัวอย่าง ผิดมาตรฐาน 21 ตัวอย่าง ตรวจไม่พบ 1 ตัวอย่าง และในผลิตภัณฑ์ dichlorvos ได้มาตรฐาน 24 ตัวอย่าง ผิดมาตรฐาน 69 ตัวอย่าง และได้ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ (พีเอช)ซึ่งคาดว่าเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช 2 ชนิด คือ

imidacloprid และ dichlorvos เกิดการเสื่อมสภาพได้โดยง่าย จากผลิตภัณฑ์ imidacloprid ทั้งหมด 118 ตัวอย่าง และ dichlorvos ทั้งหมด 93 ตัวอย่าง ตรวจพบ ค่าพีเอช อยู่ในช่วง 4-7 ซึ่งอยู่ในช่วงเหมาะสม

งานวิจัยในปี 2556การศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์อะบาเม็กติน(abamectin)และคาร์เบนดาซิม (carbendazim)จากแหล่งจำหน่ายในเขตจังหวัดภาคกลาง 12 จังหวัด abamectin สูตร 1.8%W/V EC จำนวน 112 ตัวอย่าง และ carbendazim สูตร 50 %W/V SC และ 12.5 %W/V SC จำนวน 88 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 200 ตัวอย่าง ตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ abamectin ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 86 ตัวอย่าง (คิดเป็น 76.8 %) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 26 ตัวอย่าง (คิดเป็น 23.2 %) ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ การคงสภาพและการคืนตัวของอิมัลชั่นผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด และ ในผลิตภัณฑ์ carbendazim ผลการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 56 ตัวอย่าง (คิดเป็น 63.6 %) ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 32 ตัวอย่าง (คิดเป็น 36.4 %) ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพ ค่าทดสอบการกระจายตะกอนแขวนลอย ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานจะมาจากปริมาณสารออกฤทธิ์ส่วนcarbendazimมีตัวอย่างผิดมาตรฐาน 32 ตัวอย่าง และตรวจไม่พบ 2 ตัวอย่าง carbendazimที่สำรวจพบบางตัวอย่าง ผู้จำหน่ายเก็บไว้นานเกิน 2 ปี นับจากวันที่ผลิต ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมคุณภาพ จึงทำให้ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์มีค่าน้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด

งานวิจัยในปี 2557การติดตามคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร 2 ชนิด คือบิวตาคลอร์ (butachlor) และโพรพานิล (propanil) โดยเก็บตัวอย่าง butachlor (60% W/V EC) butachlor + propanil (27.5 + 27.5% W/V EC) butachlor + propanil (35.0 + 35.0 % W/V EC) และ propanil (36 %W/V EC) รวมทั้งหมด 95 ตัวอย่าง

1) butachlor (60% W/V EC) 45 ตัวอย่าง เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ 58.0 – 62.0 ผลการตรวจเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ ได้มาตรฐาน 37 ตัวอย่าง ผิดมาตรฐาน 8 ตัวอย่าง ผลการทดสอบทางกายภาพ (การคงสภาพและการคืนตัวของอิมัลชัน) ได้มาตรฐานทุกตัวอย่าง

2) butachlor + propanil (35.0 + 35.0 % W/V EC) butachlor + propanil (27.5 + 27.5% W/V EC) 40 ตัวอย่าง เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ 33.25 – 36.75 ได้และ 26.13 – 28.88 ผลการตรวจเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ ได้มาตรฐาน 31 ตัวอย่าง ผิดมาตรฐาน 9 ตัวอย่าง ผลการทดสอบทางกายภาพ (การคงสภาพและการคืนตัวของอิมัลชัน) ได้มาตรฐานทุกตัวอย่าง

3) propanil (36 %W/V EC) เก็บตัวอย่างได้ จำนวน 10 ตัวอย่าง เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ 34.2 – 37.8 ผลการตรวจเปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ ได้มาตรฐานทุกตัวอย่าง ผลการทดสอบทางกายภาพ (การคงสภาพและการคืนตัวของอิมัลชัน) ได้มาตรฐานทุกตัวอย่าง

งานวิจัยในปี 2558เขตสวพ.5 มี 2 การทดลอง ได้แก่

1) ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์ (alachlor) อะมีทริน (ametryn) อะทราซีน (atrazine) บิวตาคลอร์ (butachlor) บิวทาคลอร์+โพรพานิล (butachlor+propanil) และโพรพานิล (propanil) โดยตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ จากตัวอย่างทั้งสิ้น 114 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างได้มาตรฐาน

ส่วนการตรวจวิเคราะห์ค่า pH พบว่า ตัวอย่างมีค่า pH อยู่ในช่วง 4.42-7.29 และผลการวิเคราะห์การเกิด Emulsion พบว่า ไม่เกิด Emulsion

2) ศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารกำจัดแมลงคลอร์ไพริฟอส (chlopyrifos), ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin), ไดเมทโทเอท (dimethoate), มาลาไทออน (malathion) และโพรฟีโนฟอส (profe nofos) จากตัวอย่างทั้งสิ้น 78 ตัวอย่าง ได้มาตรฐานทุกตัวอย่าง ส่วนการตรวจวิเคราะห์ค่า pH พบว่า ตัวอย่างมีค่า pH อยู่ในช่วง 3.06-7.49 และผลการวิเคราะห์การเกิด Emulsion พบว่า ทุกตัวอย่างไม่เกิด Emulsion

สรุปว่า การตรวจวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พบว่า บางชนิดสารที่พบเปอร์เซ็นต์สารสำคัญ (% active ingredient) ที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานจำนวนมาก ได้แก่ 2,4-ดี ไดเมทิลแอมโมเนียม (2,4-D dimethyl ammonium) และ ไดคลอวอส (dichlorvos) จึงควรมีมาตรการเข้มงวดในการขึ้นทะเบียนและตรวจสอบย้อนกลับไปยังร้านจำหน่ายเคมีการเกษตร

2. การเฝ้าระวังคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ จำนวน 1 การทดลอง

งานวิจัยในปี 2554 - 2558 ของผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษจากสารธรรมชาติ การตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติที่วางจำหน่ายตามท้องตลาดของประเทศไทย โดยสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างผลิต ภัณฑ์จากสารธรรมชาติที่มีจำหน่ายในเขตภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ รวมทั้งสิ้น 698 ตัวอย่าง พบว่า เป็นสารสกัดจากพืชชนิดเดียว 336 ตัวอย่าง (คิดเป็น 48.14 % ของตัวอย่างทั้งหมด) ได้แก่ สะเดา 216 ตัวอย่าง สาบเสือ 42 ตัวอย่าง ขมิ้นชัน 40 ตัวอย่าง หนอนตายหยาก 28 ตัวอย่าง ยาสูบ 4 ตัวอย่าง หางไหล 3 ตัวอย่าง และตะไคร้หอม 3 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างพืชสมุนไพรหลายชนิดผสมกันในหนึ่งผลิตภัณฑ์ 362 ตัวอย่าง (คิดเป็น 51.86 % ของตัวอย่างทั้งหมด) ได้ตรวจวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์สารออกฤทธิ์ azadiractin,rotenone,saponin, citronellal, citronellol, geraniol, phenol, 2,3-dimethoxyphenol, 2,6-dimethoxyphenol, 2,6-di-tertbuthyl-4-methylphenol, 3-ethylphenol, 3,4-dimethoxyphenol, 3,5-dimethoxy phenol, 4-ethyl phenol, camphor, terpinolene,boneol,eugenol และ terpinyl acetateพบปัญหาเปอร์เซ็นต์สารสำคัญ (%active ingredient) ในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีอยู่ในปริมาณต่ำ

ตารางที่ 2. แสดงปริมาณสาร azadirachtin ที่พบในแต่ละจังหวัด

จังหวัด	ปริมาณ azadirachtin ที่พบ (% w/v)	ชื่อการค้า
เชียงใหม่	0.0188 และ 0.1255	สะเดาไทย 111
พิษณุโลก	0.0063	แอ็กซาติน
กำแพงเพชร	0.0084	สะเดา+หางไหล
สุพรรณบุรี	0.0526, 0.0960, 0.0924, 0.0948, 0.0923 0.0950, 0.0967, 0.0931, 0.0934 และ 0.0954	สะเดาไทย 111
นครปฐม	0.0200	สะเดาไทย 111
กรุงเทพฯ	0.0100	สะเดาไทย 111
จันทบุรี	0.0100	สะเดาไทย 111
สระแก้ว	0.0100 และ 0.0100	สะเดาไทย 111 และ น็อคดาวน์
สุรินทร์	0.0100 และ 0.0060	มาร์โก้ซี้ด และพลังน็อค
ศรีษะเกษ	0.0070	สะเดาไทย 111
อุบลราชธานี	0.0080	สะเดาไทย 111
ขอนแก่น	0.0200 และ 0.0143	สะเดาไทย 111 และสะเดาไทย 555
อุดรธานี	0.0650 และ 0.0190	สะเดาไทย 111
อำนาจเจริญ	0.0063	ยอดเกษตร
มุกดาหาร	0.0010	ยอดเกษตร
สกลนคร	0.0002	สะเดาไทย 111

ตารางที่ 3. แสดงปริมาณสารสำคัญที่พบในตัวอย่าง ลีโอ-ฟราย

ชื่อสารสำคัญ	ปริมาณที่พบ (ppm)	จังหวัด	ชื่อการค้า
citronellal	3,411.73	พิษณุโลก	ลีโอ-ฟราย
citronellol	3,734.84		
geraniol	3,093.48		
limonene	8,471.46		

กิจกรรมที่ 2 การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก ผลไม้

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
2.1.1	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผักตระกูลมะเขือ (2555)	นายยงยุทธ ไผ่แก้ว	กปผ.
2.1.1	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักสมุนไพร (2556)	นางสาวจินตนา ภู่มงกุฎชัย	กปผ.
2.1.2	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผักตระกูลแตง (2554-2555)	นางสาวศศิมา มั่งนิมิตร์	กปผ.
2.1.2	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในกวางตุ้ง คะน้า ผักกาดหอม (2556)	นายยงยุทธ ไผ่แก้ว	กปผ.
2.1.3	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผักตระกูลกะหล่ำ (2554)	นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา	กปผ.
2.1.4	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักตระกูลถั่ว (2554)	นางสาวพนิดา ไชยยันต์บูรณ์	กปผ.

กิจกรรมย่อยที่ 2.2 การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผลไม้

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
2.2.1	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในลิ้นจี่ ลำไย (2556)	ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ	กปผ.
2.2.2	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผลไม้ตระกูลส้ม (2555)	นางสมสมัย ปาลกูล	กปผ.
2.2.2	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในมะนาว (2556)	นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา	กปผ.
2.2.4	ศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในชมพู่ฝรั่ง (2556 - 2557)	นางสาวลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล	กปผ.

กิจกรรมย่อยที่ 2.3การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก ผลไม้จากแหล่งที่ได้รับการรับรองระบบ GAP

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
2.3.1	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 หลังการรับรองระบบGAP (2554 - 2558)	นางเนาวรัตน์ ตั้งมั่นคงวรกูล	สวพ.1

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
2.3.2	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 หลังการรับรองระบบ GAP (2554 - 2558)	นางสาวเบญจมาศ ใจแก้ว	สวพ.2
2.3.3	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 หลังการรับรองระบบ GAP (2554 - 2558)	นางวัชราพร ศรีสว่างวงศ์	สวพ.3
2.3.4	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 หลังการรับรองระบบ GAP (2554 - 2558)	นายอิทธิพล บ้งพรม	สวพ.4
2.3.5	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 หลังการรับรองระบบ GAP (2554 - 2555)	นายเฉลิมพล เอี่ยมพลับ	สวพ.5
2.3.5	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 หลังการรับรองระบบ GAP (2556 - 2558)	นางสาวสุวรรณี ศรีทองอินทร์	สวพ.5
2.3.6	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 หลังการรับรองระบบ GAP (2554 - 2558)	นางเกษสิริ ฉันทพิริยะพูน	สวพ.6
2.3.7	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 หลังการรับรองระบบ GAP (2554 - 2558)	นางอรพิน หนูทอง	สวพ.7
2.3.8	วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ในพื้นที่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 หลังการรับรองระบบ GAP (2554 - 2558)	นางสาวสาวิตรี เขมวงศ์	สวพ.8

ระเบียบวิธีการวิจัย(Research Methodology)

1. ประเด็นวิจัย

ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตร นำผลการตรวจวิเคราะห์ไปเปรียบเทียบกับค่ากำหนดปริมาณสารพิษตกค้างที่ยอมให้มีได้ในผลผลิต (Maximum Residues

Limit, MRL) เพื่อจะทำให้ทราบสถานการณ์การใช้สารเคมีของเกษตรกร และการปนเปื้อนของสารพิษในผลผลิตที่บริโภคภายในประเทศ

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 แหล่งผลิต (หรือแหล่งปลูก) แหล่งจำหน่าย แหล่งรวบรวมผลผลิต

2.2 ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2.3 ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8

3. ระยะเวลาดำเนินงาน

ปีที่เริ่มต้น ตุลาคม 2553 – ปีที่สิ้นสุด กันยายน 2558

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิตพืชผักผลไม้ตระกูลต่างๆ ที่แหล่งผลิต (หรือแหล่งปลูก) แหล่งจำหน่าย และแหล่งรวบรวมผลผลิต

4.2 ดำเนินการตรวจวิเคราะห์วิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ด้วยเครื่องมือ GC-FPDGC-MS HPLCและ HPLC-MS

4.3 คำนวณ รวบรวม สรุปและรายงานผลการทดลอง

ผลการวิจัย

สถานการณ์ของการปนเปื้อนของวัตถุอันตรายทางการเกษตรในพืชอาหาร งานวิจัยในระหว่างปี 2554 - 2558 มีการตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิตพืช จากแหล่งผลิต (หรือแหล่งปลูก) แหล่งรวบรวม และแหล่งจำหน่าย ในพืชผักผลไม้ตระกูลต่างๆ โดยผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง นำไปเปรียบเทียบกับค่า MRL ในพืชอาหาร

1. การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผักจำนวน 6 การทดลอง

1.1 ผักตระกูลมะเขือ สุ่มเก็บตัวอย่างมะเขือ 15 ชนิด จำนวน 325 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างร้อยละ 33.8 และพบในมะเขือยาว 21 ตัวอย่าง มะเขือเปราะ 19 ตัวอย่าง มะเขือเทศ 12 ตัวอย่าง และมะเขือพวง 12 ตัวอย่าง ตรวจพบสาร chlorpyrifos, ethion, profenofos, EPN triazophos, bifenthrin, dimethoate, l-cyhalothrin และ prothiophos พบ ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ถึงร้อยละ 25.5 ปริมาณ 0.01-0.51 mg/kg และตัวอย่างมะเขือพวงพบสารพิษตกค้างสูงสุด คือ dimethoate 3.25มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.2 ไม้ผลตระกูลแตง สุ่มเก็บตัวอย่าง 6 ชนิด ได้แก่ แตงกวา แตงโม มะระ บวบ ฟักเขียว และฟักทอง จำนวน566 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 74 ตัวอย่าง เกินค่า MRL 30 ตัวอย่าง ชนิดสารที่พบมาก ได้แก่ cypermethrin methomyl และ carbendazim

1.3 กวางตุ้ง คะน้า ผักกาดหอม สำรวจผักใบ 3 ชนิด ได้แก่ คะน้า กวางตุ้ง ผักกาดหอม จำนวนทั้งหมด 200 ตัวอย่าง พบสาร cypermethrin carbofuran chlorpyrifos l-cyhalothrin profenofos methomyl diazinon pirimiphos และ triazophos

1.4ผักตระกูลกระหล่ำ จำนวน 238 ตัวอย่าง ส่วนใหญ่พบสาร indoxacarb และ methomyl กะหล่ำดอก ส่วนใหญ่พบสาร methomyl และพบวัตถุอันตรายประเภทที่ 4 คือ parathion-methyl

1.5 พืชผักตระกูลถั่ว รวม 221ตัวอย่าง ประกอบด้วย ถั่วลันเตาหวาน79 ตัวอย่าง ถั่วลันเตา 54 ตัวอย่าง ถั่วฝักยาว 55 ตัวอย่างและ ถั่วแขก 33 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 199ตัวอย่าง (90 % ของตัวอย่างทั้งหมด) พบสาร 57ชนิด ปริมาณ 0.01- 2.26 mg/kg ชนิดของสารที่พบมากในถั่วลันเตา หวาน ได้แก่ carbendazim, pyrimethanil, acetamiprid, cypermethrin เป็นต้น ในถั่วลันเตา ได้แก่ carbendazim, acetamiprid, cypermethrin difenoconazole เป็นต้น ในถั่วฝักยาวได้แก่ methomyl, cypermethrin chlorpyrifos, EPN และ carbendazim ในถั่วแขกได้แก่ cypermethrin chlorpyrifos และ triadimenol

1.6 พืชผักสมุนไพร โหระพา กะเพรา แมงลัก ผักชีฝรั่ง จำนวน 120 ตัวอย่าง จากแหล่งปลูกของเกษตรกร ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วย LC-MS/MS 98 ชนิด GC/MS 146 ชนิด พบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมท และไพรีทรอยด์ โดยพบสารพิษตกค้างในตัวอย่างร้อยละ 72 ตัวอย่างโหระพาพบสารพิษตกค้างร้อยละ 81 ส่วนกะเพราตรวจพบ cypermethrin ในปริมาณสูงสุด 13.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและปริมาณสารพิษตกค้างที่พบสูงกว่า EU MRL ถึง 29 รายการ จำนวนตัวอย่างที่พบ metalaxyl มากที่สุดถึง 35 ตัวอย่าง ขณะที่ cypermethrin พบ 18 ตัวอย่าง และ carbendazim 11 ตัวอย่าง

2. การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผลไม้ จำนวน 4 การทดลอง

2.1 ไม้ผลตระกูลส้ม พบสาร profenofos, ethion, triazophos, cypermethrin, L-cyhalothrin, carbendazim, formetanate, mezaconazole และ phenthoate เกินค่า MRL

2.2 ลิ้นจี่ ลำไย ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในลิ้นจี่ และ ลำไยจากแหล่งเพาะปลูกและจำหน่ายในประเทศไทยช่วงเวลาระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2555– ตุลาคม 2556 จำนวน 175 ตัวอย่าง แบ่งออกเป็นตัวอย่างลำไยจำนวน 103 ตัวอย่าง คิดเป็น 59% ของตัวอย่างทั้งหมด และตัวอย่างลิ้นจี่จำนวน 72 ตัวอย่างคิดเป็น 41% ของตัวอย่างทั้งหมด ตัวอย่างลำไยตรวจพบสารพิษตกค้าง ส่วนใหญ่ คือ carbendazim 48 chlorpyrifos 44 และ cypermethrin 38 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-4.69, 0.01-0.33, 0.01-6.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พบ azinphos-ethyl1 ตัวอย่าง ซึ่งจัดอยู่ในวัตถุอันตรายประเภทที่ 4 ปริมาณ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตัวอย่างลิ้นจี่ ตรวจพบสารพิษตกค้าง ส่วนใหญ่ คือ cypermethrin 59 chlorpyrifos 49 carbendazim 30 methomyl 19 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.01-2.86, 0.01-2.72, 0.01-3.45, 0.01-0.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พบ momocrotophos 2 ตัวอย่าง ซึ่งจัดอยู่ในวัตถุอันตรายประเภทที่ 4 ปริมาณ 0.06-0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.3 มะนาว พบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คาร์บาเมท และไพรีทรอยด์

2.4 ชมพู่ ฝรั่ง จากแหล่งปลูกในจังหวัดต่างๆ ของประเทศ รวม 19 จังหวัด จำนวนรวมทั้งสิ้น 269 ตัวอย่าง ประกอบด้วย ชมพู่ 101 ตัวอย่าง และ ฝรั่ง 168 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้างในชมพู่ 86 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 85.15 ของตัวอย่างชมพู่ทั้งหมด พบสาร 7 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin methomyl L-cyhalothrin omethoate ethion และ dimethoate ปริมาณที่พบ 0.01- 1.0 mg/kg สารที่พบเกินค่า MRL ได้แก่ cypermethrin methomyl และ omethoate จำนวน 10 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9.9 ของตัวอย่างชมพู่ทั้งหมด พบสารพิษตกค้างในฝรั่ง 138 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 82.14 ของตัวอย่างฝรั่งทั้งหมด สารที่ตรวจพบ 15 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin methomyl omethoate carbofuran deltamethrin pirimiphos-methyl profenofos prothiophos 3-OH carbofuran dimethoate ethion parathion-methyl dicrotophos และ malathion ปริมาณที่พบ 0.01- 0.82 mg/kg สารที่พบเกินค่า MRL ได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin methomyl omethoate และ carbofuran จำนวน 35 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 20.83 ของตัวอย่างฝรั่งทั้งหมด สารพิษตกค้างที่ตรวจพบเกินค่า MRL มากที่สุด 4 อันดับแรกในชมพู่และฝรั่ง ได้แก่ cypermethrin chlorpyrifos methomyl และ omethoate

3. การเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในพืชผัก ผลไม้จากแหล่งที่ได้รับการรับรองระบบ GAP จำนวน 8 การทดลอง/ปี

งานวิจัยนี้เป็นการตรวจวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบย้อนกลับ ในส่วนของการรับรองระบบการปลูกพืชตามระบบปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice, GAP) ของเกษตรกร ทั้งในแหล่งผลิต (หรือแหล่งปลูก) แหล่งรวบรวม และแหล่งจำหน่าย ผลผลิตพืชผักผลไม้ที่สุ่มเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ของ สวพ. 1-8 ชนิดพืชมีความหลากหลาย เช่น ส้ม ลำไย กะหล่ำปลี แตงโม พริก มะม่วง ส้มโอ กล้วยไข่ ทุเรียน มังคุด ผักไฮโดรโปรนิกส์ และหอมแดง เป็นต้น รวมตัวอย่างทั้งหมด 7,797 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างจากแหล่งผลิตที่ได้รับการรับรอง GAP 5,054 ตัวอย่าง แหล่งรวบรวมผลผลิต 1,766 ตัวอย่าง และแหล่งจำหน่าย 977 ตัวอย่าง

สารพิษตกค้างที่พบส่วนใหญ่ไม่เกินค่า MRLs ได้แก่ chlorpyrifos, cypermethrin, oxamyl, carbaryl, lamda-cyhalothrin, ethion, malathion เป็นต้นตรวจพบสารพิษตกค้างที่เกินค่า MRLs เช่น chlorpyrifos ในพริก ตรวจพบสารในกลุ่มเฝ้าระวัง เช่น methomyl และ aldicarb ในมะม่วง ตรวจพบสารในกลุ่มวัตถุอันตรายประเภทที่ 4 เช่น EPN ในมะนาว dicrotophos และ monocrotophos ในผักกวางตุ้ง alpha-endosulfan, beta-endosulfan, endosulfan sulfate และ dicrotophos ในคื่นช่าย EPN ในพริก dicrotophos ในมะเขือม่วง และ dicrotophos ในกะหล่ำปลีเป็นต้น

งานวิจัยของสวพ. 1 ในพื้นที่รับผิดชอบหลังการรับรองระบบ GAP จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 1,010 ตัวอย่าง คือ จากแหล่งปลูกที่ได้รับการรับรองจากกรมวิชาการเกษตร 444 ตัวอย่าง, แหล่งรวบรวมพืชผักและผลไม้ 408 ตัวอย่าง และแหล่งจำหน่าย 158 ตัวอย่างลำไยซึ่งเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญทางภาคเหนือพบการตกค้างจำนวน 595 ตัวอย่าง คิดเป็น (83%) และเกินค่า MRLs จำนวน 154 ตัวอย่าง คิดเป็น 26% ตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากแหล่งปลูกหลังการรับรองระบบ GAP จำนวน 444 ตัวอย่าง พบสารทั้งสิ้น 17 ชนิด ตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากแหล่งรวบรวมหลังการรับรองระบบ GAP จำนวน 408 ตัวอย่าง พบสารทั้งสิ้น 23 ชนิด ตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากแหล่งจำหน่ายหลังการรับรองระบบ GAP จำนวน 158 ตัวอย่าง พบสารทั้งสิ้น 19 ชนิด

ตารางที่ 3. การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักผลไม้ ในพื้นที่สวพ. 1-8 หลังการรับรองระบบ GAP ระหว่างปีงบประมาณ 2554 -2558

หน่วยงาน	ชนิดพืช	จำนวนตัวอย่าง					
		ทั้งหมด	แหล่งผลิต GAP	แหล่งรวบรวม	แหล่งจำหน่าย	พบสารตกค้าง	เกิน MRLs
สวพ. 1	5	1,010	444	408	158	856	154
สวพ. 2	27	1,025	661	243	121	286	41
สวพ. 3	22	850	560	193	97	384	3
สวพ. 4	66	1,000	797	103	100	178	5
สวพ. 5*	44	502	293	183	26	82	9
สวพ. 6	32	1,057	774	173	110	573	26
สวพ. 7	38	1,205	852	263	90	259	18
สวพ. 8	33	1,148	673	200	275	157	43
รวมตัวอย่าง		**7,797**	**5,054**	**1,766**	**977**	**2,775**	**298**

*การวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักผลไม้ ระหว่างปีงบประมาณ 2556 -2558

งานวิจัยของสวพ. 2 ในเขตพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ สุโขทัย พิษณุโลก กำแพงเพชร พิจิตร ตาก เพชรบูรณ์ และอุตรดิตถ์ ระหว่างเดือนตุลาคม 2553 ถึงเดือนกันยายน 2558 จำนวนทั้งสิ้น 1,025 ตัวอย่าง โดยเป็นตัวอย่างจากแหล่งปลูก 661 ตัวอย่าง จุดรวบรวมผลผลิต 243 ตัวอย่าง และจุดจำหน่ายผลผลิต 121 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 27 ชนิดพืชพบสารพิษตกค้าง 286 ตัวอย่าง เกินค่า MRLs 41 ตัวอย่าง แหล่งปลูก พืชที่พบสารพิษตกค้างบ่อยที่สุด ได้แก่ พริก มะม่วง คื่นช่าย ฝรั่ง และมะนาว สารพิษตกค้างที่พบบ่อยที่สุด ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin พืชที่พบการตกค้างเกินค่า MRLs ได้แก่ มะม่วง มะเขือม่วง มะนาว โหระพา ผักกวางตุ้ง คื่นช่าย ถั่วฝักยาว ผักคะน้า มะเขือ และพริก และพบสารที่เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ได้แก่ EPN ในมะนาว dicrotophos และ monocrotophos ในผักกวางตุ้ง alpha-endosulfan, beta-endosulfan, endosulfan sulfate และ dicrotophos ในคื่นช่าย EPN ในพริก dicrotophos ในมะเขือม่วง และ dicrotophos ในกะหล่ำปลี จากการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการแจ้งผู้เกี่ยวข้องได้แก่ ส่วนถ่ายทอดเทคโนโลยี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 และสำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืชเพื่อดำเนินการสำหรับพืชผักผลไม้ที่ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ซึ่งจะทำให้ผลผลิตทางการเกษตรพบสารพิษตกค้างไม่เกินค่ามาตรฐานและปลอดภัยต่อผู้บริโภคต่อไป

งานวิจัยของสวพ. 3สุ่มตัวอย่างจากแปลงเกษตรกรที่ผ่านการรับรอง GAP จากแหล่งรวบรวมผลผลิต และจากแหล่งจำหน่ายผลผลิตที่ได้รับการรับรอง Q เป็นพืชผัก ผลไม้ จำนวน 24 ชนิด ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ตัวอย่างทั้งหมด 850 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 384 ตัวอย่าง โดยพบสารพิษตกค้างเกินค่า MRLs ในพริก 3 ตัวอย่าง ชนิดสารที่พบคือ chlorpyrifos ค่า MRLs กำหนดไม่ให้เกิน 0.5 mg/kg

งานวิจัยของสวพ. 4 สุ่มตัวอย่างบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ได้แก่ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ อุบลราชธานี อำนาจเจริญ ยโสธร ร้อยเอ็ด และมหาสารคาม จากจำนวนตัวอย่างพืชทั้งหมด 1,000 ตัวอย่าง จากพืช 66 ชนิด ผลการวิเคราะห์พบสารตกค้างจำนวน 178 ตัวอย่าง จาก 30 ชนิดพืช คิดเป็นร้อยละ 17.8 ของตัวอย่างทั้งหมดในจำนวนนี้ตรวจพบสารพิษตกค้างเกินค่า MRL 5 ตัวอย่างในถั่วฝักยาวและคะน้าคิดเป็นร้อยละ0.50 ของตัวอย่างทั้งหมดชนิดสารที่ตรวจพบมากที่สุด คือ chlorpyrifos และ cypermethrin และตรวจพบวัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดที่ 4 คือ chlorpyrifos-methyl ในกวางตุ้ง 1 ตัวอย่าง ในภาพรวมพืชที่ได้จากระบบการผลิตพืช GAP ในพื้นที่ 9 จังหวัดภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่างแต่ปริมาณการตรวจพบสารพิษตกค้างส่วนมากยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคข้อมูลนี้บ่งบอก ถึงระบบการจัดการคุณภาพพืชในเขตพื้นที่ สวพ.4 มีประสิทธิภาพ

งานวิจัยของสวพ. 5 โดยสุ่มตัวอย่างบริเวณพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ราชบุรี สมุทรสาคร นครปฐม สุพรรณบุรี และเพชรบุรี รวมทั้งหมด 502 ตัวอย่าง (ข้อมูลจากปี 2556 – 2558) จากแหล่งจำหน่าย 26 ตัวอย่าง แหล่งรวบรวม 183 ตัวอย่าง และแหล่งแปลงเกษตรกรหลังรับรองระบบ GAP 293 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 82 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 16.33 จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด ชนิดสารที่ตรวจพบมากที่สุด คือ chlorpyriphos และ cypermethrin โดยพบ ethion เกินค่า MRLs จำนวน 9 ตัวอย่าง และ chlopyriphos

เกินค่า MRLs จำนวน 6 ตัวอย่าง cypermethrin เกินค่า MRL จำนวน 9 ตัวอย่าง ยังตรวจพบสารพิษที่เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 คือ endosulfan จำนวน 1 ตัวอย่าง และสารพิษในบัญชีเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร (Watch list) คือ methidathion

งานวิจัยของ สวพ. 6 สุ่มตัวอย่างในพื้นที่ภาคตะวันออก 7 จังหวัด ทำการวิเคราะห์พืชจำนวน 1,057 ตัวอย่าง ผลไม้ 932 ตัวอย่าง ผัก 125 ตัวอย่าง พบว่า ร้อยละ 97.54 เป็นสินค้าที่มีความปลอดภัย ปริมาณสารพิษตกค้างต่ำกว่าค่า MRL ที่กำหนด (มกษ. 9002 – 2556) โดยเฉพาะผัก จากผลการวิเคราะห์ผักพบว่าทุกตัวอย่างมีความปลอดภัย ตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 89.6 ไม่พบสารพิษตกค้าง ร้อยละ 10.4 พบสารพิษตกค้างแต่พบปริมาณต่ำกว่าค่า MRL สารพิษตกค้างที่พบมากที่สุดได้แก่ chlorpyrifos พบ 385 ตัวอย่าง ร้อยละ 58.1 ของตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างทั้งหมด รองลงมาคือ cypermethrin 261 ตัวอย่าง ร้อยละ 39.8 ของตัวอย่างที่พบสารพิษตกค้างทั้งหมดสารพิษตกค้างที่พบสูงกว่าค่า MRL ได้แก่ chlorpyrifos cypermethrin และ omethoate ในลำไย cypermethrin ในมังคุด และ cypermethrin ในส้ม

งานวิจัยของ สวพ. 7 สุ่มตัวอย่างในพื้นที่ 7 จังหวัดภาคใต้ตอนบน ได้แก่ ชุมพร ระนอง กระบี่ ภูเก็ต พังงา นครศรีธรรมราช และสุราษฎร์ธานี รวม 1,205 ตัวอย่าง ปี 2554 สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 226 ตัวอย่าง ตรวจพบสารพิษตกค้าง 32 ตัวอย่าง (14.15%) สารที่ตรวจพบได้แก่ chlorpyrifos, pirimiphos-methyl และ cypermethrin ปี 2555 สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 221 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 14 ตัวอย่าง(6.33%) ชนิดสารพิษตกค้างที่พบ คือ chlorpyrifos, prothiophos และ cypermethrin และทุกตัวอย่างพบสารพิษตกค้างไม่เกินค่า MRL ปี 2556 สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 256 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 105 ตัวอย่าง(41.01%) ชนิดสารพิษตกค้างที่พบ คือ chlorpyrifos, ethion, diazinon, pirimiphos-ethyl, phosphamidon และ cypermethrin ปริมาณที่สารที่พบส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีเพียง 13 ตัวอย่าง (5.07%) ที่เกินค่า MRL ปี 2557 สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 226 ตัวอย่างพบสารพิษตกค้าง 53 ตัวอย่าง(23.45%) ชนิดสารพิษตกค้างที่พบ คือ chlorpyrifos และ cypermethrin ซึ่งปริมาณที่สารที่พบส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ปี 2558 สุ่มเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 276 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 55 ตัวอย่าง(19.92%) คือ chlorpyrifos, ethion, dimethoate, profenofos และ cypermethrin ปริมาณที่สารที่พบส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีเพียง 4 ตัวอย่าง (1.44%) ที่เกินค่า MRL

งานวิจัยของ สวพ. 8 สุ่มตัวอย่างในพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ได้แก่ ตรัง สตูล พัทลุง สงขลา ยะลา ปัตตานี และนราธิวาส รวม 1,148 ตัวอย่าง จากพืช 33 ชนิด ชนิดสารพิษตกค้างที่พบมากที่สุด 3 อันดับ ได้แก่ chlorpyrifos คิดเป็นร้อยละ 6.36 cypermethrin ร้อยละ 5.66 และ ethion ร้อยละ 1.31 ส่วนใหญ่พบในตัวอย่างพริก และไม่พบสารที่เป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ผลผลิตที่ได้จากแปลงผลิตหลังการรับรองระบบ GAP ส่วนมากมีปริมาณการตกค้างของสารพิษต่ำกว่าค่า MRLs คือ ผลผลิตปลอดภัยต่อการบริโภคนอกจากนี้ยังมีร้อยละการตกค้างของสารพิษทางการเกษตรน้อยกว่าตัวอย่างพืชจากจุดรวบรวมและจุดจำหน่าย เป็นไปได้ว่าผลผลิตพืชเมื่อเก็บเกี่ยวจากแปลงผลิตมายังจุดรวบรวมและจุดจำหน่าย อาจมีการปะปนกับผลผลิตจากแปลงที่ไม่ได้ผลิตตามระบบ GAP การศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างทางการเกษตรในผลผลิตพืชในเขตพื้นที่

ภาคใต้ตอนล่าง สะท้อนให้เห็นถึงมาตรฐานการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตรของเกษตรกรหลังได้รับการรับรองแปลงตามระบบ GAP ว่ายังคงถูกต้องและปลอดภัยตามคำแนะนำในการผลิตพืช

สรุปว่า สถานการณ์ของสารพิษตกค้างในพืชอาหาร ต้องมีการติดตามเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะการใช้สารของเกษตรกรในแหล่งผลิตที่ได้รับการรับรองของแต่ละพื้นที่ ภาพรวมของปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในผักผลไม้ส่วนใหญ่ อยู่ในระดับต่ำกว่าค่า MRL (เมื่อเปรียบเทียบกับค่า MRL ของ มกษ-2556, Codex, EU และ Japan) สาร 2 ชนิดที่พบบ่อยครั้งที่สุด ได้แก่ chlorpyrifos และ cypermethrin จึงควรมีมาตรการในการบริหารจัดการเชิงนโยบายของกรมวิชาการเกษตรต่อไป

กิจกรรมที่ 3 การสะสมและการแพร่กระจายสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม

กิจกรรมย่อยที่ 3.1 การสะสมสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรม

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
3.1.1	การสะสมสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรม	นายเอกราช สิทธิมงคล	กปผ.
3.1.1	พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (2554) การสะสมสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรมพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง (2555)	นายประกิจ จันทร์ติ๊บ	กปผ.

กิจกรรมย่อยที่ 3.2 การสะสมสารพิษตกค้างบริเวณเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำสำคัญ

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
3.2.1	การสะสมสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มน้ำท่าจีน บางปะกง แม่กลอง และป่าสัก (2554 -2558)	นางมลิสา เวชยานนท์	กปผ.
3.2.2	การสะสมของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มน้ำสะแกกรัง ลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยา (2555)	นางมณฑาทิพย์ อรุณวรากรณ์	สวพ.5
3.2.3	การสะสมของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มแม่น้ำน้อย แม่น้ำแควน้อย แม่น้ำลพบุรี (2555)	นางกัญญารัตน์ เติมปิยะพล	สวพ.5

กิจกรรมย่อยที่ 3.3 การสะสมสารพิษตกค้างในแปลงเกษตรกร

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
3.3.1	ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตรดินและน้ำบริเวณแปลงปลูกพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง : กะหล่ำปลี บัว (2555 - 2556)	นางนาตยา จันทร์ส่อง	สวพ.4
3.3.2	ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตรและ ดิน น้ำ บริเวณแปลงปลูกในเขตพื้นที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 : ข้าว (2555)	นางมณฑาทิพย์ อรุณวรากรณ์	สวพ.5
3.3.3	ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตรและ ดิน น้ำบริเวณแปลงปลูกในเขตพื้นที่สำนักวิจัย และพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 : ฝรั่ง (2555)	นางกัญญารัตน์ เติมปิยะพล	สวพ.5
3.3.4	ศึกษาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตรและ ดิน น้ำ บริเวณแปลงปลูกในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน : พริก, มะเขือเทศ (2555 - 2557)	นางวัชราภรณ์ ศรีสว่างวงศ์	สวพ.3

ระเบียบวิธีการวิจัย(Research Methodology)

1. ประเด็นวิจัย

ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตร การสะสมสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมลุ่มน้ำท่าจีน บางปะกง แม่กลอง และป่าสัก เปรียบเทียบกับ MAC เพื่อจะทำให้ทราบสถานการณ์การปนเปื้อนของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม และการสะสมสารพิษตกค้างในแปลงเกษตรกร

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 แม่น้ำสายหลัก

2.2 แหล่งผลิต (หรือแหล่งปลูก)ของเกษตรกร

2.3 ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2.4 ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 4 และ 5

3. ระยะเวลาดำเนินงาน

ปีที่เริ่มต้น ตุลาคม 2554 – ปีที่สิ้นสุด กันยายน 2557

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิต ดิน น้ำ ที่แหล่งผลิต (หรือแหล่งปลูก)

4.2 ดำเนินการตรวจวิเคราะห์วิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ด้วยเครื่องมือ GC-FPDGC-MS และ HPLC

4.3 คำนวณ รวบรวม สรุปและรายงานผลการทดลอง

ผลการวิจัย

1. การสะสมสารพิษตกค้างในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณเกษตรกรรมพื้นที่ภาคเหนือตอนล่างและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

การศึกษาการปนเปื้อนวัตถุมีพิษในน้ำใต้ดิน เป็นการเฝ้าระวังและติดตามการปนเปื้อนสารพิษจากพื้นที่เกษตรกรรมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ทำการศึกษาบริเวณภาคเหนือตอนล่าง 6 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชร สุโขทัย พิษณุโลก 9 จุด นครสวรรค์ พิจิตร และเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม 2555 พบสารพิษตกค้างจำนวน 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 5.20 โดยพบสารกลุ่ม triazine ได้แก่ atrazine 4 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.03-0.16 µg/L และ ametryn 1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.42 µg/L ในจังหวัดกำแพงเพชร จังหวัดสุโขทัย จังหวัดพิจิตร และจังหวัดเพชรบูรณ์ พบ atrazine และ ametryn สูงสุดในตัวอย่างน้ำใต้ดินที่เก็บในเดือนพฤษภาคม จากบ่อบาดาลจังหวัดพิจิตร และจังหวัดเพชรบูรณ์ ตามลำดับ ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในน้ำใต้ดินต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ (Maximum Allowable Concentration : MAC) ในน้ำใต้ดิน และใช้เพื่อการเกษตรคุณภาพน้ำใต้ดินผลการศึกษาพบว่าน้ำใต้ดินมีค่า pH โดยเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.0-7.3 จากค่า EC นำมาประเมินความเค็มของดินบริเวณใต้น้ำพบว่า ค่า EC ในพื้นที่ทั้งหมดโดยประมาณ 197-1005 µS/cm ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1000 µS/cm สามารถปลูกพืชได้ทุกชนิด (วิมลมาศ, 2540)

ผลการสำรวจและเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินจากบ่อบาดาลบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่ใกล้เคียงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน สามารถเลือกกำหนดจุดเก็บได้ 7 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดกาฬสินธุ์ขอนแก่น มุกดาหารสกลนครหนองคาย หนองบัวลำภูและอุดรธานี ได้จุดเก็บรวมทั้งสิ้น 50 จุด ตัวอย่างน้ำใต้ดินรวมทั้งหมด 74 ตัวอย่าง ผลการตรวจวิเคราะห์พบสารพิษตกค้างในน้ำใต้ดินทั้งหมด 7 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9 โดยพบสารพิษกลุ่ม triazine 7 ตัวอย่าง ชนิดสารพิษที่พบ ได้แก่ ametryn1 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.42 ไมโครกรัมต่อลิตร atrazine 7 ตัวอย่าง ปริมาณ 0.02–0.21 ไมโครกรัมต่อลิตร ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในน้ำใต้ดินทั้งหมดมีปริมาณต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ (Maximum Allowable Concentration: MAC) ในน้ำดื่ม น้ำเพื่อใช้อุปโภค และใช้เพื่อการเกษตร คุณภาพของน้ำจากภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนโดยรวมค่อนข้างเป็นกรดอ่อน ๆ ถึงเป็นกลาง อุณหภูมิน้ำในฤดูแล้งและฤดูฝนไม่แตกต่างกันมาก ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity) และค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS) ในฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้งเล็กน้อย

2. การสะสมสารพิษตกค้างบริเวณเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำสำคัญ

2.1 สารพิษตกค้างในแม่น้ำท่าจีน ปี 2554 พบ สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ได้แก่ endosulfan dieldrin และ o,p'-DDE สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสได้แก่ parathion methyl และ pirimiphos methyl ซึ่งเป็นวัตถุอันตรายประเภทที่ 4 สารกลุ่มคาร์บาเมท พบ carbofuran และสารกำจัดวัชพืช atrazine ส่วนสารพิษตกค้างในตะกอนพบ p,p'-DDE, chlorpyrifos, dimethoate และ ethion ไม่พบสารพิษตกค้างในสัตว์น้ำและพืชน้ำ

2.2 สารพิษตกค้างในแม่น้ำบางปะกง ปี 2555ตัวอย่างน้ำ 98 ตัวอย่าง พบ สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 11 ตัวอย่าง ได้แก่ endosulfan ปริมาณ<0.01-0.05 dieldrin ปริมาณ< 0.01 และ o,p'-DDE ปริมาณ<0.01 ไมโครกรัมต่อลิตร สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 2 ตัวอย่างได้แก่ parathion-methyl ปริมาณ 0.04 pirimiphos-methyl ปริมาณ0.01-0.02 ไมโครกรัมต่อลิตรสารกลุ่มคาร์บาเมท 2 ตัวอย่าง ได้แก่ carbofuran ปริมาณ 0.08-0.62 ไมโครกรัมต่อลิตร สารกำจัดวัชพืช 1 ตัวอย่าง ได้แก่ atrazine 0.04 ไมโครกรัมต่อลิตรในตัวอย่างตะกอน 75 ตัวอย่าง พบสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 8ตัวอย่าง ได้แก่ p,p'-DDE ปริมาณ<0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 3ตัวอย่าง ได้แก่ chlorpyrifos dimethoate ethion ปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมไม่พบสารพิษตกค้างในพืชน้ำและสัตว์น้ำ

2.3 สารพิษตกค้างในแม่น้ำสะแกกรัง แม่น้ำเจ้าพระยา ปี 2555 จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 359 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างไม่พบสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่พบคือ chlorpyrifos, diazinon และ triazophos กลุ่มคาร์บาเมท คือ fenobucarb กลุ่มไพรีทรอยด์ พบ bifenthrin, cypermethrin และ fenvalerate

2.4สารพิษตกค้างในลุ่มแม่น้ำน้อย แม่น้ำแควแม่น้ำลพบุรี ปี 2555 จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 173 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างไม่พบสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ในน้ำกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสที่พบคือ chlorpyrifos, diazinon, dimethoate และ triazophos กลุ่มไพรีทรอยด์ พบ fenvalerate ในดินพบกลุ่มไพรีทรอยด์ได้แก่ cypermethrin กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส คือ chlopyrifos ในปลาพบ chorpyrifos

2.5 สารพิษตกค้างในแม่น้ำแม่กลอง ปี 2556 เก็บตัวอย่างทั้งหมด 146 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 26 ตัวอย่าง ในตัวอย่างน้ำ 83ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 15ตัวอย่าง เป็นสารกลุ่มออร์กาโน ฟอสฟอรัส พบสาร chlorpyrifos chlorpyrifos-methyl diazinon dimethoate EPN ethion malathion fenitrothion pirimiphos-methyl ปริมาณ<0.01-0.12 ไมโครกรัมต่อลิตร สารกำจัดวัชพืช ametryn atrazine metalaxyl ตัวอย่างตะกอน 51ตัวอย่าง พบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 3 ตัวอย่าง ได้แก่ chlorpyrifos และ fenitrothion ปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไม่พบสารพิษตกค้างในพืชน้ำและสัตว์น้ำ

2.6 สารพิษตกค้างในแม่น้ำป่าสัก ปี 2557 เก็บตัวอย่างทั้งหมด 195 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 98 ตัวอย่าง ในตัวอย่างน้ำ 104 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 87 ตัวอย่าง เป็นสารกลุ่มออร์กาโน ฟอสฟอรัส ได้แก่ dicrotophos สารกำจัดวัชพืช atrazine และ ametryn พบว่ามีความเสี่ยงของสารกลุ่ม triazine ได้แก่

atrazine และ ametryn ในน้ำ ควรกำหนดมาตรการในการใช้หรือเข้มงวดการใช้ ในตะกอน 85 ตัวอย่าง พบสารพิษตกค้าง 11 ตัวอย่าง ได้แก่ atrazine และ metribuzin ไม่พบสารพิษตกค้างในพืชน้ำและสัตว์น้ำ

2.7 สารพิษตกค้างในแม่น้ำท่าจีน ปี 2558 พบว่ามีความเสี่ยงของสารกลุ่ม triazine ได้แก่ atrazine และ ametryn ในน้ำ ควรกำหนดมาตรการในการใช้หรือเข้มงวดการใช้ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า maximum allowable concentration (MAC) ที่ยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำเพื่อการเกษตร พบว่า ความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ตรวจพบในน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3. การสะสมสารพิษตกค้างในแปลงเกษตรกร

3.1 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตร ดิน และน้ำบริเวณแปลงปลูกกะหล่ำปลีใน พื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง เกษตรกรจำนวน 21 ราย พบสารพิษตกค้างในกะหล่ำปลี 13 ตัวอย่างพบสาร cypermethrin 0.03-10.807 chlorpyrifos 0.02-0.07 methidathion 0.14 profenofos 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม cypermethrin กะหล่ำปลีบางตัวอย่างพบเกินค่า EU MRL ในดินและน้ำพบสารพิษตกค้าง cypermethrin

3.2 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตร ดิน และน้ำบริเวณแปลงปลูกข้าว เขตพื้นที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 เขตจังหวัดชัยนาท โดยจังหวัดชัยนาทมี 8 อำเภอ สุ่มตัวอย่างอำเภอละ 6 แปลง แบ่งเป็นแปลงที่เข้าร่วมโครงการ GAP และแปลงไม่เข้าร่วมโครงการ จะได้จำนวนทั้งสิ้น 48 แปลง เก็บตัวอย่างผลิตผลข้าว จำนวน 73 ตัวอย่าง ตัวอย่างดิน จำนวน 96 ตัวอย่าง และน้ำ จำนวน 64 ตัวอย่างในข้าวพบสาร isoprocarb promecarb aldicarbและ fenobucarb ในดิน พบสาร chlorpyrifos endosulfan isoprocarb fenobucarb promecarb carbaryl และ cypermethrin ในน้ำ พบสาร isoprocarb และ chlorpyrifos

3.3 ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตร ดิน และน้ำบริเวณแปลงปลูกฝรั่ง เขตพื้นที่สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 เก็บตัวอย่างจากแปลงจำนวน 26 แปลงตัวอย่างฝรั่ง 50 ตัวอย่างดินบริเวณแปลงปลูก 50 ตัวอย่างและน้ำ 4 ตัวอย่างในฝรั่งพบสาร chlorpyrifosdicrotophos malathion profenofos cypermethrin aldicarb และ fenobucarb ในดินพบสาร chlorpyrifos malathion ethion EPN และ cypermethrin ในน้ำ พบสาร fenobucarb และ chlorpyrifos

3.4 สารพิษตกค้างในแปลงปลูกบัวของเกษตรกรเขตจังหวัดอุบลราชธานีและศรีสะเกษ ในน้ำ ในดิน พบสารพิษตกค้าง พบ cypermethrin และ cyhalothrin ในฝักบัว ที่แปลงปลูกพบ chlorpyrifos แหล่งจำหน่าย พบ chlorpyrifos และ cypermethrin

3.5 สารพิษตกค้างในพริก ดิน และน้ำ แปลงปลูกบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน สารพิษที่ตรวจพบได้แก่ carbofuran, chlorpyrifos, cypermethrin, ethion และ methomyl cypermethrin พบ 2.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินค่า MRL (มกษ-2556) ที่กำหนดไว้ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในดินพบสารพิษตกค้าง ของ chlorpyrifos 0.03-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนน้ำตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

สรุปว่า สถานการณ์การสะสมสารพิษตกค้างบริเวณเกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำสำคัญ ในน้ำใต้ดินพบสาร atrazine และ ametryn ปริมาณสารพิษตกค้างที่พบในน้ำใต้ดินทั้งหมดมีปริมาณต่ำกว่าค่าปริมาณสูงสุดที่กำหนดให้มีได้ในน้ำผิวดิน ได้ตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้างในแม่น้ำสายหลัก โดยจากปี 2556 ไม่มีการตรวจพบสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนที่จัดเป็นสาร POPs ในแม่น้ำสายหลัก ส่วนการสะสมสารพิษตกค้างในแปลงเกษตรกรได้ตรวจพบการปนเปื้อนของสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อมจึงควรติดตามเฝ้าระวังการใช้สารของเกษตรกร โดยเฉพาะสารในกลุ่มวัตถุอันตรายประเภทที่ 4 สารในกลุ่มเฝ้าระวังของกรมวิชาการเกษตร และสาร chlorpyrifos และ cypermetrhin ที่พบสารพิษตกค้างบ่อย

กิจกรรมที่ 4 ศึกษาปัญหาและความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

กิจกรรมย่อยที่ 4.1 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืช กลุ่มchlorinated phenoxy compound ในนาข้าว และพืชไร่ ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม(2554 – 2555) จำนวน 8 การทดลอง

การทดลองที่	**ชื่อการทดลอง**	**หัวหน้าการทดลอง**	**สังกัด**
4.1.1	ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่นสารกำจัดแมลงchlorinated phenoxy compound ในนาข้าวและ พืชไร่: ชนิด 2,4-D ในนาข้าวในและนอกเขตชลประทาน	นายปรีชา ฉัตรสันติประภา	กปผ.
4.1.2	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืชกลุ่มchlorinated phenoxy compound ในผลิตผลข้าว และและพืชไร่: ชนิด 2,4 - D ในนาข้าวในและนอกเขตชลประทาน	นายปรีชา ฉัตรสันติประภา	กปผ.
4.1.3	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม chlorinated phenoxy compound ในดิน น้ำ และ ตะกอน ในแหล่งปลูก ข้าวและ พืชไร่: ชนิด 2,4 - D ในนาข้าวในและนอกเขตชลประทาน	นายเอกราช สิทธิมงคล	กปผ.
4.1.4	ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดวัชพืช กลุ่ม chlorinated phenoxy compound ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกข้าวและพืชไร่: ชนิด 2,4 - D ในนาข้าวในและนอกเขตชลประทาน	นางสาวสิริพร เหลืองสุชนกุล	กปผ.

กิจกรรมย่อยที่ 4.1การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ในพืชผักและไม้ผล ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม(2556 – 2558) จำนวน 12 การทดลอง

การทดลองที่	**ชื่อการทดลอง**	**หัวหน้าการทดลอง**	**สังกัด**
4.1.1	ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่นสารกำจัดแมลงกลุ่ม Organophosphorus ในแหล่งปลูกพืชผักและไม้ผล ชนิด profenofos ในส้มโอ (2556)	นายปรีชา ฉัตรสันติประภา	กปผ.
4.1.1	ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่นสารกำจัดแมลง กลุ่ม Organophosphorus ในแหล่งปลูกพืชผักและไม้ผล : ชนิด ethion ในมะนาว, ส้มเขียวหวาน(2557 – 2558)	นางผกาสินี คล้ายมาลา	กปผ.
4.1.2	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดแมลงกลุ่ม Organophosphorus ในผลผลิตพืชผักและไม้ผล: ชนิด profenofos ในส้มโอ (2556)	นายปรีชา ฉัตรสันติประภา	กปผ.
4.1.2	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดแมลงกลุ่ม Organophosphorus ในผลผลิตพืชผักและไม้ผล: ชนิด ethion ในมะนาว, ส้มเขียวหวาน (2557 – 2558)	นางผกาสินี คล้ายมาลา	กปผ.
4.1.3	ศึกษาการสลายตัวและการสะสมของสารกำจัดแมลง กลุ่ม Organophosphorus ในดิน น้ำ และตะกอนในแหล่งปลูกพืชผักและไม้ผล : ชนิด profenofos ในส้มโอ (2556)	นางสาวสิริพร เหลืองสุชนกุล	กปผ.
4.1.3	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดแมลงกลุ่ม Organophosphorus ในดิน น้ำ และตะกอน ในแหล่งปลูกพืชผักและไม้ผล : ชนิด ethion ในมะนาว, ส้มเขียวหวาน (2557 – 2558)	นางสาวสิริพร เหลืองสุชนกุล	กปผ.
4.1.4	ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดแมลงกลุ่ม Organophosphorus ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกพืชผักและไม้ผล: ชนิด profenofos ในส้มโอ	นางสาวสิริพร เหลืองสุชนกุล	กปผ.

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
	(2556)		
4.1.4	ศึกษาผลกระทบจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม Organophosphorus ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกพืชผักและไม้ผล: ชนิด ethion ในมะนาว, ส้มเขียวหวาน (2557 – 2558)	นางสาวปภัสรา คุณเลิศ	กปผ.

ชื่อกิจกรรมย่อยที่ 4.2 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้ สารกำจัดวัชพืช กลุ่มtriazinesในพืชสวนและพืชไร่ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และ สิ่งแวดล้อม(2554 – 2555)จำนวน 8 การทดลอง

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
4.2.1	ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้ฉีดพ่นสาร กำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในพืชสวนและพืชไร่:ชนิด atrazine ในไร่อ้อยและสับปะรด	นางสาววิภา ตั้งนิพนธ์	กปผ.
4.2.2	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในผลิตผลพืชสวนและพืชไร่:ชนิด atrazine ในไร่อ้อยและสับปะรด	นางสาววิภา ตั้งนิพนธ์	กปผ.
4.2.3	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในดิน น้ำและ ตะกอนในแหล่งปลูกพืชสวนและพืชไร่: ชนิด atrazine ในไร่อ้อย	นางผกาสินี คล้ายมาลา	กปผ.
4.2.3	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในดิน น้ำและ ตะกอนในแหล่งปลูกพืชสวนและพืชไร่:ชนิด atrazine ในไร่สับปะรด	นายประกิจ จันทร์ติ๊บ	กปผ.
4.2.4	ศึกษาผลกระทบของสารกำจัดวัชพืช กลุ่มtriazines ต่อสิ่งมีชีวิต ในแหล่งปลูกพืชสวนและพืชไร่:ชนิด atrazine ในไร่อ้อยและสับปะรด	นางผกาสินี คล้ายมาลา	กปผ.

กิจกรรมย่อยที่ 4.2 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม Carbamate ในพืชผักและไม้ผล ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และ สิ่งแวดล้อม (2556) จำนวน 4 การทดลอง

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
4.2.1	ศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่นสารกำจัดแมลงกลุ่ม Carbamate ในพืชผักและไม้ผล : ชนิด carbosulfan ในองุ่น (2556)	นางผกาสินี คล้ายมาลา	กปผ.
4.2.2	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของ สารกำจัดแมลงกลุ่ม Carbamate ในผลผลิตพืชผักและไม้ผล : ชนิด carbosulfan ในองุ่น (2556)	นายประกิจ จันทร์ติ๊บ	กปผ.
4.2.3	ศึกษาการสลายตัวและสะสมของสารกำจัดแมลงกลุ่ม Carbamate ในดิน น้ำ และตะกอนในแหล่งปลูกพืชผักและไม้ผล : ชนิด carbosulfan ในองุ่น (2556)	นายประกิจ จันทร์ติ๊บ	กปผ.
4.2.4	ศึกษาผลกระทบจากการใช้ สารกำจัดแมลงกลุ่ม Carbamate ต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งปลูกพืชผักและไม้ผล : ชนิด carbosulfan ในองุ่น(2556)	นางผกาสินี คล้ายมาลา	กปผ.

ระเบียบวิธีการวิจัย(Research Methodology)

1. ประเด็นวิจัย

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร ใช้ข้อมูลการประเมินการได้รับสัมผัสสารพิษ (Exposure Assessment) นำมาระบุความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร (Pesticide Risk Assessment) ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงของวัตถุอันตรายทางการเกษตรได้แก่ ข้อมูลจากการศึกษาปริมาณวัตถุอันตรายปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่น (Patch method) ตามจุดกำหนดบนร่างกาย 11 จุด (OECD, 1997) ข้อมูลจากการศึกษาปริมาณวัตถุอันตรายทางการเกษตรตกค้างในผลผลิต ข้อมูลจากการศึกษาปริมาณวัตถุอันตรายทางการเกษตรตกค้างในสิ่งแวดล้อม และข้อมูลการสลายตัวของวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในดิน น้ำ และตะกอน และข้อมูลผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม จะใช้เป็นข้อมูลในการประเมินการได้รับสารพิษของผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 แปลงปลูกพืชของเกษตรกร

2.2 ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน

ปีที่เริ่มต้น ตุลาคม 2553 ปีที่สิ้นสุด กันยายน 2558

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 การศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารพิษบนร่างกายผู้พ่นและผู้ช่วยพ่นสาร ทำตามวิธีการทดลอง Methods for measuring dermal exposure; Patch method (US.EPA, 1992 and OECD,1997) โดยติดแผ่นผ้าฝ้าย ขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร บนเสื้อผ้า ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ หมวก แผ่นผ้าปิดจมูก อกเสื้อ ด้านในอกเสื้อ บ่า ศอก หลังเสื้อ ด้านในของหลังเสื้อ ต้นขาหน้าแข้ง และด้านในหน้าแข้ง

4.2 หลังการพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรเก็บแผ่นผ้าที่ติดบนร่างกาย น้ำล้างมือน้ำล้างเท้า ของผู้พ่นสาร ผู้ช่วย (ถ้ามี) นำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกาย สุ่มเก็บผลผลิตการเกษตรที่ระยะเก็บเกี่ยวมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างสุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน ที่ระยะเวลาหลังการพ่น เช่น 0 1 3 5 7 10 15 และ 30 วัน มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

4.3 นำข้อมูลปริมาณสารพิษปนเปื้อนที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ไปประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษ การคำนวณหาค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (Margin of Exposure ;MOE)ตามหลักเกณฑ์ของ US.EPA ซึ่งคำนวณได้จากนำค่า NOAEL (No observed adverse effect level) หารด้วยปริมาณที่ได้รับ (exposure) ค่า MOE ที่คำนวณได้ ให้นำมาเปรียบเทียบกับค่า Pesticide uncertainty factor หากค่า MOE มีค่าต่ำกว่าค่า Pesticide uncertainty factor ที่กำหนดโดย US EPA จะถือว่ามีความเสี่ยงซึ่ง U.S. EPA กำหนดค่า MOE = 100 หรือมากกว่าเป็นขอบเกณฑ์ความปลอดภัยที่ยอมรับได้จากการทดลองในสัตว์ทดลอง

4.4 นำข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน และผลผลิต มาคำนวณหาเวลาที่สารพิษสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (Half-life, $t_{1/2}$) ในตัวอย่างดิน น้ำ ตะกอน และผลผลิต ได้จากสมการ $t_{1/2} = -0.693/b$ โดย b ได้มาจากสมการ $y = ae^{bx}$ ซึ่งหาได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษและระยะเวลาหลังการหว่านสารพิษในช่วงเวลาต่างๆ

4.5 รวบรวมข้อมูล สรุปผล และรายงานผลการทดลอง

ผลการวิจัย

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมจำนวน 32 การทดลอง

1. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม chlorinated phenoxy compound ชนิด 2,4-D ในนาข้าวในและนอกเขตชลประทาน

1.1 ผลการประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม chlorinated phenoxy compound ชนิด 2,4-D ในนาข้าวในเขตชลประทาน ผลการทดลองพ่นสารทั้ง 2 ครั้ง สรุปได้ว่าจุดบนร่างกายที่ผู้พ่นมีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษมากที่สุดระหว่างการพ่นสาร คือ บริเวณหน้าแข้งและต้นขา พบเฉลี่ย 26.95 และ 21.58 ไมโครกรัม/100 ตารางเซนติเมตรรองลงมาได้แก่บ่า อก และ จมูก ปริมาณที่พบเฉลี่ย 16.44, 7.14 และ 5.02 ไมโครกรัม/100 ตารางเซนติเมตรส่วนข้อศอก และ หลัง มีโอกาสสัมผัสกับละอองวัตถุมีพิษลดลงมาตามลำดับ ปริมาณที่พบเฉลี่ย 2.21 และ 1.78 ไมโครกรัม/100ตารางเซนติเมตรตามลำดับ บริเวณศีรษะ จะมีโอกาสสัมผัสกับวัตถุมีพิษน้อยที่สุดคือ พบเฉลี่ย 1.35 ไมโครกรัม/100 ตารางเซนติเมตร ในน้ำล้างเท้ามากกว่า

ที่พบในน้ำล้างมือ ปริมาณที่ตรวจพบคือ 488.10 และ 396.99 ไมโครกรัม ชุดกางเกงของผู้พ่นมีปริมาณ 2,4-D ตกค้างมากกว่าที่เสื้อ ได้ค่า MOE 264.55 – 290.70 ปริมาณที่ได้รับยังไม่เกินค่าความเสี่ยงภัยที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อเกษตรกรผู้พ่น ไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างรำข้าว ข้าว แกลบ และฟางข้าว ที่ระยะเวลาเก็บเกี่ยว ค่า half-lifeของ 2,4-Dในน้ำ เท่ากับ 7วัน ในดินเท่ากับ 8 วัน และในตะกอน เท่ากับ 6วัน

1.2 ผลการประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม chlorinated phenoxy compound ชนิด 2,4-D ในนาข้าวนอกเขตชลประทานประเมินผลกระทบจากการฉีดพ่น 2,4-D เกษตรกรผู้พ่นมีระดับความเสี่ยงภัยที่ยอมรับได้ ค่า MOE 149.25 – 308.64 ไม่พบสารพิษตกค้างในเมล็ดข้าวและผลิตภัณฑ์ของข้าว ไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในนาข้าว การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน ในน้ำปริมาณ <0.02- 0.17ไมโครกรัม/ลิตร ในดินพบ 2,4-D ปริมาณ <0.008-0.31มิลลิกรัม/กิโลกรัม และในตะกอนพบ 2,4-D ปริมาณ<0.020-0.024 มิลลิกรัม/กิโลกรัมค่าhalf-life ของ 2,4-D ในน้ำ เท่ากับ 3 วัน ในดินเท่ากับ 8 วัน และในตะกอน เท่ากับ 58 วัน

2. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืช triazine ชนิด atrazine ในไร่อ้อยและสับปะรด

ผลการประเมินความเสี่ยงจากการใช้อะทราซีน (atrazine) ในไร่อ้อย และสับปะรด พบว่า การพ่น atrazine ครั้งที่ 2 ในระยะต้นอ้อยอายุ 3.5 เดือน เป็นช่วงฤดูฝน เกษตรกรใช้เวลาพ่นสารมากกว่า 1 ชั่วโมง มีความเสี่ยงสูง ประเมินแล้วค่า MOE 6-12 ต่ำกว่าช่วงเวลาอื่น การพ่น 3 ครั้ง ในอ้อย มีค่า MOE 6 - 126 ส่วนการพ่น atrazine ในสับปะรด ช่วงฤดูฝน เกษตรกรใช้เวลาพ่นสารมากกว่า 3 ชั่วโมง และผู้กวนสารละลาย มีค่า MOE ในการพ่นครั้งที่ 1 สับปะรดอายุ 7 เดือน ระหว่าง 0.73-22.98 ต่ำกว่าช่วงเวลาอื่นเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ การพ่นทั้งสองครั้ง มีค่า MOE 0.73-277.78 ในผลผลิตอ้อยและสับปะรด เก็บผลผลิตห่างจากการพ่นสารครั้งสุดท้ายนาน 6 เดือน และ 3.5 เดือน ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง ในน้ำอ้อย และสับปะรด ดังนั้นการบริโภคผลผลิตอ้อยและสับปะรด จะไม่เกิดความเสี่ยงต่อการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย ส่วนผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม พบว่า ค่า half-life ในดินแปลงสับปะรด 16 วัน แปลงอ้อย 115 วัน ในน้ำแปลงสับปะรด 10 วัน แปลงอ้อย 22 วัน มีการตรวจพบในน้ำใต้ดิน ส่วนปริมาณสารพิษตกค้างในปลา และพืช (ผักบุ้ง บัวสาย กระถิน) หลังการพ่นสาร พบว่าเกือบทุกตัวอย่างจะมีการตรวจพบสารพิษตกค้างของ atrazine เนื่องจากสภาพพื้นที่แปลงปลูกอ้อยและสับปะรดมีความลาดเอียง ปริมาณน้ำฝนในช่วงของการเก็บตัวอย่างนับเป็นตัวแปรสำคัญในการวิจัยครั้งนี้ หากพบความเข้มข้นของ atrazine ในแหล่งน้ำมีปริมาณสูง อาจเกิดจากการชะละลาย หรือการไหลบ่าของน้ำจากบริเวณแปลงอ้อยและสับปะรดที่มีการปนเปื้อน atrazine ในดินหลังพ่นสารลงสู่แหล่งน้ำ หรือซึมละลายไปกับน้ำในดินลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน เพราะสาร atrazine เป็นสารที่มีศักยภาพในการปนเปื้อนลงสู่น้ำใต้ดินได้

3. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphate ชนิด profenofos ในส้มโอ

การศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่นสารกำจัดแมลงโพรฟีโนฟอส (profenofos) ในส้มโอ คำนวณ ค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (Margin of Exposure; MOE) พบว่ามีค่า 116-747 จึงสรุปได้ว่าหากเกษตรกรใช้เวลาพ่นสาร profenofos ในอัตราความเข้มข้นตามที่แนะนำตามฉลาก

ผลิตภัณฑ์สาร profenofos ไม่เกิน 45 นาทีต่อวัน จะไม่มีความเสี่ยงที่จะได้รับสัมผัสสารพิษผ่านทางผิวหนัง เกษตรกรมีระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ต่อสุขภาพจากการปนเปื้อนสารบนร่างกาย ไม่พบสารพิษตกค้างในส้มโอ เวลาที่สารพิษสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง ค่า half-life ในตัวอย่างดิน เท่ากับ 1.09 วัน ในน้ำ เท่ากับ 0.39 วัน ในตะกอนเท่ากับ 0.84 จึงสรุปได้ว่าสารพิษ profenofos ตกค้างในดินนานกว่า ในน้ำและตะกอน และสาร profenofos ก็มีอัตราการสลายตัวในสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว การนับจำนวนสิ่งมีชีวิตชนิดอาร์โทพอดในดิน 400 ตัวอย่าง จำแนกได้ 7 ชั้น 26 อันดับ หลังพ่นสาร profenofos ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตชนิดอาร์โทพอด ลดลง และต้องใช้เวลานานสองเดือนหลังการพ่นสาร profenofos เพื่อเพิ่มจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดอาร์โทพอด ให้กลับมาเท่าเดิม

4. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ชนิด carbosulfan ในองุ่น

การศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่นสารกำจัดแมลงคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ในองุ่น ผู้พ่นมีโอกาสปนเปื้อนสารพิษ carbosulfan บริเวณร่างกายได้ค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัย (Margin of Exposure; MOE) มีค่า 67.00-490.62แสดงถึงโอกาสที่เกษตรกรจะได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายในระดับที่มีความเสี่ยงถึงความเสี่ยงที่ยอมรับได้ปริมาณสารพิษตกค้างในองุ่น ที่ 0 วัน ปริมาณ 0.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และลดปริมาณลงแปรผันตามระยะเวลา ในองุ่นมีค่า half-life นาน 1.7วัน ในปลา พบในปริมาณน้อยๆ ต่ำกว่าค่า MRLs ในปลา ในปลามีค่า half-life นาน 2.62วันมีการสลายตัวอย่างรวดเร็วในน้ำและเนื้อเยื่อปลา ความเสี่ยงในการบริโภคปลาที่ปนเปื้อนสารพิษตกค้าง carbosulfan หลังการพ่นที่ระยะเวลาตั้งแต่หลังพ่น 0 วัน มีความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในดิน น้ำและตะกอน ในดิน มีค่า half-life นาน 11.2วัน ในตัวอย่างน้ำพบสารพิษตกค้าง carbosulfan มีค่า half-life นาน 0.7วัน และตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในตะกอนทุกตัวอย่าง

5. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphate ชนิด ethion ในมะนาวและส้มเขียวหวาน

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงอีไทออน (ethion)ในมะนาวและส้มเขียวหวาน ผลการประเมินความเสี่ยงต่อผู้ใช้พบว่า ผู้พ่นสารมีระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้และระดับเสี่ยงสูงในการรับสัมผัสหลังการพ่นสารในแปลง เมื่อคำนวณค่า MOE ได้ค่าระหว่าง 0.6165 ถึง 100.8124 นอกจากเกิดผลกระทบจากการใช้สารต่อผู้พ่นสารแล้ว ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมอาจจะได้รับผลกระทบจากสารพิษตกค้างด้วย ผู้เก็บผลผลิตมีโอกาสรับสัมผัสในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ การประเมินการบริโภคอยู่ในระดับที่ปลอดภัย ส่วนการประเมินในสิ่งแวดล้อม มีระดับความเสี่ยงปานกลาง โดยค่าhalf-life ในน้ำ 1.795-4.62 วัน, ดิน2.840-7.70 วันตะกอน19.902-33 วัน แสดงถึงโอกาสในการพบสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง การใช้สารอีไทออนในมะนาวและส้มเขียวหวานของเกษตรกรผู้พ่นสาร จึงควรใช้ด้วยความระมัดระวังและปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัด เพื่อลดการรับสัมผัสสารอันตรายเข้าสู่ร่างกายของผู้ใช้ ผู้บริโภค และลดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4.ระดับความเสี่ยงของผู้พ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตร

ชนิดสาร	ปริมาณการสัมผัสสารพิษ (mg/kg BW/day)	MOE	ระดับเสี่ยง
2,4-D (ข้าว)	0.0172 - 0.0189	149.25 – 308.64	ยอมรับ
atrazine (อ้อย)	0.1988 - 4.0431	6 - 126	ยอมรับ-เสี่ยง
atrazine (สับปะรด)	0.0900 - 34.3968	0.73 – 277.78	ยอมรับ-เสี่ยง
carbosulfan (องุ่น)	0.0010- 0.0075	67.00 - 490.62	ยอมรับ-เสี่ยง
profenofos (ส้มโอ)	0.0013 - 0.0157	116 - 747	ยอมรับ-เสี่ยง
ethion (มะนาว)	0.007935 - 1.29753	0.6165 - 100.8124	ยอมรับ-เสี่ยง
ethion (ส้มเขียวหวาน)	0.083917 – 2.5430	9.5332	เสี่ยง

ตารางที่ 5.ค่าครึ่งชีวิตของสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม บริเวณแปลงทดลอง

ชนิดสาร	ค่าครึ่งชีวิต (Half-life, $t_{1/2}$) (วัน)				
	พืช	ดิน	น้ำ	พืชน้ำ	ปลา
2,4-D (ข้าว)	-1/	8	3-7	6-58	-1/
atrazine (อ้อย)	-1/	115	22	-1/	-1/
atrazine (สับปะรด)	-1/	15.6	10	5	10
carbosulfan องุ่น)	1.7	11.2	0.7	-1/	2.62
profenofos (ส้มโอ)	-1/	1.09	0.39	-1/	-1/
ethion (มะนาว)	24.75	2.84	1.79	-1/	3
ethion (ส้มเขียวหวาน)	18.73	4.62	7.70	7	10

1/ ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

กิจกรรมย่อยที่ 4.3 การสะสมและการแพร่กระจายของสารพิษในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
4.3.1	การสะสมและการแพร่กระจายของสารพิษในสิ่งแวดล้อมพื้นที่ไม้ผลภาคตะวันออก (2554 - 2556)	นางมลิสา เวชยานนท์	กปผ.

ระเบียบวิธีการวิจัย(Research Methodology)

1. ประเด็นวิจัย

ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตร การสะสมสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณเกษตรกรรมพื้นที่ที่ทำการปลูกไม้ผลในเขตภาคตะวันออก 2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 จังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด โดยใช้ระบบหาพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกด้วยดาวเทียม (Global Positioning System; GPS)

2.2 แหล่งผลิต (หรือแหล่งปลูก)

2.3 ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน

ปีที่เริ่มต้น ตุลาคม 2553 – ปีที่สิ้นสุด กันยายน 2556

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 สำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างผลผลิต ดิน น้ำ ตะกอนที่แหล่งผลิต (หรือแหล่งปลูก)

4.2 ดำเนินการตรวจวิเคราะห์วิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ด้วยเครื่องมือ GC-FPD GC-ECD และ GC-MS

4.3 คำนวณ รวบรวม สรุปและรายงานผลการทดลอง

ผลการวิจัย

เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง บริเวณพื้นที่ปลูกไม้ผลเขตภาคตะวันออก จ.ระยอง จ. จันทบุรี และตราด จำนวน 19 สวน เก็บ 4 ครั้ง รวม 212 ตัวอย่าง เป็นตัวอย่างน้ำ 66 ตัวอย่าง ดิน 122 ตัวอย่าง ตะกอน 20 ตัวอย่าง และพืชน้ำ 4 ตัวอย่าง ข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ภาคตะวันออก สารพิษที่ตรวจพบได้แก่ dimethoate, diazinon, pirimiphos-methyl chlorpyrifos-ethyl, chlorpyrifos-methyl, diazinon, dimethoate, fenthion, malathion, parathion-methyl, carbaryl, cypermethrin,paraquat, DDT & metabolites และ endosulfanตัวอย่างมะม่วงตรวจพบ parathion-methyl ตัวอย่างแคนตาลูปตรวจพบ chlorpyrifos, parathion- methyl, phosalone และ azinphos-ethyl ยังมีการตรวจพบสารพิษตกค้างที่เป็นวัตถุอันตรายประเภทที่ 4 ทั้งในน้ำ ตะกอน และผลผลิต

ชื่อกิจกรรมย่อยที่ 4.4 ผลกระทบของวัตถุมีพิษการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงตัวชี้วัดด้านพิษวิทยาของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

การทดลองที่	ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	สังกัด
4.4.1	ผลกระทบของสารพิษกลุ่ม Organophosphorus และCarbamate ต่อ Biotransformation enzymes ในสัตว์น้ำ และChlorophyll content ในพืชน้ำ: กลุ่ม Organophosphorus ชนิด Chlorpyrifos (2554)	นางสาวสิริพร เหลืองสุชนกุล	กปผ.

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ประเด็นวิจัย

ทดสอบความเป็นพิษของสารพิษคลอไพรีฟอสต่อปลาตะเพียน สาหร่ายหางกระรอกวิเคราะห์ปริมาณ chlorpyrifos ที่สะสมในสาหร่าย น้ำ และตะกอน ตรวจวัด detoxifying enzymes ภายใต้สภาวะระบบนิเวศน์จำลอง

2. สถานที่ทำการวิจัย

2.1 ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

3. ระยะเวลาดำเนินงาน

ปีที่เริ่มต้น ตุลาคม 2553 – ปีที่สิ้นสุด กันยายน 2554

4. วิธีการดำเนินการ

4.1 ทดสอบความเป็นพิษของสารพิษคลอไพรีฟอสต่อปลาตะเพียน สาหร่ายหางกระรอก ด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 3 ระดับคือ ต่ำ ปานกลาง และสูงวิเคราะห์ปริมาณ chlorpyrifos ที่สะสมเนื้อเยื่อในปลา สาหร่าย น้ำและตะกอน

4.2 ดำเนินการตรวจวิเคราะห์วิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง ด้วย GC-FPD และ Spectrophotmeter (Plate reader)

4.3 คำนวณ รวบรวม สรุปและรายงานผลการทดลอง

ผลการวิจัย

การศึกษาผลกระทบของสารพิษกลุ่ม organophosphorus ชนิด chlorpyrifos ในสัตว์น้ำ และพืชน้ำ โดยดำเนินการทดลองในปลาตะเพียนขาว สกุล*Puntius gonionotus*และสาหร่ายหางกระรอก สกุล *Hydrilla verticillata (L.F.) Royle*พบว่ามีค่า 96-h LC_{50}เท่ากับ 0.1053 มิลลิกรัมต่อลิตร และผลการทดลองสารพิษ chlorpyrifos ที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ในสภาวะจำลอง พบว่าการสะสมของสารพิษ chlopyrifos ในปลาตะเพียนขาว และสาหร่ายหางกระรอกจะเพิ่มขึ้นแปรผันตามการลดลงของสารพิษในน้ำ ในขณะที่ตะกอนมี

แนวโน้มการสะสมเพิ่มขึ้นที่ระดับความเข้มข้นระดับต่ำ และจะคงที่ที่ระดับความเข้มข้นระดับกลางและสูง สารพิษ chlorpyrifos มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ทั้ง 3 ชนิด โดย Ethoxyresorufin-*O*-Deethylase และ Acetylcholinesterse จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนที่ความเข้มข้นของสารพิษ chlorpyrifos ต่ำๆ แต่ Glutathione-*S*-transferase จะเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนที่ความเข้มข้นของสารพิษ chlorpyrifos ปริมาณสูงเท่านั้น ผลกระทบของ chlorpyrifos ต่อสาหร่ายหางกระรอกพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์จะเปลี่ยนแปลงแปรผันตามระดับความเข้มข้น โดยความเข้มข้นสารพิษ cholrpyrifos ที่มากกว่า 0.96515 มิลลิกรัมต่อลิตร จะสังเกตุเห็นผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ชัดเจน คือ การตายของเซลล์สาหร่าย และการแตกยอดของเซลล์สาหร่ายเพิ่มขึ้น ผลกระทบของสารพิษ chlorpyrifos ในสภาวะระบบนิเวศน์จำลองต่อปลาตะเพียนขาวและสาหร่ายหางกระรอก จะน้อยกว่าผลกระทบของสารพิษ chlorpyrifos ที่ทดลองในสภาวะเดียว (single specie test) ทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นในสภาวะระบบนิเวศน์นั้นมีปัจจัยซับซ้อนดังนั้นการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงระดับเอนไซม์ Ethoxyresorufin-*O*-Deethylase และ Acetylcholineesterse จึงเป็นเทคนิคที่เหมาะสมเพราะสามารถตรวจหาผลกระทบในกรณีที่มีสารพิษปริมาณน้อยๆ ได้

สรุปว่าในการศึกษาปัญหาและความรุนแรงของผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในส่วนของการประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus ได้แก่ profenofos และ ethion สารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ได้แก่ carbosulfan ในพืชผักและไม้ผล และการประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืช 2,4-D และ atrazine ในข้าวและพืชไร่ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ต้องมีการเน้นคำแนะนำการใช้ให้มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น แว่นตา หน้ากาก ถุงมือ รองเท้าบูท เนื่องจากเกษตรกรผู้ใช้และผู่ช่วยพ่นสารมีโอกาสเกิดความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารเข้าสู่ร่างกายขณะปฏิบัติงานพ่นสารในแปลง ตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงานอาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ งานวิจัยการสะสมและการแพร่กระจายของสารพิษในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรในพื้นที่ 3 จังหวัดภาคตะวันออก ยังตรวจพบสารตกค้างหลายชนิดรวมทั้งสารที่เป็นวัตถุอันตรายประเภทที่ 4และงานวิจัยผลกระทบของวัตถุมีพิษการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงตัวชี้วัดด้านพิษวิทยาของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมพบว่าความเข้มข้นของสารในสิ่งแวดล้อมเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปลาและสาหร่ายที่อยู่ในสภาวะระบบนิเวศน์จำลอง

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลผลิตโครงการวิจัยแต่ละปี (output ที่เกิดจากงานวิจัย) รวมทั้งแบ่งเปอร์เซ็นต์การดำเนินงานของโครงการวิจัยตั้งแต่ปีที่เริ่มต้นจนถึงปีสิ้นสุด

ปี พ.ศ.	เปอร์เซ็นต์ (%)	ผลผลิตของโครงการ
2554-2558	100	1. เพื่อทราบคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตรและสารสกัดจากธรรมชาติที่มีจำหน่ายในท้องตลาดของประเทศไทย 2. เพื่อทราบสถานการณ์ปริมาณสารพิษตกค้างในพืชที่มีศักยภาพในการส่งออกและบริโภคในประเทศแต่มีปัญหาสารพิษตกค้าง 3. เพื่อทราบสถานการณ์ปริมาณสารพิษตกค้างในพืชที่มีศักยภาพขยายการผลิตเพื่อสร้างตลาดส่งออกใหม่ 4. ทราบสถานการณ์ปริมาณสารพิษตกค้างในพืชที่ได้รับการแจ้งเตือนจากตลาดต่างประเทศว่าพบปริมาณสารพิษตกค้างสูงเกินค่ามาตรฐาน ได้แก่ พืชผัก สมุนไพร ไม้ผล 5. ได้ทราบสถานการณ์โดยรวมของสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตรที่ใช้บริโภคภายในประเทศ และสินค้าเกษตรส่งออกเป็นการติดตามคุณภาพและใช้เป็นข้อมูลประกอบการกำหนดค่า national MRLs 6. เพื่อติดตามคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตรที่ผ่านการรับรองโดยกรมวิชาการเกษตรที่วางจำหน่ายในพื้นที่ของ สวพ.1-8 7. ส่งเสริมให้เกิดการผลิตสินค้าเกษตรตามความต้องการ รวมทั้งสามารถกำหนดพื้นที่ปลูกและควบคุมให้เกษตรกรปลูกพืชตามระบบเกษตรดีที่เหมาะสม 8. ได้ทราบสถานการณ์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผลิตผลทางการเกษตรในท้องถิ่น เพื่อนำไปสู่การแก้ไขอย่างมีระบบต่อไป 9. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต และบรรลุวัตถุประสงค์ของการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและเหมาะสม เนื่องจากมีระบบการตรวจสอบย้อนกลับและการเฝ้าระวัง 10. ข้อมูลปริมาณและชนิดสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม ดิน น้ำ และสัตว์น้ำ ในบริเวณแหล่งเกษตรกรรม 11. ข้อมูลการประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร ต่อเกษตรกรผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมเกษตร 12.ข้อมูลผลกระทบของวัตถุมีพิษการเกษตรต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

ผลลัพธ์โครงการแต่ละปี (Outcome จากการนำผลผลิตไปขยายผล)

ปี พ.ศ.	ผลลัพธ์ของโครงการ
2554-2558	1. ลดความเสี่ยงของเกษตรกรจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตรที่มีพิษรุนแรง โดยการทดแทนด้วยผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพเช่นกัน 2. สถิติข้อมูลผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษวัตถุมีพิษการเกษตรและผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติที่เสื่อมคุณภาพและผิดมาตรฐาน 3. ข้อมูลพื้นฐานให้กับสารวัตรเกษตรในการติดตามคุณภาพภายหลังการขึ้นทะเบียน 4. ข้อมูลการศึกษาผลกระทบของสารเคมีในกลุ่มเฝ้าระวังการใช้ ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทางน้ำและสิ่งแวดล้อม 5. ทราบสถานการณ์โดยรวมของสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตรที่ใช้บริโภคภายในประเทศ และสินค้าเกษตรส่งออก เป็นการติดตามคุณภาพผลผลิต 6. ข้อมูลชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักผลไม้ที่มีการใช้สารเคมีสูงและประชาชนในแต่ละท้องถิ่นบริโภคเป็นประจำ 7.ทราบสถานการณ์การตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในผลิตผลทางการเกษตรในท้องถิ่นเพื่อนำไปสู่การจัดการอย่างเป็นระบบต่อไป 8.เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิต และบรรลุวัตถุประสงค์ของการใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและเหมาะสม เนื่องจากมีระบบการตรวจสอบย้อนกลับและการเฝ้าระวัง 9. สถานการณ์ข้อมูลชนิดและปริมาณการตรวจสอบสาร POPs ประเภทสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชตกค้างในสิ่งแวดล้อม และผลิตผลเกษตรของประเทศไทยในแต่ละปี และจัดส่งรายงานประจำปีให้คณะอนุกรรมการอนุสัญญาสตอกโฮล์มว่าด้วย สารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน นำเสนอต่อคณะรัฐมนตรีต่อไป 10.ผลกระทบจากการได้รับสารพิษ เป็นข้อมูลที่สำคัญในการพิจารณาประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตรที่มีต่อเกษตรกรผู้ใช้ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม เพื่อการพิจารณาจำกัดการใช้หรือห้ามใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตร ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงสูง

โครงการที่ 6 การศึกษาเพื่อการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง
StudyforMaximum ResidueLimitEstablishment(MRL)

ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ วิสุทธิ เชวงศรี ยงยุทธ ไผ่แก้วสมสมัย ปาลกูลลมัย ชูเกียรติวัฒนา
จินตนา ภู่มงกุฎชัย พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ ศศิมา มั่งนิมิตร์ ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ
ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร วิทยา บัวศรี วิษณุ แจ้งใบ
วะนิดา สุขประเสริฐชนิตา ทองแซมบุญทวีศักดิ์ บุญทวี
วีระสิงห์ แสงวรรณ พรนภัส วิชานนะณานนท์

Prapassara Pimpan Visutti Chawengsri Yongyuth Phaikaew Somsamai Palakul
Lamai Chukiatwattana Jintana Poomongkutchai Panida Chaiyanboon SasimaMungnimit
Prachathipat Pongpinyo Luksamee Dechanuraknukul Piyasak Akaboot Vithaya Boasri
Witsanu Jangbai Wanida Sukprasert Chanita Thongsam Boonthaweesak Boonthawee
Weerasing Saengwan Pornnaphat Wichannananon

บทคัดย่อ

หลายประเทศมีมาตรการตรวจสอบที่เข้มงวดในการนำเข้าสินค้าเกษตรเพื่อใช้เป็นข้อกำหนดมาตรฐานสินค้าอาหารและใช้เพื่อกีดกันทางการค้า กรมวิชาการเกษตร ในฐานะที่รับผิดชอบด้านการผลิตพืชและการควบคุมคุณภาพสินค้าพืชที่ผลิตเพื่อการค้าทั้งในและต่างประเทศ จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนจากสารพิษต่างๆ ในพืช เพื่อใช้เป็นเกณฑ์วัดคุณภาพสินค้าเกษตรตามหลักสุขอนามัยดังนั้นข้อมูลสารพิษตกค้างจึงมีความสำคัญมากวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้เพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตรที่เป็นพืชส่งออกสำคัญ โดยนำข้อมูลที่ได้ร่วมพิจารณากำหนดค่า MRL ของประเทศไทย และนำเสนอเป็นค่า ASEAN MRL และ Codex MRLการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดได้ดำเนินการศึกษาในแปลงทดลองตามหลักเกณฑ์ของโคเด็กซ์ (Codex Guidelines) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลโดยใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรตามหลักการเกษตรดีที่เหมาะสม(Good Agricultural Practice; GAP)และเก็บผลผลิตในระยะเวลาต่างๆ หลังการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรครั้งสุดท้ายเพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษและกำหนดระยะเก็บเกี่ยวผลิตผลที่ปลอดภัยโครงการวิจัยนี้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี2554 -2558 เป็นเวลา 5 ปี มีทั้งหมด 22 การทดลอง โดยกิจกรรมที่ 1ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลไม้มี7การทดลองทำให้ได้ข้อมูลการสลายตัวของmethidathion ในส้มเขียวหวาน,ethion ในส้มเขียวหวาน,abamectin ในองุ่น profenofos ในส้มโอ,fipronil ในองุ่น,abamectin ในส้มเขียวหวาน,lambda cyhalothrin ในส้มเขียวหวานรวม 30 ชุดข้อมูลและกิจกรรมที่ 2ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักมี 15 การทดลองได้ข้อมูลการสลายตัวของ chlorpyrifosในถั่วเหลืองฝักสด,profenofos ในถั่วเหลืองฝักสด,fipronil ใน

ถั่วฝักยาว,dimethoate ในถั่วฝักยาว,prothiophos ในมะเขือยาว,carbosulfan ในมะเขือยาว,omethoate ในถั่วเหลืองฝักสดfipronil ในมะเขือ,buprofezinในมะเขือ,indoxacarb ในคะน้า,lambda cyhalothrin ในคะน้า ,indoxacarbในถั่วฝักยาว,carbosulfan ในถั่วฝักยาว,spiromesifenในกะเพรา,fipronil ในคะน้า, รวมทั้งสิ้น 72 ชุดข้อมูลการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์สามารถกำหนดระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (Pre Harvest Interval: PHI) ในการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร ได้ 22 ค่าและเสนอกำหนดเป็นค่า Asean MRLแล้วได้แก่ carbosulfanในมะเขือ,dimethoateในถั่วฝักยาว,lambda cyhalothrin ในคะน้า,สำหรับการเสนอกำหนดค่า Codex MRL จะเสนอตามแผนการพิจารณาของคณะกรรมการโคเด็กซ์สาขาสารพิษตกค้างในแต่ละปีต่อไป

คำหลัก : สารพิษตกค้าง, ค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง, ส้มเขียวหวาน, องุ่น, ถั่วฝักยาว, คะน้า ,มะเขือเปราะ, มะเขือยาว, กะเพรา, ถั่วเหลืองฝักสด,ส้มโอ,

---

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
Pesticied Research Group, Agriculture Production Sciences Research and Development Division

Abstracts

Many countries have controlled measures for imported agricultural commodities. The Department of Agriculture takes a responsibility on research studies concerning crops production and also a responsibility on a quality control of agricultural commodities for both consuming within a country and exporting. This project objective was to study the degradation of residue in exported agricultural commodities to establish national Maximum Residue Limits(MRLs),Asean MRLs and Codex MRLs. The residue field trial studies have beencarried out according to codex guideline.Methodsof application were related to the Good Agricultural Practice (GAP) standard and collected samples at the day after last application. The duration of the project was 5 years during 2554-2558. There were 30 trials which dealt with the degradation of residues in fruits such as methidathion intangerine, ethion intangerine, abamectin in grape, profenofos in pomelo,fipronil in grape, abamectinin orange, lambda cyhalothrin in orange. There were 72 trials which dealt with the degradation of residues in vegetables such as chlorpyrifos in vegetable soybean, profenofos in vegetable soybean, fipronilin yard long bean, dimethoatein yard long bean,prothiophosin aubergine, carbosulfan in aubergine,omethoatein vegetable soybean, fipronilin aubergine, buprofezin in aubergine, indoxacarb in kale, lambda cyhalothrin in kale, indoxacarbinyard long bean, carbosulfan in yard long bean, spiromesifenin holy basil, fipronilin kale. The project has

generated residues data for estimating pre harvest interval or PHI to be used in the step of pesticides labelling. Moreover, some of these data have been submitted to establish Asean MRLs such as carbosulfanin aubergine, dimethoatein yard long bean, lambda cyhalothrinin kale. In case of the establishment of Codex MRLs, the data achieved from the project will be submitted and processed according to the schedule and priority lists of periodicreviews.

Key words : Pesticide residues, Maximum Residue Limit : MRL, orange, grape, yard long bean, kale, aubergine ,eggplant, holy basil,fresh soybean, pomelo,

บทนำ

ปัจจุบันทุกประเทศได้เริ่มเข้มงวดในเรื่องของสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (SPS) อันสืบเนื่องมาจากนโยบายการค้าเสรีและเขตปลอดภาษี (Free Trade Area) หลายประเทศจึงได้มีมาตรการตรวจสอบที่เข้มงวด มีกฎเกณฑ์มากมายในการที่จะนำเข้าสินค้าเกษตรและอาหารต่างๆ บางประเทศกำหนดให้พืชที่ผ่านการผลิตตามการเกษตรดีที่เหมาะสม(Good Agricultural Practice ; GAP) เท่านั้นจึงจะนำเข้าได้ และมีการกำหนดค่า MRLของประเทศหรือกลุ่มประเทศของตัวเองเพื่อใช้เป็นข้อกำหนดมาตรฐานสินค้าอาหารและใช้เพื่อกีดกันทางการค้า ประเทศต่างๆ เหล่านี้ เช่น ประเทศในกลุ่มสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และสิงคโปร์ รวมถึงประเทศอินโดนีเซีย ที่ได้ประกาศมาตรการตรวจสอบสารพิษตกค้างในพืชและอาหารก่อนการนำเข้า ซึ่งมีผลบังคับใช้ในปลายปี 2552 กรมวิชาการเกษตร ในฐานะที่รับผิดชอบด้านการผลิตพืช และการควบคุมคุณภาพสินค้าพืชที่ผลิตเพื่อการค้าทั้งในและที่ไปจำหน่ายยังต่างประเทศ จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนจากสารพิษต่างๆ ในพืช การกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษ(Maximum Residue Limit ; MRL)ในผลิตผลการเกษตรของประเทศไทย เพื่อควบคุมปริมาณสารพิษตกค้างให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และเพื่อใช้เป็นข้อต่อรองการกำหนดค่า MRLทั้งของ Codex หรือของประเทศผู้นำเข้า และเพื่อกำหนดเป็นค่า MRL ของประเทศไทย เพื่อใช้เป็นเกณฑ์วัดคุณภาพสินค้าเกษตรตามหลักสุขอนามัย ดังนั้นข้อมูลสารพิษตกค้างจึงมีความสำคัญมาก และควรได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัย พัฒนาวิธีวิเคราะห์และกำหนดค่า MRL ให้ครอบคลุมการใช้สารเคมีในพืช และเป็นที่ยอมรับของนานาอารยประเทศวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้เพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตรที่เป็นพืชส่งออกสำคัญ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ร่วมพิจารณากำหนดค่า MRL ของประเทศไทย และนำเสนอเป็นค่า ASEAN MRL และ Codex MRLการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด เป็นการศึกษาในแปลงทดลองตามหลักเกณฑ์ของโคเด็กซ์ (Codex Guidelines) ซึ่งเป็นมาตรฐานสากล โดยใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรตามหลักการเกษตรดีที่เหมาะสมและเก็บเกี่ยวผลผลิตในระยะเวลาต่างๆหลังการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรครั้งสุดท้าย เพื่อศึกษาการสลายตัวของสารพิษและกำหนดการเก็บเกี่ยวผลิตผลในช่วงเวลาที่ปลอดภัยต้องทำการทดลองไม่น้อยกว่า 6 ครั้ง แต่ละครั้งต้องทดลองในสถานที่ หรือฤดูกาลที่แตกต่างกัน

เมื่อมีการใช้สารพิษทางการเกษตรเพื่อกำจัดศัตรูพืช ก็ย่อมมีสารพิษตกค้างในพืชตามมา โดยที่ประเทศไทยต้องปฏิบัติตามข้อตกลงในเรื่อง มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Sanitary and Phytosanitary Measures : SPS) ซึ่งเป็นมาตรการที่ใช้ในการจำกัดการนำเข้าสินค้าเกษตรเพื่อปกป้องและคุ้มครองชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ พืชสัตว์ ในประเทศของตนเองในด้านที่เกี่ยวข้องกับความเสี่ยงในการบริโภค หรือเสี่ยงต่อโรคที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตที่ติดมากับพืชสัตว์และผลิตภัณฑ์รวมทั้ง สารเจือปนในอาหารสารพิษ หรือจุลินทรีย์ที่เป็นพาหะของโรค ทั้งนี้การกำหนดระดับความปลอดภัยและการตรวจสอบมาตรฐานสินค้า ซึ่งจะต้องสอดคล้องกับมาตรฐานระหว่างประเทศและตั้งอยู่บนพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และยังเป็นมาตรการที่ครอบคลุมทั้งในด้านกฎหมายข้อกำหนดและระเบียบปฏิบัติที่เกี่ยวกับหลักเกณฑ์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ขั้นตอน และวิธีการผลิต การตรวจสอบวิเคราะห์ การพิจารณาอนุมัติออกใบรับรองการกักกันต่างๆโดยมาตรการที่กำหนดออกมาต้อง

ตั้งอยู่บนพื้นฐานของความเป็นไปได้ ในการตรวจวิเคราะห์และการประเมินข้อมูลที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2551)

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ได้รวบรวมค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของสารเคมี และได้มีการสัมมนาระดมความเห็นต่อร่างมาตรฐานสินค้าเกษตรเรื่องปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด เพื่อควบคุมดูแลการผลิตอาหารปลอดภัยสำหรับประเทศไทย ข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างที่ได้จากการทดลอง จะนำเสนอคณะผู้เชี่ยวชาญในระดับอาเซียนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของอาเซียนและเพื่อพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของโคเด็กซ์ ซึ่งการกำหนดค่ามาตรฐานของโคเด็กซ์ข้อมูลปริมาณสารพิษตกค้างจะประเมินโดยคณะผู้เชี่ยวชาญสาขาสารพิษตกค้างขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residue ; JMPR) และนำเสนอต่อคณะกรรมการโคเด็กซ์สาขาสารพิษตกค้าง(Codex Committee on Pesticide Residues; CCPR) เพื่อพิจารณาเป็นค่ามาตรฐานต่อไปโดยจะมีการประเมินข้อมูลสารพิษตกค้างในพืช ทั้งที่ยังไม่เคยกำหนดค่า MRL มาก่อน หรือทบทวนค่าเดิมที่ตั้งขึ้นไว้แล้วแต่อาจต้องปรับเปลี่ยนค่าใหม่ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น (สำนักมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ, 2551) กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้างมีหน้าที่หลักในการจัดทำการทดลองสารพิษตกค้างในพืช เพื่อเสนอข้อมูลกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างโดยดำเนินการตามขั้นตอนและหลักเกณฑ์การทดลองที่แนะนำของโคเด็กซ์ทั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือการคุ้มครองสุขภาพ อนามัย ของผู้บริโภค และสร้างความเป็นธรรมในการค้าอาหารด้านพืช

การทำแปลงทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืช จึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก เนื่องจากประเทศไทยมีสินค้าเกษตรที่สำคัญเพื่อส่งออก เช่น มะม่วง พริก มะเขือ คะน้า กะเพรา โหระพา และถั่วฝักยาว เป็นต้น กอร์ปกับประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการค้าเสรี มีการนำเข้าและขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรหลากหลายเกษตรกรมีโอกาสเลือกใช้สารเคมีหลายชนิด แต่ค่า MRL ที่กำหนดไว้แล้ว มีไม่ครอบคลุมการใช้สารของเกษตรกรจึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการทดลองต่อไปให้ครอบคลุมชนิดพืช เพื่อการค้าสินค้าเกษตรและความปลอดภัยอาหารด้านพืช การศึกษาสารพิษตกค้างตามคำแนะนำเพื่อวัตถุประสงค์ในการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างนั้น สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องคำนึงถึงคือ การวางแผนการศึกษาให้มีเงื่อนไขและสภาวะที่สอดคล้องกับวิธีการใช้สารเคมีตาม GAP และได้ข้อมูลที่มีสภาวะที่สอดคล้องกับรูปแบบการผลิตพืชนั้น โดยมีความหลากหลายของสภาวะการปลูกพืชมากเท่าที่จะเป็นไปได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนการศึกษา ได้แก่ การเลือกพันธุ์พืช การเลือกพื้นที่ศึกษา ขนาดของแปลงทดลอง การเลือกวัตถุอันตราย ระยะเวลาการศึกษา จำนวนการทดลอง (trial) ที่ศึกษาการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์สารพิษตกค้าง วิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและการประมวลผลข้อมูล พร้อมการจัดทำเอกสารข้อมูลเหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่จะทำให้ผลการทดลองมีคุณค่าและได้มาตรฐานในระดับสากลผลการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ได้มีการรายงานไว้ในเอกสารผลการปฏิบัติงานของสำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรเป็นประจำทุกปีเช่น วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (ประภัสสราและคณะ,2554) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออนใน

ส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง(ยงยุทธและคณะ,2554) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะบาเมกตรินในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง(ประชาธิปัตย์และคณะ,2555) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง(สมสมัยและคณะ,2556) วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง(ศศิมาและคณะ,2554)วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคาร์โบซัลแฟนในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง(พนิดาและคณะ,2554)วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโพรไธโอฟอสในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างตกค้าง(จินตนาและคณะ,2554)

นอกจากนี้ กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ยังมีการศึกษาสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในตัวอย่างพืชที่สุ่มจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลการเฝ้าระวัง(Monitoring data)นำไปประกอบการพิจารณากำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของประเทศไทย พืชที่ตรวจพบสารพิษตกค้างบ่อยครั้ง และพบมากทั้งชนิดและปริมาณที่สูงกว่าพืชชนิดอื่นๆ ได้แก่ พริก อย่างไรก็ตาม ยังคงตรวจพบสารพิษตกค้างหลายชนิดที่ไม่มีค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างทั้งค่ามาตรฐานของไทยและของนานาชาติ การแก้ปัญหาสารพิษตกค้างด้วยการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างให้ครอบคลุมชนิดพืชต้องมีการดำเนินการไปอย่างต่อเนื่อง เพื่อการผลิตพืชที่ปลอดภัยให้เป็นจุดแข็งของสินค้าเกษตรไทยด้วยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในพืชจะเสนอเพื่อประเมินร่วมกับข้อมูลทางพิษวิทยา กำหนดเป็นค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของอาเซียนและโคเด็กซ์ตามลำดับ

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาปริมาณสารพิษตกค้าง ในผลิตผลเกษตร ได้แก่ ส้มเขียวหวาน ส้มโอ องุ่น ถั่วเหลืองฝักสด ถั่วฝักยาว มะเขือ คะน้า และกะเพรา ที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ทำให้ทราบถึงอัตราการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการพิจารณากำหนดระยะเวลาเก็บเกี่ยวผลิตผลเกษตรที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2. เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตร และนำเสนอเพื่อกำหนดค่า National MRLs, Asean MRLs และ Codex MRLs

ระเบียบวิธีการวิจัย

โครงการนี้ประกอบด้วย 2 กิจกรรม รวม 22 การทดลองดังนี้

<u>กิจกรรมที่ 1</u>ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในผลไม้ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)มี 7 การทดลองได้แก่

<u>การทดลองที่ 1.1</u>วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของmethidathion ในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)

การทดลองที่ 1.2วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของethion ในส้มเขียวหวาน เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่1.3วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของabamectin ในองุ่น เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่1.4 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของprofenofos ในส้มโอ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 1.5วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของfipronilในองุ่น เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่1.6 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของabamectin ในส้มเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่1.7 วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของlambda cyhalothrin ในส้มเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

กิจกรรมที่ 2 ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษในผัก เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)มี 15 การทดลองได้แก่

การทดลองที่ 2.1วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ chlorpyrifos ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.2วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ profenofos ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.3วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.4วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ dimethoate ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.5วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ prothiophos ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.6วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ carbosulfan ในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.7วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ omethoate ในถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.8วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.9วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ buprofezin ในมะเขือ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุด

ของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.10วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ indoxacarbในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.11วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ lambda cyhalothrin ในคะน้า เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.12วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ indoxacarb ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.13วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ carbosulfan ในถั่วฝักยาว เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)

การทดลองที่ 2.14วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ spiromesifen ในกะเพราเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

การทดลองที่ 2.15วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของ fipronil ในคะน้าเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ทุกการทดลองในโครงการนี้ดำเนินการทดลองแบบ Supervised Residue Trials ตาม Codex Guidelines ทำแปลงทดลอง 6 แปลง(ครั้ง) โดยทดลองในสถานที่ที่ต่างกัน ศึกษาการสลายตัวของสารที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย

ขั้นตอนที่ 1 การจัดเตรียมอุปกรณ์ สารเคมี และเครื่องมือ

1.1 สารเคมี ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.1.1 สารที่จะศึกษาการสลายตัว ระบุความเข้มข้นที่ฉลากและต้องตรวจวิเคราะห์หาสารออกฤทธิ์ (% a.i.) ก่อนทำการทดลองทุกแปลง

1.1.2 สารมาตรฐาน ความบริสุทธิ์ >95%

1.1.3 สารมาตรฐานวัตถุอันตรายทางการเกษตรกลุ่มไพรีทรอยด์ 6ชนิด กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 23 ชนิด กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 3 ชนิด และกลุ่มคาร์บาเมท 8 ชนิด รวม 40 ชนิด สำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของตัวอย่างจากการสำรวจ

1.1.4 สารตัวทำละลายชนิดต่างๆ ได้แก่ isooctane, acetone, dichloromethane, ethyl acetate, hexane ชนิด pesticide grade (J.T. Baker)

1.1.5 sodium sulfate anhydrous ขนาด 10–60 mesh ก่อนใช้ต้องอบที่ 130°C นานประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator

1.1.6 sodium chloride ชนิด analytical grade (J.T. Baker)

1.1.7 silica gel ก่อนใช้ต้องเผาที่ 400° C 2 ชั่วโมง แล้วอบที่ 130° C นานข้ามคืน แล้วตั้งไว้ให้เย็นใน desicator นำ deactivated ด้วยน้ำกลั่น 10%

1.2 อุปกรณ์และเครื่องมือ ที่ใช้ในการทดลอง มีดังต่อไปนี้

1.2.1 เครื่องพ่นชนิดแรงดันสูง หรือเครื่องพ่นสะพายหลังแบบติดเครื่องยนต์

1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมและสกัดตัวอย่างได้แก่ มีดและเขียงสำหรับหั่นตัวอย่าง เครื่องผสมอาหาร (food processor)เครื่องสกัดตัวอย่างชนิด Ultra Turrax homogenizer ยี่ห้อ IKA เครื่องระเหยสารละลาย ยี่ห้อ Büchi รุ่น 114 เครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ round bottom flask, cylinder, beaker, volumetric flask และ vial

1.2.3 เครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างชนิด Gas Chromatograph (GC) มีหัวตรวจวัดชนิด Flame Photometric Detector (FPD), ชนิด Electron Capture Detector (ECD) ,ชนิด Nitrogen Phosphorus Detector (NPD) ,GC/MS และ เครื่อง LC/MS/MS

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> การทดสอบวิธีการวิเคราะห์

2.1 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน stock solution, intermediate solution, working stock solution และ working solution

2.2.1 การทำ calibration curve

2.2.2 การหาประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์ recovery, LOD และ LOQ

<u>ขั้นตอนที่ 3</u>การสำรวจแปลงทดลอง

ออกสำรวจแปลงปลูกพืชที่จะทดลองในแหล่งปลูกของเกษตรกร ที่ปลูกเพื่อการค้า มีการดูแลรักษาต้นและผลผลิตเป็นอย่างดี มีการเฝ้าระวังและป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามหลักเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) พืชที่ใช้มีความสม่ำเสมอ อายุประมาณ 7-10 ปี มีการตัดแต่งกิ่งตามสมควร จำนวนต้นที่ใช้ทดลองไม่น้อยกว่า 16 ต้น และแต่ละต้นมีผลผลิตที่สามารถเก็บไปวิเคราะห์สารพิษตกค้างได้ไม่น้อยกว่า 80ผลต่อต้น หรือต้องมีผลผลิตมากพอเพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับ 8 กรรมวิธี คือ ระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวภายหลังจากการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย

<u>ขั้นตอนที่ 4</u> ปฏิบัติการในแปลงทดลอง

4.1 เตรียมแปลงทดลองของเกษตรกร รวม 2แปลงทดลองดำเนินการทดลองแบบ Supervised Trials แต่ละแปลงมี 2 กลุ่ม ได้แก่

กลุ่มที่ 1 ต้นที่ไม่พ่นสาร ใช้สำหรับเป็นแปลงเปรียบเทียบกับแปลงพืชที่พ่นสาร

กลุ่มที่ 2ต้นที่พ่นสาร ตามอัตราแนะนำของฉลาก

แต่ละการทดลองมี 3ซ้ำ มี 8 กรรมวิธี ได้แก่ระยะเวลาเก็บตัวอย่างมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ 0, 1, 3, 7, 10, 14, 21 และ 28 วันภายหลังการฉีดพ่นครั้งสุดท้าย ระหว่างกลุ่มที่พ่น

สารและกลุ่มเปรียบเทียบ มีระยะห่างจากกันประมาณ 25 เมตร เพื่อป้องกันการปนเปื้อนขณะพ่นสาร

4.2 ก่อนทำการพ่นสาร ต้องทดสอบหาปริมาณน้ำที่ใช้ต่อพื้นที่ จึงสามารถพ่นสารให้สม่ำเสมอ และต้องเป็นไปตามคู่มือคำแนะนำการใช้สารของสำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร บันทึกปริมาณน้ำที่ใช้ต่อพื้นที่

4.3 เริ่มพ่นสารครั้งแรก ก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตประมาณ 1 เดือน โดยพ่นทุก 7 วันรวม 2-3 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 5การสุ่มเก็บตัวอย่าง

5.1 การเก็บตัวอย่างผลผลิตจากแปลงทดลอง ภายหลังจากการพ่นสารครั้งสุดท้าย โดยทิ้งระยะเวลาไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง เพื่อให้สารที่พ่นแห้ง แล้วจึงทำการสุ่มเก็บผลผลิต เพื่อมาตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในวันที่ 0, 1, 3, 7, 10, 14, 21 และ 28 วันตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 8 ครั้ง เก็บตัวอย่างผลผลิตอย่างน้อย 12หน่วยหรืออย่างน้อย 2 กิโลกรัมต่อซ้ำ รวมเป็นหนึ่งตัวอย่าง บรรจุตัวอย่างในถุงพลาสติกและใช้ยางรัดให้แน่น แช่ในถังน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิต่ำ นำส่งห้องปฏิบัติการวิจัยสารพิษตกค้างเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

5.2 การสุ่มตัวอย่างผลผลิตจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายต่างๆ โดยเลือกสุ่มตัวอย่าง**ผลผลิต**ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่ทำแปลงทดลอง ต้องเป็นผลผลิตที่สด มีขนาดของผลที่อยู่ในระยะเก็บเกี่ยว สุ่มตัวอย่างจากแหล่งที่วางจำหน่ายในลักษณะเดียวกับผู้ซื้อทั่วไป สุ่มตัวอย่างตามคำแนะนำของ Codex (Codex Guidelines) บรรจุในถุงพลาสติกและรัดยางให้แน่น ติดฉลากและบันทึกรายละเอียดสถานที่เก็บตัวอย่าง ลักษณะภายนอกที่สังเกตได้ เก็บรักษาตัวอย่างไว้ในถังน้ำแข็งที่มีอุณหภูมิต่ำ นำกลับมายังห้องปฏิบัติการสารพิษตกค้าง สุ่มเก็บตัวอย่างประมาณ 30 ตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

6.1 การสกัดตัวอย่างจากแปลงทดลอง ใช้วิธีการตามที่ได้ทดสอบในขั้นตอนที่2

6.2 การสกัดตัวอย่างจากการสุ่มจากแหล่งจำหน่ายต่างๆ : ทำการสกัดตัวอย่างพืชตามวิธีการที่ดัดแปลงมาจาก Steinwandter (1985)โดยหั่นตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็กๆ ตาม Codex Guideline ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 25กรัมใส่ขวดสำหรับสกัด สกัดด้วย acetone 50 ml ด้วยเครื่อง homogenizer นาน 1 นาที ที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที แล้วเติม dichloromethane 40 ml และ sodium chloride 8กรัม ปั่นอีกครั้งนาน 1 นาที เติม sodium sulfate anhydrous 20 กรัม เขย่าเบาๆ แล้วตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทส่วนใสในกระบอกตวงปริมาตร 50ml นำสารละลายที่ได้กรองผ่าน sodium sulfate anhydrous 20 กรัม แล้วนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่องระเหยสารละลายแบบสุญญากาศ ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง จากนั้นจึงปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate (PR) 5 มิลลิลิตร แล้วแบ่งไป 1 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวด vial เพื่อไปวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ด้วยเครื่อง GC-FPD และตรวจสารพิษตกค้างกลุ่ม

คาร์บาเมทด้วย GC-NPD แบ่งสารที่สกัดได้ไปกำจัดสิ่งเจือปน 2 มิลลิลิตร ด้วยคอลัมน์ที่บรรจุด้วย silica ที่ activated ด้วยน้ำ 10% แล้วชะด้วย hexane (AR) : dichloromethane (AR) อัตรา 4:1 และ 1:1 ปริมาตร 10 และ 20 มิลลิลิตรตามลำดับลดปริมาตรสารละลายที่ผ่านการ cleanup ใน vial โดยเป่าด้วยไนโตรเจน และปรับปริมาตรเป็น 5 มิลลิลิตร ด้วย hexane (PR) ถ่ายลงใน vial นำไปวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ด้วย GC-ECD

6.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่องมือ : การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างจากแปลงทดลองและจากการสำรวจ ด้วย GC-ECD, FPD, และ NPDหรือเครื่อง GC/MS และ LC/MS/MS โดยมีการควบคุมสภาวะการใช้งานของเครื่องมืออย่างเหมาะสม

การบันทึกข้อมูล

บันทึกปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างผลผลิตที่ระยะเวลาต่างๆ ภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้าย

สถานที่ทำการวิจัย

- แปลงทดลองของเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดต่างๆ
- ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้างกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ระยะเวลาดำเนินงานตั้งแต่ตุลาคม 2554 - กันยายน 2558

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

โครงการวิจัยนี้ ทำให้ได้ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร ที่ระยะเวลา0, 1, 3, 7, 10, 14, 21 และ 28 วัน ภายหลังการใช้สารตามอัตราแนะนำดังนี้

-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง methidathion ในส้มเขียวหวาน จำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง ethion ในส้มเขียวหวานจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง abamectin ในองุ่นจำนวน 6 แปลงทดลอง (6 ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง profenofos ในส้มโอจำนวน 2 แปลงทดลอง (2 ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในองุ่นจำนวน 6 แปลงทดลอง (6 ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง abamectin ในส้มเขียวหวานจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง lambda cyhalothrin ในส้มเขียวหวาน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้างchlorpyrifosในถั่วเหลืองฝักสดจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง profenofos ในถั่วเหลืองฝักสดจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในถั่วฝักยาวจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง dimethoateในถั่วฝักยาวจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)

-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง prothiophos ในมะเขือยาวจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง carbosulfanในมะเขือยาวจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง omethoateในถั่วเหลืองฝักสดจำนวน 2 แปลงทดลอง (2ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในมะเขือจำนวน 6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง buprofezinในมะเขือจำนวน 6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง indoxacarb ในคะน้าจำนวน 6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง lambda cyhalothrin ในคะน้าจำนวน 6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง indoxacarb ในถั่วฝักยาวจำนวน 6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง carbosulfanในถั่วฝักยาวจำนวน 6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง spiromesifenในกะเพราจำนวน 6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล)
-ข้อมูลการสลายตัวของสารพิษตกค้าง fipronil ในคะน้าจำนวน 4 แปลงทดลอง (4ชุดข้อมูล)

จะเห็นได้ว่าการทดลองบางเรื่องดำเนินการเพียง 2 แปลงทดลองหรือ 4 แปลงทดลองเท่านั้น เนื่องจากผู้วิจัยมีข้อมูลบางส่วนแล้ว จึงดำเนินการเพิ่มเติมเพื่อให้มีข้อมูลครบ6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล) ในส่วนของข้อมูล 2 แปลงทดลองแรกของแต่ละการทดลองที่ได้ทั้งหมด กลุ่มงานสารพิษตกค้างจะรวบรวมนำไปพิจารณาเพื่อกำหนดระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (Pre Harvest Interval: PHI) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร ซึ่งจะเป็นค่า PHI ที่กำหนดในฉลากผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ข้อมูลจำนวน 4 แปลงทดลอง(4ชุดข้อมูล)ของแต่ละการทดลอง จะใช้ประกอบการพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตร สำหรับประเทศไทย (National MRL) และนำเสนอในการประชุมกลุ่มประเทศอาเซียนโดย Expert Working Group เป็นประจำทุกปี เพื่อร่วมพิจารณาข้อมูลการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้าง เพื่อกำหนดค่าAsean MRL จากข้อมูลที่ประเทศไทยเสนอให้ที่ประชุมพิจารณาในปี 2557 และ 2558 ผลปรากฏว่าที่ประชุมเห็นชอบให้เสนอต่อรัฐมนตรีอาเซียนด้านการเกษตรและป่าไม้ (Asean Ministers on Agriculture Forestry ;AMAF) เพื่อรับรองเป็นค่า Asean MRL และมีบางส่วนเห็นชอบค่า Asean MRL ในขั้นต้นสำหรับพิจารณาให้การรับรองในการประชุมครั้งต่อไป ดังแสดงในตารางข้างล่าง ทั้งนี้เพื่อสร้างมาตรฐานของผลผลิตทางการเกษตรที่ปลอดภัยในภูมิภาคอาเซียน เสริมสร้างความร่วมมือและความแข็งแกร่งในการเจรจาต่อรองทางการค้าพืชผลเกษตรกับประเทศผู้ซื้อในภูมิภาคอื่นๆ ที่ใช้ค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในการตรวจสอบอาหารระบบการค้าเสรี

Pesticjde	Commodity	ASEAN MRL(mg/kg)	Status
carbosulfan	มะเขือยาว	0.06	รับรอง
dimethoate	ถั่วฝักยาว	0.05	รับรอง
fenvalerate	มะม่วง	1.5	รับรอง
lambda cyhalothrin	กะเพรา/โหระพา	0.5	รับรอง
fipronil	กะเพรา/โหระพา	0.6	รับรอง
buprofezin	กะเพรา/โหระพา	3	รับรอง
buprofezin	ผักชีฝรั่ง	10	รับรอง
buprofezin	มะเขือยาว	1.0	เห็นชอบ
methidathion	ส้ม	3.5	เห็นชอบ
lambda cyhalothrin	คะน้า	0.2	รับรอง
abamectin	องุ่น	0.2	เห็นชอบ

สำหรับการทดลองที่ได้ข้อมูลครบ 6 แปลงทดลอง (6ชุดข้อมูล) ทางกลุ่มงานสารพิษตกค้างจะใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดค่า Codex MRL ต่อไปเนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองจากแต่ละประเทศ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมต่างกันจะมีค่าแตกต่างกันไป ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL ของผลิตผลทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยนี้ดำเนินการมาตั้งแต่ปี2554 -2558 เป็นเวลา 5 ปี เป็นการศึกษาการสลายตัวของสาร**ป้อง**กันกำจัดศัตรูพืชในผลผลิตทางการเกษตรตามหลักการเกษตรดีที่เหมาะสม(Good Agricultural Practice: GAP) มีทั้งหมด 22 การทดลอง โดยกิจกรรมที่ 1ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผลไม้มี7 การทดลองทำให้ได้ข้อมูลการสลายตัวของmethidathion ในส้มเขียวหวาน, ethion ในส้มเขียวหวาน, abamectin ในองุ่น, profenofos ในส้มโอ,fipronil ในองุ่น, abamectin ในส้มเขียวหวาน, lambda cyhalothrin ในส้มเขียวหวานรวม 30 ชุดข้อมูลและกิจกรรมที่ 2 ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักมี 15 การทดลองได้ข้อมูลการสลายตัวของ chlorpyrifosในถั่วเหลืองฝักสด, profenofos ในถั่วเหลืองฝักสด, fipronil ในถั่วฝักยาว,dimethoateในถั่วฝักยาว, prothiophos ในมะเขือยาว,carbosulfanในมะเขือยาว, omethoateในถั่วเหลืองฝักสด, fipronil ในมะเขือ,buprofezinในมะเขือ, indoxacarb ในคะน้า, lambda cyhalothrin ในคะน้า, indoxacarbในถั่วฝักยาว, carbosulfan ในถั่วฝักยาว, spiromesifenในกะเพรา, fipronil ในคะน้า รวมทั้งสิ้น 72 ชุดข้อมูลการนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์สามารถกำหนดระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (Pre Harvest Interval: PHI) ในการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร ซึ่งจะเป็นค่า PHI ที่

กำหนดในฉลากผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรได้ 22 ค่า และเสนอที่ประชุมสมาชิกอาเซียนกำหนดเป็นค่า Asean MRLโดยได้การรับรองแล้วได้แก่ carbosulfanในมะเขือ dimethoateในถั่วฝักยาว lambda cyhalothrinในคะน้าและที่ได้รับการเห็นชอบเบื้องต้นได้แก่ methidathion ในส้มเขียวหวานabamectin ในองุ่นสำหรับค่าอื่นๆจะดำเนินการเสนอเข้าที่ประชุมอาเซียนตามลำดับ เนื่องจากมีการประชุมทุกปี ในส่วนการเสนอข้อมูลเพื่อพิจารณาค่า Codex MRL จะเสนอตามแผนการพิจารณาของคณะกรรมการโคเด็กซ์สาขาสารพิษตกค้างเนื่องจาก Codex จะมีแผนล่วงหน้า 3-5 ปีเป็นรายชื่อสารที่จะพิจารณาค่า MRL ในแต่ละปี รวมทั้งมีประเทศสมาชิกใดบ้างที่แจ้งความจำนงที่จะเสนอข้อมูล

การดำเนินการเพื่อกำหนดค่า MRLต้องใช้งบประมาณและเวลามาก แต่การทำแปลงทดลองเพื่อศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในพืช ก็ยังคงมีความจำเป็นมากเช่นกัน เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมีสินค้าเกษตรที่สำคัญเพื่อส่งออก เช่น มะม่วง พริก มะเขือ คะน้า กะเพรา โหระพา และถั่วฝักยาว เป็นต้น กอร์ปกับประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการค้าเสรี มีการนำเข้าและขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรหลากหลาย เกษตรกรมีโอกาสเลือกใช้สารเคมีหลายชนิด แต่ค่า MRL ที่กำหนดไว้แล้ว มีไม่ครอบคลุมการใช้สารของเกษตรกร จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการทดลองต่อไปให้ครอบคลุมชนิดพืช เพื่อการค้าสินค้าเกษตรและความปลอดภัยอาหารด้านพืช การศึกษาสารพิษตกค้างตามคำแนะนำเพื่อวัตถุประสงค์ในการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างนั้น สิ่งสำคัญที่สุดที่ต้องคำนึงถึงคือ การวางแผนการศึกษาให้มีเงื่อนไขและสภาวะที่สอดคล้องกับวิธีการใช้สารเคมีตาม GAP และได้ข้อมูลที่มีสภาวะที่สอดคล้องกับรูปแบบการผลิตพืชนั้น โดยมีความหลากหลายของสภาวะการปลูกพืชมากเท่าที่จะเป็นไปได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนการศึกษา ได้แก่การเลือกพันธุ์พืช การเลือกพื้นที่ศึกษา ขนาดของแปลงทดลอง การเลือกวัตถุอันตราย ระยะเวลาการศึกษา จำนวนการทดลอง (trial) ที่ศึกษา การเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์สารพิษตกค้าง วิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และการประมวลผลข้อมูล พร้อมการจัดทำเอกสารข้อมูล เหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่จะทำให้ผลการทดลองมีคุณค่าและได้มาตรฐานในระดับสากล

โครงการที่ 7 การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้องแม่นยำตามมาตรฐานสากล

Expansion the Efficiency of Pesticide Multi-Residue Analysis to the International Standard

พนิดา ไชยยันต์บูรณ์กัญญารัตน์ เต็มปิยพลเกษสิริ ฉันทพิริยะพูนนาตยา จันทร์ส่องผกาสินี คล้ายมาลาพรศิริ สายะพันธ์มณฑาทิพย์ อรุณวรากรณ์มลิสา เวชยานนท์วัชราพร ศรีสว่างวงศ์ขนิษฐา วงษ์นิกร จันทิมา ผลกองจินตนา ภู่มงกุฎชัยจินตนา แสนทวีสุขชนิตา ทองแซมดาวนภา ช่องวารินทร์ เบญจมาศ ใจแก้วปฏิมาภรณ์ สังข์น้อยปภัสราคุณเลิศประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ประไพ หงษา ปริยานุช สายสุพรรณ์ลักษมีเดชานุรักษ์นุกูลวะนิดา สุขประเสริฐวิสุทธิ เชวงศรีศศิมา มั่งนิมิตร์ สิริพร เหลืองสุชนกุลสุธินี สาลีลังสุพัตรี หนูสังข์จารุพงศ์ ประสพสุขนพดล มะโนเย็น บุญทวีศักดิ์ บุญทวีประกิจ จันทร์ติ๊บประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญปิยะศักดิ์ อรรคบุตรยงยุทธ ไผ่แก้ว วิทยา บัวศรีวิษณุ แจ้งใบวีระสิงห์ แสงวรรณสมชาย ฉันทพิริยะพูนอิทธิพล บ้งพรม

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้อง แม่นยำตามมาตรฐานสากล มี 2 กิจกรรมได้แก่ กิจกรรมที่1: การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง และกิจกรรมที่ 2 :การพัฒนาสมรรถนะการให้บริการของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างการดำเนินงานของกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมที่ 1.1 :การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในดินและน้ำ มีดังนี้ศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำศึกษาสารกลุ่ม organophosphorus, organochlorine carbamate,pyrethroid,benzimidazoleและ2,4-D ส่วนวิธีการตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างดิน ศึกษาสารกลุ่ม organophosphorus, organochlorine และ pyrethroid,glyphosate, 2,4-D และ phenylurea ส่วนการดำเนินงานกิจกรรมที่ 1.2: การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1ศึกษาพืชที่มีปัญหาและมีสิ่งปนเปื้อนสูง ศึกษาในตัวอย่าง มังคุดพืชสมุนไพร (โหระพาและสะระแหน่) พืชตระกูลส้ม (citrus fruits) พืชน้ำมัน(ถั่วเหลือง)ชะอม ทุเรียนหอมแดงมะพร้าวและพริกกลุ่มที่ 2ศึกษาสารที่มีความยุ่งยาก ศึกษาสาร spinetoramและ สารอนุพันธ์neonicotinoid,chlormequat,mepiquat, captan, folpet , chlorothalonil ,dithiocarbamate , pyrazole, phenylurea , fipronil และ pymetrozine กลุ่มที่ 3 ศึกษาเพื่อขอการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ศึกษาสารกลุ่ม organophosphorus , organochlorines, pyrethroids และ carbamate และ สาร 99 ชนิด เพื่อขยายขอบข่ายวิธีวิเคราะห์ QuEChERs และใช้เป็น screening method และกลุ่มที่ 4ศึกษาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การศึกษาความคงตัว

(Stability)ในการเก็บรักษา สารมาตรฐานกลุ่ม organophosphorus,pyrethroid, carbamate,abamectin และกลุ่ม fungicide ส่วนการทดลองอื่นๆ ได้แก่ การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักโดยใช้ GC/MSโดยใช้ Database ในการ screeningชนิดของสารในตัวอย่าง และการศึกษาประสิทธิภาพของการสกัดสารพิษตกค้างกลุ่ม pyrethroid และ organophosphorus ในผักผลไม้ด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆเพื่อศึกษาผลของ matrix

การดำเนินงานในกิจกรรมที่ 2 :การพัฒนาสมรรถนะการให้บริการของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างดำเนินการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ของการตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphorus, organochlorine, pyrethroid และ carbamate ในตัวอย่าง น้ำ ผัก และ ผลไม้ โดยจัดทำโปรแกรมการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ในช่วง 2554-2558 โดยมีห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบ 15-22 ห้องปฏิบัติการ เป็นห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรส่วนกลางและส่วนภูมิภาค และห้องปฏิบัติการภาคเอกชน โดยใช้ Z-score ในการประเมิน ผล

Abstracts

Two activities of expansion the efficiency of pesticide multi-residue analysis to the international standardproject was performed, the 1st activity: development and validation of analytical methods for pesticide residues analysisand the 2nd activity : increase the efficiency of laboratory to be proficiency testing provider for pesticide residue analysis. For sub activity 1.1 of the 1st activity were studied on soil and water sample, as following, water: organochlorine, carbamate, pyrethroid ,benzimidazole and 2,4-D, soil : organophosphorus, organochlorine, pyrethroid, glyphosate, 2,4-D and phenylurea. For sub activity 1.2 of the 1st activity were studied on fruits and vegetables sample which were divided into 4 groups, as following , group 1 : difficultly plants for analysis,studied on mangosteen, herbs (thyme and sage), citrus (citrus fruits) and oilseeds (soybeans), acacia, durian, shallots, coconut and chili, group 2 : difficultly residues for analysis, studied on spinetoram and metabolites,neonicotinoid, chlormequat,mepiquat, captan, folpet,chlorothalonil, dithiocarbamate, pyrazole, phenylurea, fipronil and metabolites and pymetrozine, group 3 : for accreditation of laboratorystudied on organophosphorus, organochlorine, pyrethroid and carbamate and 99 pesticide residues and finallygroup 4 for supporting the management in laboratorystudied on stability of pesticide standards of organophosphorus, pyrethroid, carbamate, abamectin and fungicide, study screening method by GC/MS withDatabase and studied on matrices effect of fruit and vegetable for pyrethroid and organophosphorus residues analysis.

The 2nd Activity : increase the efficiency of laboratory to be proficiency testing provider for pesticide residue analysiswas studied on organphosphorus, carbamate, endosulfan and pyrethoid in water, vegetableand fruit samples. The analytical laboratory comparison were conducted during 2011 -2515, 15-22 laboratories participated for testing programs. The result from participative laboratories were assessed by Z-score.

บทนำ

ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ สารพิษตกค้างส่วนใหญ่มักประสบปัญหาการวิเคราะห์ชนิดของวัตถุมีพิษที่มีจำนวนมาก มีความหลากหลายของชนิดตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ ไม่สามารถวิเคราะห์พืชที่มีความยุ่งยากและมีสารปนเปื้อนสูงได้ ประกอบกับวิธีการวิเคราะห์มีหลากหลาย จำเป็นต้องหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับชนิดของวัตถุมีพิษและชนิดตัวอย่างและนำมาใช้เป็นวิธีตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการรวมทั้งขอการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ การนำวิธีมาตรฐานมาใช้งานส่วนใหญ่มีข้อจำกัดของเครื่องมือที่มีอยู่ สารเคมีที่ระบุให้ใช้ไม่สามารถจะหาได้ ทำให้เกิดความยุ่งยาก ในการดำเนินงาน เพราะการใช้วิธีมาตรฐานต้องไม่มีการปรับ หรือเปลี่ยนแปลง ในส่วนที่สำคัญ หรือมีผลต่อการทดสอบ จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างให้เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ ให้ได้วิธีการที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็วทันกับความต้องการของผู้ใช้บริการ และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติ

การใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคใหม่ ๆ มุ่งเน้นให้ได้วิธีที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา และงบประมาณมากขึ้น โดยความเข้มข้นในตัวอย่างน้อยที่สุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (LOQ) ต้องต่ำกว่ามาตรฐานสารพิษตกค้างสูงสุดที่ยอมให้มีได้ในผลผลิตหรือ Maximum Residue Limits (MRLs) ซึ่งค่า MRLsของประเทศที่นำเข้าสินค้าเกษตรของไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง EU และญี่ปุ่น ได้กำหนดไว้ที่ 0.01 มก./กก. ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำมากทำให้เป็นความยุ่งยากของห้องปฏิบัติการที่ต้องพัฒนาวิธีวิเคราะห์ให้สามารถตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายที่มีความเข้มข้นในตัวอย่างระดับ 0.01 มก./กก.ให้ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์ที่ได้รับความสนใจจากห้องปฏิบัติการทั่วโลกได้แก่วิธีการ QuEChERS (Quick, Easy Cheap, Effectine Rugged and safe) ซึ่งพัฒนาโดย Dr.Steven J. Lethotay และคณะ เป็นวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่รวดเร็วใช้สารเคมีและเครื่องมือที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนสามารถตรวจวิเคราะห์สารได้หลายชนิด (multiresidue method) และสามารถตรวจสารในตัวอย่างในระดับต่ำมากได้ (โดยเพิ่มขั้นตอนการลดปริมาตรตัวอย่าง) โดยตรวจวิเคราะห์ GC-MS (Gas Chromatograph /Mass Spectrometer) วิธีการ QuEChERS สามารถใช้เป็น screening method ได้ดี ปัจจุบัน ได้รับการยอมรับทั้งในด้านการเป็น screening method และเป็นวิธีมาตรฐาน โดยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและในต่างประเทศมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย จึงเป็นวิธีหนึ่งที่ได้นำมาทดสอบเพื่อปรับให้เหมาะสมกับวัตถุอันตรายและพืชที่ตรวจวิเคราะห์ในประเทศไทยซึ่งมีความหลากหลาย

การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลิตผลและผลิตภัณฑ์การเกษตรส่วนใหญ่ใช้วิธีวิเคราะห์แบบรวม (Multiresidue Method) ซึ่งสามารถตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างได้หลายชนิดในการตรวจวิเคราะห์เพียงครั้งเดียว โดยใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ GC, HPLC, GC-MS หรือ LC-MS แต่สารพิษตกค้างอีกหลายชนิดไม่สามารถใช้วิธีตรวจวิเคราะห์แบบรวมได้เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีของสารหรือมีสารปนเปื้อนในตัวอย่าง จึงต้องใช้วิธีกำจัดสิ่งปนเปื้อนที่แตกต่างไป ต้องใช้วิธีที่เฉพาะเจาะจงในการตรวจวิเคราะห์ จึงจำเป็นต้องมีการ

พัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์แยกตามชนิดของวัตถุอันตรายและชนิดพืช เพื่อให้ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์มารองรับการให้บริการและการใช้งานต่างๆ เพื่อเพิ่มความสามารถของห้องปฏิบัติการและรองรับการให้บริการตรวจวิเคราะห์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการทดสอบตัวอย่างจากแปลงทดลองการสลายตัวของวัตถุอันตรายในพืช เพื่อเป็นข้อมูลในการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรพืชที่มีปัญหาในการตรวจวิเคราะห์คือมีสิ่งปนเปื้อนสูง ทำให้ประสิทธิภาพของวิธีการลดลงและยังมีปัญหากับเครื่องมือที่ใช้ด้วย เช่น พืชที่มีน้ำมันมากส่งผลเสียต่อเครื่องมือวิเคราะห์ชนิด GC โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เครื่องที่มีหัวตรวจชนิด ECD (Electron Capture Detector) ซึ่งมีความไวสูง ทำให้ความไวของเครื่องลดลงและยังมีสัญญาณของสิ่งปนเปื้อนไปบดบังสัญญาณของสารพิษตกค้างที่ต้องการตรวจวิเคราะห์อีกด้วย ทำให้ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สำหรับพืชที่มีปัญหาเพื่อให้ได้วิธีที่มีประสิทธิภาพสูงในการขจัดหรือลดสิ่งปนเปื้อนในตัวอย่างขณะเดียวกันผลการตรวจวิเคราะห์ยังคงมีความถูกต้องแม่นยำด้วย

การตรวจวิเคราะห์แบบสารเดี่ยวหรือสารกลุ่มเดียว (single-residue method) จำเป็นต้องแยกวิธีวิเคราะห์ไม่สามารถใช้วิธีแบบรวมได้ เนื่องจากคุณสมบัติของสารพิษตกค้างแตกต่างจากวัตถุมีพิษทั่วๆ ไป หากใช้วิธีการแบบรวม ความถูกต้องแม่นยำ ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ เช่น สารที่มีขั้วสูงซึ่งมีการละลายน้ำได้ดี สารรมควันหรือแก๊ส สารที่มีฤทธิ์เป็นกรด สารที่มีอนุพันธุ์ต่าง สารที่ต้องวิเคราะห์แบบเดี่ยว เช่น สารกำจัดแมลง amitraz ซึ่งเป็นสารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่ม formamidine ใช้มากในพริก องุ่น ต้องมีการวิเคราะห์สาร amitraz และอนุพันธุ์ที่เกิดจากการสลายตัวด้วย สารchlormequat และ mepiquat เป็นป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีละลายน้ำได้ดีทำให้ต้องใช้วิธีเฉพาะในการแยกสารออกจากน้ำ สาร captan และ folpet เป็นสารป้องกันกำจัดโรคพืชที่มีการสลายตัวได้ง่ายในช่วงการเตรียมตัวอย่างและการสกัดจึงต้องมีการใช้วิธีเฉพาะ เช่น ในการเตรียมตัวอย่างใช้น้ำแข็งแห้งขณะบดหรือปั่นตัวอย่าง ส่วนสารกลุ่มที่สามารถตรวจวิเคราะห์แบบรวมในกลุ่มของสารได้และใช้เทคนิคการวิเคราะห์ได้ทั้ง GC-MS และ LC-MS/MS เช่นสารกลุ่ม pyrazoleเป็นสารป้องกันกำจัดแมลงที่มีการใช้กันมากในข้าว ผัก และผลไม้ เช่น chlorantraniliprole,tebufenpyradtolfenpyrad, acetoprole, ethiproleและ vaniliprole และสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม phenylurea ได้แก่chloroxuron, diuron,metobromuronและmetobenzuronซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ให้เหมาะสมกับพืชผัก ผลไม้ในเขตร้อน

การทดลองที่เสนอในโครงการฯ เป็นงานที่จำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อเนื่อง เช่น การพัฒนาและทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ มีการดำเนินการอย่างน้อย 2 ปี โดยในปีแรกทำการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์โดยทดสอบหลายวิธีและปรับวิธีตามความเหมาะสม ในปีถัดไปจึงทำการทดสอบความใช้ได้ของวิธี ส่วนการทดลองอื่นๆ เป็นการดำเนินการที่ต่อเนื่องเพื่อให้เพิ่มศักยภาพในการตรวจวิเคราะห์ เช่นการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างโดยใช้ Gas Chromatograph/Mass Spectrometry เป็นการทดสอบเพื่อเพิ่มชนิด

ของวัตถุอันตรายและพืชให้มีจำนวนมากขึ้น การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชที่มีปัญหาสิ่งปนเปื้อนและการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายที่ต้องใช้วิธีการเฉพาะเป็นต้นการพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้องแม่นยำตาม มาตรฐานสากลมุ่งเน้นให้ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์ที่ถูกต้องและเหมาะสม นำไปขยายขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการ และต้องการเพิ่มชนิดของพืชและวัตถุมีพิษที่ตรวจวิเคราะห์ให้มากขึ้นเหมาะสมกับ เครื่องมือวิเคราะห์ที่มีอยู่โดย ปัจจุบันมีเครื่องตรวจวิเคราะห์ชนิด GC-MS และ LC-MS/MS เนื่องจากมีวัตถุมีพิษหลายชนิดโดยเฉพาะวัตถุอันตรายชนิดใหม่ๆ ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่อง GC,GC-MS และ HPLC ซึ่งมีใช้ในห้องปฏิบัติการวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ขึ้นทะเบียนในประเทศไทยมีมากกว่า 400 ชนิด ปัจจุบันห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กปผ. สามารถตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรด้วยเครื่อง GC-MS ได้ประมาณ 100 ชนิด เครื่อง GC และ HPLC ได้ประมาณ 60 ชนิดและ LC-MS/MS ได้มากกว่า 100 ชนิด ซึ่งจำเป็นต้องพัฒนาการตรวจวิเคราะห์เพื่อเพิ่มจำนวนชนิดของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้มากขึ้น และเพิ่มการทดสอบในพืชหลายชนิดเพื่อพัฒนาความสามารถของห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์ในการให้บริการและการตรวจวิเคราะห์ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแล้วยังเป็นประโยชน์ในการพัฒนาศักยภาพของห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรในส่วนภูมิภาคที่จะนำความรู้และเทคโนโลยีถ่ายทอดไปสู่ห้องปฏิบัติการของ สวพ. 1-8

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ตามข้อกำหนดของ ISO/IEC 17025 มี parameter ต่างๆ ที่ต้องทดสอบดังนี้ ทดสอบช่วงความเข้มข้นของสารในตัวอย่างที่วิเคราะห์สารได้อย่างความถูกต้องแม่นยำ (working range) ความถูกต้อง (accuracy) แม่นยำ (precision) ค่าปริมาณต่ำสุดของวิธีวิเคราะห์ในพืชนั้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ() ค่าปริมาณต่ำสุดของวิธีวิเคราะห์ในพืชนั้นได้ **(**LOD)ซึ่งแต่ละ parameter มีข้อกำหนดขั้นตอนการทดสอบและเกณฑ์ในการตัดสิน ทำให้แน่ใจว่าวิธีวิเคราะห์ที่ผ่านการทดสอบแล้ว สามารถนำไปตรวจวิเคราะห์ได้ โดยให้ผลวิเคราะห์ ถูกต้อง แม่นยำ ซึ่งข้อกำหนดของ ISO/IEC 17025 ยังมีการประกันคุณภาพผลการทดสอบโดยทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (proficiency testing) เพื่อทดสอบว่าห้องปฏิบัติการได้ใช้วิธีวิเคราะห์ที่สามารถตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างได้อย่างความถูกต้องแม่นยำ อย่างไรก็ตามวิธีการที่ผ่านการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้แล้ว สามารถใช้ในการขอรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ (laboratory accreditation) ตามมาตรฐานสากล (ISO/IEC 17025)ได้เพื่อให้ห้องปฏิบัติการเป็นที่เชื่อถือและยอมรับในระดับสากล อีกทั้งทำให้บุคลากรมีการพัฒนาในการทำงานและมีการแก้ปัญหาอย่างมีแบบแผนและมีระบบ

วิธีวิเคราะห์ที่ได้จากโครงการนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างนำไปขอการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ และเป็นแนวทางในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืช ชนิดอื่นๆ ในการตรวจวิเคราะห์สารชนิดเดียวกัน ซึ่งพืชหลากหลายซึ่งต้องมีการทดสอบวิธีการก่อนนำไปใช้งาน ปัจจุบันมีการกำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างหลายชนิด ที่มีสารอนุพันธ์ ทำให้ต้องมีการศึกษาวิธีวิเคราะห์สารชนิดนั้นและสารอนุพันธ์

โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างจากแปลง ทดลองสารพิษตกค้างเพื่อเสนอผลการทดลองไปยัง Codex FAO/WHO จำเป็นต้องเสนอรายงานผลการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ประกอบรายงานผล ทำให้การการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับห้องปฏิบัติการ

การทดสอบความสามารถหรือ การทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการเป็นวิธีการหนึ่งในการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการและใช้สำหรับการเฝ้าระวังสมรรถนะในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องของห้องปฏิบัติการ เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025:2005 ผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญเป็น ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการต่างๆเช่นการประสานงานกับห้องปฏิบัติการการเตรียมตัวอย่าง การจัดส่งตัวอย่างให้กับห้องปฏิบัติการ และการประเมินผลโดยใช้สถิติที่เหมาะสม การเตรียมตัวอย่างและการจัดส่งตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้าง เป็นสิ่งที่ต้องมีการศึกษา เนื่องจากมีข้อจำกัดเรื่องการสลายตัวของสาร และความยุ่งยากในการรักษาตัวอย่างในมีอุณหภูมิต่ำขณะจัดส่ง ผลการดำเนินการนำไปจัดทำคู่มือการดำเนินการ เพื่อขอการรับรอง เป็นผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ

โครงการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้อง แม่นยำตามมาตรฐานสากลได้ดำเนินการในช่วง ตุลาคม 2553-กันยายน 2558 ดำเนินการโดยห้องปฏิยัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของ กปผ. และสวพ.2,3,4,5 และ 6 กรมวิขาการเกษตร โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในดิน น้ำ ผลิตผลและผลิตภัณฑ์การเกษตร ที่เป็นมาตรฐานตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 ที่มีประสิทธิภาพ รวดเร็ว ใช้ง่าย สะดวกและประหยัด
2. เพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างแบบ screening method โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph/Mass Spectrometryทำให้สามารถตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างหลายชนิด และสามารถยืนยันชนิดของสารได้ในระดับโมเลกุล
3. เพื่อขยายขอบข่ายการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในดิน น้ำ ผลิตผลและผลิตภัณฑ์การเกษตรแบบ multiresidue
4. เพื่อให้ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างแบบ single-residue method หลายวิธีการที่เหมาะสมกับสารแต่ละชนิดและสามารถตรวจวิเคราะห์พืชที่มีปัญหาสิ่งปนเปื้อนในตัวอย่างสูง
5. เพื่อศึกษาความคงตัว (Stability)ในการเก็บรักษา สารมาตรฐานที่อุณหภูมิ ต่าง ๆ มาใช้กำหนดอายุของสารมาตรฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานของ ISO/IEC 17025

โครงการวิจัยประกอบด้วย 2 กิจกรรม รวมทั้งสิ้น 43 การทดลอง ดังนี้

1. กิจกรรมที่ : 1. การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างประกอบด้วย2 กิจกรรมย่อย ดังนี้

1.1กิจกรรมย่อยที่ 1.1 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในดินและน้ำประกอบด้วย 4การทดลอง

1.2กิจกรรมย่อยที่ 1.2 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผัก ผลไม้และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ประกอบด้วย 36 การทดลอง

2. กิจกรรมที่ 2.การพัฒนาสมรรถนะการให้บริการของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ประกอบด้วย 3 การทดลอง

การทบทวนวรรณกรรม

glyphosate เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีปริมาณนำเข้ามาใช้ในประเทศในปี 2551 ในรูป glyphosate acid, glyphosate isopropylammonium และglyphosate isopropylammonium + 2,4-D isopropylaminesalt สูงถึง 20,385.27 ตัน (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2551) ในสหรัฐอเมริกามีการตรวจวิเคราะห์ glyphosate ในน้ำดื่มโดย หน่วยงาน U.S.EPA ซึ่งใช้วิธีของ U.S.EPAmethod 547 ผ่าน derivatization ใน post column ก่อนจะตรวจวิเคราะห์ด้วย High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ใช้หัวตรวจวัดชนิด Fluorescence(Winfield, T.W., 1990) สารนี้มีความเป็นพิษต่ำต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่เนื่องจากมีปริมาณการใช้มาก จึงอาจปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำและน้ำใต้ดินได้การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ glyphosate ในน้ำที่เหมาะสม จึงมีความสำคัญต่อการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารนี้ในสิ่งแวดล้อม

วิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในดินและน้ำ เป็นวิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อนและตรวจวิเคราะห์ปริมาณที่น้อยมากถึงหนึ่งส่วนในพันล้านส่วน หรือน้อยกว่า วิธีที่ใช้กันทั่วไปในต่างประเทศนั้น มีหลากหลายวิธีตามความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีใช้กันอยู่ ในปัจจุบันนี้ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรได้นำวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างมาจากหลายแหล่งวิชาการ เช่น AOAC (1990), EPA (1986), Netherland (The Netherlands, 1996), German (German, 1992) Fajgelj and Ambrus (2000) รวมทั้งจากการติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศโดยตรง เช่น Netherland, German และ Austria บางวิธีเป็นวิธีมาตรฐานที่ประกาศใช้ในประเทศเหล่านั้น บางวิธีเป็นวิธีมาตรฐานระหว่างประเทศ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ตลอดทั้งวิธีการ เนื่องจากสารบางชนิดเหมาะที่จะใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มหนึ่ง แต่ไม่สามารถใช้กับสารพิษอีกกลุ่มหนึ่งได้ (Luke et al, 1975 และ Hollege et al, 1991) มีขั้นตอนการปฏิบัติที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน (Matinez et al, 1988 และ Niewola et al, 1985) เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ไม่สามารถหาได้และมีราคาแพง (Miliadis et al, 1996, Matinez et al, 1988, Niewola et al, 1985 Wiele et al, 2000 และ Vryzas and Papadopoulou-Mourkidou , 2002) ซึ่งหน่วยงานไม่สามารถสนับสนุนงบประมาณส่วนนี้ได้ รวมทั้งจะต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญและประสบการณ์อย่างดีในการใช้เครื่องมือเหล่านี้ ซึ่งจะต้องใช้เวลานานในการฝึกอบรมบุคลากรให้มีความพร้อมและมีประสิทธิภาพ Greve (1983), Garfield (1991) และ Tuinstra ได้แนะนำการใช้ระบบ Good laboratory practice, Quality control และ Quality assurance รวมทั้งระบบการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ (Method validation) ให้ใช้ในห้องปฏิบัติการของประเทศเนเธอร์แลนด์ดังนั้นสถาบัน RIVM (National Institute of Public Health and Environmental Protection), TNO (TNO Nutrition and Food Research) และ RIKILT-DLO (State Institute for

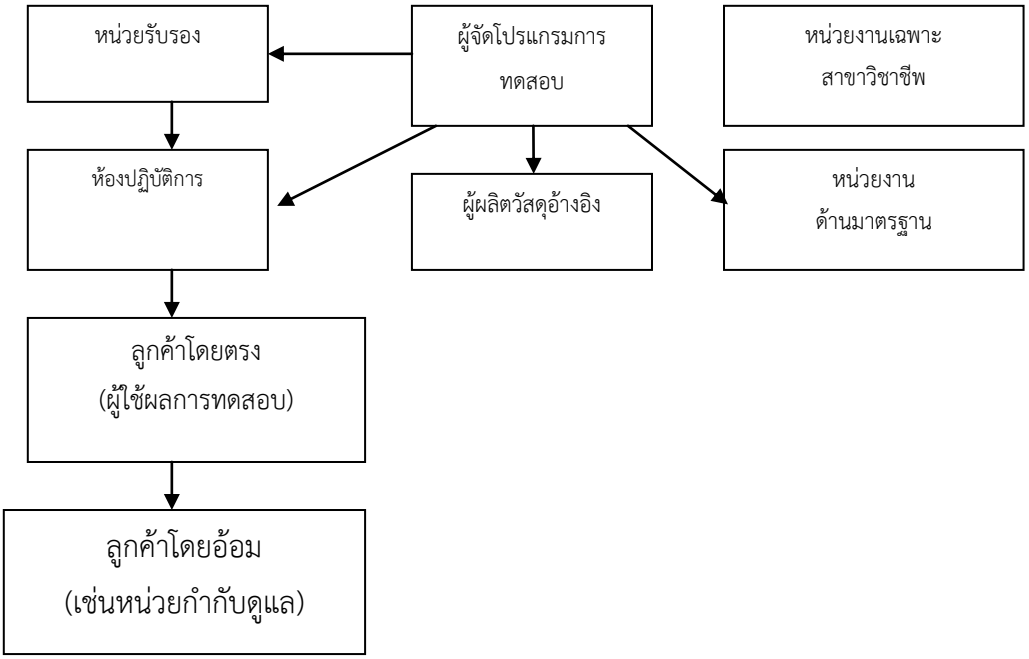
Quality Control of Agricultural Products) ของประเทศเนเทอร์แลนด์จึงได้ร่วมมือกันพัฒนาวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษในอาหารและจัดพิมพ์เป็นวิธีมาตรฐาน (Ministry of Public Health ,Welfare and Sport, 1996) สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการทั้งภาครัฐและเอกชน

สำหรับห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรได้เริ่มทำการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในปี 2542 โดยศึกษาการพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช atrazine, ametryn และ metribuzin ในดิน (พงศ์ศรีและคณะ, 2543) รวมทั้งศึกษาการพัฒนาวิธีวิเคราะห์รวมของสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในดิน (พงศ์ศรีและคณะ, 2544) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์รวมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในน้ำ (พงศ์ศรีและคณะ, 2545) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์รวมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในน้ำโดยวิธี High Performance Liquid Chromatography (พงศ์ศรีและคณะ, 2546) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์รวมการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช butachlor, oxadiazon, propanil, thiobencarb และ trifluralin ในดินและน้ำ (พงศ์ศรีและคณะ, 2547) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช alachlor, bromacil, fenoxaprop-P-ethyl, oxyfluorfen, pichloram และ petilachlor ในดินและน้ำ (พงศ์ศรีและคณะ, 2549-50) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช quizalofop ethyl, quizalofop-P-tefuryl, quinclorac, triclopyr, fluroxypyr และ formesafen ในดิน (พงศ์ศรีและคณะ, 2551) ทั้งนี้การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชแบบรวมที่ผ่านมาทุกการทดสอบ จะทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ซึ่งจะมีข้อจำกัดในเรื่องต่าง ๆ มากมาย เช่น column ที่ใช้ ความสามารถในการตรวจจับของตัวตรวจวัด(detector) ความเข้มข้นของสาร ตลอดจนสารปนเปื้อนต่าง ๆ จากตัวอย่าง (matrix) จำเป็นต้องพัฒนาการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph/Mass Spectrometry (GC/MS) ที่มีความสามารถและประสิทธิที่สูง รวมทั้งสามารถตรวจกลุ่มของสารพิษได้หลากหลายในครั้งเดียว เป็นการลดขั้นตอนในการตรวจวิเคราะห์ และเพิ่มความมั่นใจในผลการวิเคราะห์ เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วย GC/MS เป็นการวิเคราะห์ในระดับโครงสร้างโมเลกุล (Amadeo R. Fernandez-alba, 2005) ที่มีความจำเพาะเจาะจงของสารแต่ละชนิด ทำให้การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชนิดนี้ให้ผลถูกต้องและแม่นยำ โดยในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ในระบบมาตรฐาน ISO หรือการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในสินค้าที่ส่งไปในประเทศแถบสหภาพยุโรป ส่วนใหญ่ต้องการการยืนยันผลการตรวจวิเคราะห์ด้วย GC/MS ทั้งนี้เพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดแมลงศัตรูพืชและสารกำจัดวัชพืชเหล่านี้ ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพสูง สะดวกและรวดเร็ว และห้องปฏิบัติการสามารถนำไปใช้ทำงานวิจัยและให้บริการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดแมลงศัตรูพืช และสารกำจัดวัชพืชทั้งในดินและน้ำได้

วิธีการ QuEChERS (Quick, Easy Cheap, Effectine Rugged and safe ซึ่งพัฒนาโดย S. J. Lehotayและคณะ(2005) และ M. Anastassiades และคณะ(2003) เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลิตผลและผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ที่ได้รับความสนใจเนื่องจากเป็นวิธีที่ง่าย รวดเร็ว ใช้คน สารเคมีและเครื่องมือน้อย มีการศึกษาการตรวจวิเคราะห์ที่แสดงให้เห็นว่าเป็นวิธีที่น่าสนใจและพิจารณานำมาใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น การศึกษาวิธี QuEChERS เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างใน Traditional Chinese

Medicine (TCM) โดยบริษัท Agilent technologies ผู้ผลิตเครื่องตรวจวิเคราะห์ GC/MS พบว่าสามารถตรวจวิเคราะห์สารได้ถึง 430 ชนิด และการศึกษาในประเทศญี่ปุ่นในการตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษ 260 ชนิด เพื่อเฝ้าระวังสารพิษตกค้างในผลิตผลทางการเกษตร 173 ชนิด โดยใช้วิธี QuEChERS พบว่ามี recovery ในช่วง 70-120% และมีค่าต่ำสุดของการตรวจวิเคราะห์ที่ 0.02-0.1 mg/kg

ข้อกำหนดของ ISO/IEC 17025มีการประกันคุณภาพผลการทดสอบโดยทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (proficiency testing) เพื่อทดสอบว่าห้องปฏิบัติการได้ใช้วิธีวิเคราะห์ที่สามารถตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างได้อย่างความถูกต้อง แม่นยำ การประกันคุณภาพผลการทดสอบและสอบเทียบ ข้อ 5.9 ว่าด้วยการเข้าร่วมในการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ หรือ โปรแกรมการทดสอบความชำนาญ โดยจะต้องทำการวิจัยเพื่อตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ (Method validation) ตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ผ่านการเข้าร่วมการวิเคราะห์ร่วมกับห้องปฏิบัติการที่มีมาตรฐานสากลในประเทศหรือต่างประเทศ (Collaborativestudy) เพื่อที่ห้องปฏิบัติการจะได้ขอการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ (Laboratory accreditation) ตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 ซึ่งจะทำให้เกิดการยอมรับและเชื่อถือในผลการวิเคราะห์ทั้งในระดับประเทศและต่างประเทศ ซึ่งการจัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญดำเนินการโดยมีหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องดังแสดงในแผนภูมิด้านล่าง



ภาพที่ 2หน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องการจัดทำโปรแกรมการทดสอบความชำนาญหรือทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ(ที่มา: สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ)

ระเบียบวิธีวิจัย

กิจกรรมที่ : 1. การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

มีการดำเนินการ ดังนี้

1. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์

1.1จัดหา สารเคมี สารมาตรฐาน ตัวอย่างดิน น้ำ พืชอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น คอลัมน์สำหรับเครื่อง GC-MS, GC-MS/MS, HPLC และ LC-MS/MS สอบเทียบเครื่องมือที่มีผลต่อการทดสอบ เช่น เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องแก้วปริมาตร เป็นต้น

1.2 เตรียมสารมาตรฐานของวัตถุมีพิษที่ความเข้มข้นต่างๆเพื่อใช้ปรับสภาวะเครื่องตรวจวิเคราะห์ เพื่อใช้เตรียม spiked sample และเพื่อสร้าง calibration curve

1.3 ปรับสภาวะ เครื่องตรวจวิเคราะห์ โดยฉีดสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ เพื่อหา ช่วงต่ำสุดจนถึงสูงสุดของการวัดตามความเหมาะสม เพื่อให้มีสัญญาณการตรวจวัดได้ที่ความเข้มข้นของสารมาตรฐานต่ำสุด และ range ของ calibration curve ของสารมาตรฐาน

1.4ตรวจวิเคราะห์ ตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ โดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งที่เลือกใช้ในการทดสอบ ต้องไม่พบสารพิษตกค้างที่ต้องการทดสอบ หรือมีสัญญาณการตรวจวัด ของสารพิษตกค้างน้อยกว่าที่ระดับ LOQ

1.5ตรวจสอบ การปนเปื้อนของสารที่มีสัญญาณการตรวจวัดตรงกับสารพิษตกค้างที่ต้องการทดสอบในสารเคมี เครื่องแก้ว อุปกรณ์ต่าง ๆ โดยตรวจวิเคราะห์ solvent blankตามวิธีทดสอบ ต้องไม่พบสารพิษตกค้างที่ต้องการทดสอบ

1.6 เติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนลงในตัวอย่าง (spike) และหาเปอร์เซนต์การวิเคราะห์กลับคืน (% recovery) ดังนี้

1.6.1ทดสอบวิธี วิเคราะห์อย่างน้อย 2 วิธีที่ความเข้มข้นของสารมาตรฐานในตัวอย่าง อย่างน้อย 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ ประเมินผลการทดสอบ จาก % Recovery ต้องอยู่ในช่วง 60-120 , % RSD ต้องมีค่า HORRAT< 2 และความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ถูกต้องแม่นยำ (LOQ) ต้องมีค่า น้อยกว่า ค่า MRL

1.6.2 ปรับวิธีการที่ให้ผลการวิเคราะห์มีแนวโน้มอยู่ในเกณฑ์ โดย ปรับในขั้นตอนสกัด และ clean up ตัวอย่าง เพื่อให้ได้วิธีที่มีความถูกต้องแม่นยำ และมีความ LOQ น้อยกว่า ค่า MRL

1.6.3 สรุปวิธีทดสอบ และทดสอบความถูกต้องของวิธี โดยเปลี่ยนชนิดของธัญพืช เพื่อหาข้อจำกัดของวิธีตรวจวิเคราะห์

2. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ โดยทดสอบวิธี วิเคราะห์ ตาม parameter ต่างๆดังนี้

2.1 Linearity / range ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนอย่างน้อย 6 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ประเมินค่า correlation coefficient; r ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง response และความเข้นของสารพิษตกค้าง ($r \geq 0.995$)

2.2 Accuracy และ precision ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอน อย่างน้อย 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละอย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินผลการทดสอบ จาก % Recovery ต้องอยู่ในช่วง 60-120, % RSD ต้องมีค่า HORRAT< 2

2.3 LOQ และ LOD โดย ใช้ค่า SD- standard deviation ของความเข้มข้นของสารในตัวอย่างที่น้อยที่สุด โดย LOQ = 10 x SD และ LOD = 3 x SD

2.3.1 LOQ ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนอย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า % Recovery, % RSD และ Signal to Noise Ratio≥10

2.3.2 LOD ทดสอบโดยการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนอย่างน้อย 10 ซ้ำ ประเมินค่า Signal to Noise Ratio≥3

3. สรุปและรายงานผล

การบันทึกข้อมูล

น้ำหนัก ปริมาตรและความเข้มข้น ในการเตรียมสารมาตรฐาน น้ำหนักตัวอย่าง ความเข้มข้นของสารมาตรฐานในตัวอย่างที่เติม และที่ตรวจวิเคราะห์ได้ สัญญาณการตรวจวัดของเครื่องตรวจวิเคราะห์ Signal to Noise Ratio ของสัญญาณการตรวจวัดที่ความเข้มข้นระดับ LOD และLOQ สภาวะการใช้งานของเครื่องตรวจวิเคราะห์

กิจกรรมที่ 2. การพัฒนาสมรรถนะการให้บริการของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

มีการดำเนินการ ดังนี้

1. จัดหาสารเคมีสารมาตรฐาน Organophosphate 23 ชนิด, Organochlorine3 ชนิดและ Pyrethroid 7 ชนิดและCarbamate 7 ชนิดจัดหาอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น คอลัมน์สำหรับเครื่อง GC, LC-MS/MS สอบเทียบเครื่องมือที่มีผลต่อการทดสอบ เช่น เครื่องชั่ง เทอร์โมมิเตอร์ เครื่องแก้วปริมาตร

2. จัดหาตัวอย่างน้ำ ผัก ผลไม้ที่ไม่มีสารพิษตกค้างที่อยู่ในขอบข่ายการทดสอบ กรณีที่หาตัวอย่างผัก ผลไม้ที่ไม่มีสารพิษตกค้างไม่ได้ ต้องทำแปลงทดลอง ควบคุมการใช้วัตถุมีพิษโดยฉีดพ่น สารที่ต้องการให้มีในตัวอย่างในแปลงปลูก และเก็บตัวอย่างที่ระยะเก็บเกี่ยว ใช้เป็นตัวอย่างในการทดลอง

2. เตรียมสารมาตรฐานของวัตถุมีพิษที่ความเข้มข้นต่างๆเพื่อใช้ปรับสภาวะเครื่อง GC, HLPC และLC-MS/MS เพื่อใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างเตรียม spiked sample และเพื่อสร้าง calibration curve

4. ปรับสภาวะเครื่องตรวจวิเคราะห์ GC-ECD/FPD ที่ใช้ตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม Organophosphate , Organochlorineและ Pyrethroid โดยฉีดสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นของสารในตัวอย่าง โดยปรับ flow rate ของ column, temperature ของ oven และ detector และอื่นๆ ตามความเหมาะสม ปรับสภาวะเครื่องตรวจวิเคราะห์ LC-MS/MS ที่ใช้ตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม Carbamate และ Fungicide โดยฉีดสารมาตรฐานที่ความเข้มข้นของสารในตัวอย่าง โดยปรับ flow rate ของ column, temperature ของ oven และ detector และอื่นๆ ตามความเหมาะสม เพื่อให้มีสัญญาณการตรวจวัดได้ที่ชัดเจนคงที่

4. ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างตัวอย่าง (sample blank) ด้วยวิธีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แล้ว ต้องไม่พบสารพิษตกค้างที่ต้องการทดสอบ กรณีที่พบสารที่ต้องการให้มีในตัวอย่าง ทำการคำนวณปริมาณสารพิษตกค้าง

5. ตรวจสอบ การปนเปื้อนของสารที่มีสัญญาณการตรวจวัดตรงกับสารพิษตกค้างที่ต้องการทดสอบ โดยตรวจวิเคราะห์ solvent blank ตามวิธีทดสอบ ต้องไม่พบสารพิษตกค้างที่ต้องการทดสอบ

6. ติดต่อห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่มีความสามารถด้านการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตรและห้องปฏิบัติการอื่นๆ เพื่อร่วมทดสอบพร้อมทำแบบบันทึกสภาพตัวอย่างที่ปลายทาง

7. เตรียมตัวอย่างผักผลไม้โดย หั่นเป็นชิ้น ขนาดยาวประมาณ 1-2 นิ้วนำไปแช่ไว้ในตู้แช่-20 $^{\circ}$C ข้ามคืน นำมาปั่น กับน้ำแข็งแห้งจนละเอียด แช่ไว้ในตู้แช่-20 $^{\circ}$C เพื่อให้ คาร์บอนไดออกไซด์ระเหยจนหมด เตรียมตัวอย่างเพื่อเป็นตัวอย่างอ้างอิงภายใน ดังนี้

นำตัวอย่างมาทิ้งไว้ให้ละลาย กรณี มีชิ้นใหญ่ หรือไม่สม่ำเสมอ ให้กรองผ่านตะแกรง

การเตรียม spiked sample โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่าง และเติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น กวนผสมตัวอย่างตลอดเวลาโดยใช้เครื่องกวนแบ่งตัวอย่างใส่ขวดสีชา ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง และติดป้ายตัวอย่าง

ทดสอบ ความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity) โดยสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง นำมาตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ประเมินผลการทดสอบโดยใช้หลักสถิติที่เหมาะสม

ทดสอบความคงทน (stability) ของตัวอย่างที่มีความเป็นเนื้อเดียวกับ โดยการแบ่งตัวอย่างที่เตรียม เก็บที่สภาวะต่าง ๆ ได้แก่ ที่อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิตู้เย็น และอุณหภูมิ Freezer (แช่แข็ง) กำหนดระยะเวลาในการเก็บของแต่ละสภาวะไม่น้อยกว่า 7 วัน ๆ ละ 3 ตัวอย่าง นำมาทดสอบตามระยะเวลาที่กำหนดเพื่อดูแนวโน้มของการสลายตัวของสารพิษที่สภาวะและระยะเวลาต่าง ๆ เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกชนิดสารที่เติมลงในตัวอย่าง ต้องไม่สลายตัวในระหว่างการส่งตัวอย่างคำนวณผลการทดสอบความคงทนของตัวอย่าง โดยใช้สถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวนของข้อมูล และผลการทดสอบหาเปอร์เซ็นต์ recovery

การเตรียม blank sample ชั่งน้ำหนักตัวอย่างกวนผสมตัวอย่างตลอดเวลาโดยใช้เครื่องกวนแบ่งตัวอย่างใส่ขวดสีชา โดยชั่งน้ำหนักตัวอย่าง ติดป้ายตัวอย่าง

สำหรับตัวอย่างน้ำ ทำการผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน หาปริมาณสารพิษตกค้างใน blank sampleและทดสอบตัวอย่าง homogeneity และ stability ใน spiked sample

8. เตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบ 2 ชุดโดย ชุดที่ 1 เป็น spiked sample มีการเติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนลงในตัวอย่างซึ่งจะเตรียมให้เพียงพอสำหรับการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันและจำนวนห้องปฏิบัติการที่ทดสอบ ชุดที่ 2 เป็น blank sample ไม่มีการเติมสารมาตรฐานลงในตัวอย่าง

9. ตัวอย่าง spiked sample และblank sample เก็บโดยแช่ไว้ในตู้แช่ -20 $^{\circ}$C

9. ส่งตัวอย่างให้กับห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ตามวันเวลาที่กำหนด โดยทางไปรษณีย์ โดยศึกษาวิธีการ บรรจุที่เหมาะสมเพื่อรับษาความเย็นให้ได้นานที่สุดก่อนถึงห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบ

10. นำรายงานผลการทดสอบของแต่ละห้องปฏิบัติการมาประเมินและเปรียบเทียบผล โดยใช้สถิติที่เหมาะสม

11. ทำรายงานประเมินผลการทดสอบและจัดส่งให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบ

12. สรุปและรายงานผล

การบันทึกข้อมูล

น้ำหนัก ปริมาตรและความเข้มข้น ในการเตรียมสารมาตรฐาน น้ำหนักตัวอย่าง ความเข้มข้นของสารมาตรฐานในตัวอย่างที่เติม และที่ตรวจวิเคราะห์ได้ สภาวะการใช้งานของเครื่อง GC และLC-MS/MS

บันทึกปริมาณสารพิษตกค้างในการทดสอบ homogeneity และ stability

บันทึกรายชื่อของผู้เข้าร่วมทดสอบ พร้อม LAB CODE ของห้องปฏิบัติการ

บันทึกการส่งตัวอย่างได้แก่ รูปแบบการส่งตัวอย่างสภาพตัวอย่างที่ปลายทาง ตามแบบสอบถามสภาพตัวอย่างที่แนบไปกับตัวอย่างบันทึกขั้นตอนการดำเนินการและระยะเวลาในการดำเนินการในการทดสอบความสามารถของห้องปฏิบัติการ

ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างที่เป็นผลการทดสอบ จากห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบและผลการประเมินความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

กิจกรรมที่ 1: การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

กิจกรรมย่อยที่ 1.1 : การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในดินและน้ำ

ประกอบด้วย 4การทดลอง

การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช และสารกำจัดโรคพืชในดินและในน้ำ

ดำเนินการในปี พ.ศ. 2554–2558

1.1.1 พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัด แมลงกลุ่ม carbamate ในน้ำโดยใช้ โดย เครื่องตรวจวิเคราะห์ HPLC ชนิด FLD ที่ต่อกับ post column derivatizer ปรับสภาวะของเครื่องโดยทดสอบ mobile phase 2 ชนิด ได้แก่ water/methanol และ water/acetonitrile พบว่า water/acetonitrile ให้ peak ที่มี sensitivity ที่ดีกว่าการใช้ water/methanol และเมื่อใช้ mobile phase ชนิด water/methanol/acetonitrile แบบ gradient program พบว่าให้ sensitivity ดี และแยก peak ที่ซ้อนทับกันได้

การทดสอบวิธีการวิเคราะห์สารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ในน้ำ ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูง เพื่อนำมาใช้ในการเปรียบเทียบข้อมูลของ 3 วิธีการได้แก่ การสกัดด้วย Separatory funnel shaker, Solid phase extraction และ Homogenizer โดยนำมาตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ชนิด FLD ที่ต่อกับ post column derivatizer พบว่า วิธี Separatory funnel shaker ให้ค่าการทำซ้ำดีและค่า % recovery อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ วิธี SPE มี ค่าการทำซ้ำไม่ดีนัก และค่า %recovery อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ส่วนวิธี Homogenizer ให้ค่าการทำซ้ำและค่า %recovery ค่อนข้างต่ำ ดังนั้น วิธีวิเคราะห์สารกำจัดแมลงกลุ่ม carbamate ในน้ำ โดยใช้ Separatory funnel shaker1 นาทีปริมาตรน้ำ 1 l ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ชนิด FLD ที่ต่อกับ post column derivatizer

1.1.2พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชglyphosate ในดินการปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง HPLC detector ชนิด DAD ที่ 200 nm โดยใช้ column IC-PakTM สารละลายที่ใช้เป็น mobile phase ได้แก่

3mM KH2PO4/ acetonitrile (950/50 v/v) ปรับ pH 3 ทดสอบ sensitivity ของเครื่องโดยใช้สารละลายมาตรฐาน glyphosate และ AMPA พบว่าสารละลายมาตรฐานมีความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ โดยมีค่า R > 0.95 และการปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง HPLC detector ชนิด FLD ที่ต่อกับ post column derivatizer (PCX5200) โดยใช้ column Potassium Cation Exchange สารละลายที่ใช้เป็น mobile phase ได้แก่ water, 5mM KH2PO4 และ pickering reagent ที่ใชสำหรับวิเคราะห์ glyphosate ทดสอบ sensitivity ของเครื่องโดยใช้สารละลายมาตรฐาน glyphosate และ AMPA พบว่าสารละลายมาตรฐานมีความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ โดยมีค่า R > 0.95 เลือกสภาวะการทำงานของเครื่อง HPLC detector ชนิด FLD ที่ต่อกับ post column derivatizer พบว่ามีช่วงในการวัด 0.07 - 4.21 ml

เปรียบเทียบวิธีการทดสอบในการสกัดตัวอย่างดินทรายเปรียบเทียบ 3 วิธีการ ดังนี้

วิธีที่ 1 ชั่งดิน 25 กรัม ความชื้น 10% สกัดด้วยน้ำ, dichloromethane และ acidic modifier solution โดยใช้ vortex mixer (high speed) และ centrifuge 3,500 rpm โดยผ่านการclean-up ด้วย cation-exchange resin (modified from : Method Abstract for post column Liquid chromatography ; Glyphosate and AMPA Analysis in Crops. 2006)

วิธีที่ 2 ชั่งดิน 20 g ความชื้น 10% สกัดด้วย aqueous solution (0.25M NH4OH และ 0.1 M KH2PO4) เขย่าด้วย reciprocal shaker 90 นาที และ centrifuge 3,500 rpm (modified from : Phillip L. Alferness and Yutaka Iwata. 1994)

วิธีที่ 3 ชั่งดิน 10 g ความชื้น 10% สกัดด้วย สารละลายของ Sodium chloride 1% Potassium phosphate monobasic 0.1% และ Sodium hydroxide 0.1% โดยใช้ vortex mixer (high speed) และ centrifuge 3,500 rpm (modified from: Christensen, R., Poulson, M.E., Hermann, S., and Granby K. 2008)

ทดสอบวิธีการสกัด ที่ระดับสาร 3 ความเข้มข้น ผลการทดสอบพบว่าใน 3 วิธีการให้ % recovery ระหว่าง 72 – 94 % ส่วนการทดสอบหาค่า limit of detection (LOD) ของวิธีทดสอบอยู่ระหว่าง 0.02 mg/kg และ limit of quantitation (LOQ) 0.07 - 0.08 mg/kg เกณฑ์ในการใช้ทดสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ recovery70-120% ค่า precission %RSD $\leq$ 20% หลังจากพัฒนาวิธีทดสอบโดยตรวจวิเคราะห์ด้วย HPLC detector ชนิด FLD ที่ต่อกับ Post column derivatizer พบว่า วิธีที่ 3 ให้ผลการทดสอบอยู่ในระดับดี มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นวิธีการทดสอบสารกำจัดวัชพืช glyphoasate และ AMPA ในดินของห้องปฏิบัติการ

1.1.3 พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม phenylurea ในดิน ศึกษาสารกลุ่ม phenylurea ได้แก่ ไดเมฟูรอน (dimefuron) ไดยูรอน (diuron) ฟีนูรอน (fenuron) ฟลูโอเมทูรอน (fluometuron) ไอโซโพรทูรอน (isoproturon) ลินูรอน (linuron) เมโทโบรมูรอน (metobromuron) โมนูรอน (monuron) โดยใช้ surrogate standard ได้แก่โมนูรอน (monuron) และคาบาโซล (carbazole) ตาม EPA method 532 ละลายใน methanol ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อใช้เป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับ calibration standard และ fortified standard สภาวะการทำงานของเครื่อง HPLC detector ชนิด DAD ที่ให้ sensitivity ที่เหมาะสม โดยปรับ flow rate อยู่ในช่วง 0.5 - 0.8 ml/ min คอลัมน์ C18, 4.6 x 250 มิลลิเมตร particle size 5 µm เตรียมสารละลายที่ใช้เป็น mobile phase ได้แก่ 25mM potassium dihydrogen phosphate pH 2.4 และ acetonitrile และทดสอบ sensitivity ของสารละลายมาตรฐาน phenylurea ในระดับความเข้มnphosphate pH 2.4 และ acetonitrile ที่ความยาวคลื่น 245 นาโนเมตร ทดสอบประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช phenylurea อย่างน้อย 6 ระดับความเข้มข้น(0.01 - 2.0g/ml) เปรียบอย่างน้อย 2 วิธีการ ในตัวอย่างดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช phenylurea อย่างน้อย 6 ระดับความเข้มข้น (0.01 - 2.0g/ml)เปรียบอย่างน้อย 2 วิธีการ ในตัวอย่างดินทราย และดินเหนียว โดยใช้วิธีการตาม CDFA method EM29.4 (2000) ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ในดินทราย ได้ค่า % recovery ของสารกำจัดวัชพืช phenylurea ระหว่าง 58 - 130% ค่า LOD ระหว่าง 0.01 - 0.03 mg/kg ค่า LOQ ระหว่าง 0.03 - 0.10 mg/kg ส่วนในดินเหนียว ได้ค่า % recovery ของสารกำจัดวัชพืช phenylurea ระหว่าง 46 - 122% ค่า LOD ระหว่าง 0.01 - 0.08 mg/kg ค่า LOQ ระหว่าง 0.03 - 0.26 mg/kg

1.1.4 พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดโรคพืช กลุ่ม benzimidazole ในน้ำ ศึกษากลุ่ม benzimidazole 7 ชนิดได้แก่ เบโนมิล (benomyl) คาร์เบนดาซิม (carbendazim) ฟูริเบนดาโซล (furibendazole) ออกซิเบนดาโซล (oxibendazole) ไทโอฟาเนต-เอทธิล (thiophanate-ethyl) ไธโอฟาเนต-เมทธิล (thiophanate-methyl) ไทอะเบนดาโซล (thiabendazole) และ internal standard ได้แก่ไตรฟีนิลฟอสเฟต (triphenylphosphate) ละลายใน methanol ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 - 5.0 µg/ml เพื่อใช้เป็นสารละลายมาตรฐานสำหรับ calibration standard และ fortified standardข้อมูลจาก standard method เช่น EPA method 631 รวมถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ในการพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดโรคพืชกลุ่ม benzimidazole ในน้ำปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง HPLC 1100 detector ชนิด DAD โดยใช้คอลัมน์ C18, 4.6 x 250 mm particle size 5 ไมโครเมตรพร้อมการ์ดคอลัมน์ เครื่อง HPLC 1290 detector ชนิด DAD ที่ 254, 280, 285, nm โดยใช้คอลัมน์ C18, 2.1 x 50 mmparticle size 1.8 nm พร้อมการ์ดคอลัมน์ เตรียมสารละลายที่ใช้เป็น mobile phase เช่น water/acetonitrile, 25mMposphoric acid in water/acotonitrile, 50mM ammonium formate (pH 4) และ acetonitrile เป็นต้น ส่วนเครื่อง

GC-NPD ใช้คอลัมน์ HP-5 0.32mm, 30m, 5μmfilm thickness ทดสอบ sensitivity ของเครื่องมือชนิดต่างๆ โดยเตรียมสารเป็น single standard เพื่อหาค่า retention time ของแต่ละสาร ก่อนนำไปเตรียมเป็น mixed standard และหาช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรงเปรียบเทียบและเลือก condition ที่เหมาะสมกับวิธีทดสอบ

การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-NPD หรือ GC-ECD ต้องผ่านขั้นตอนการเปลี่ยนรูปสารก่อนการวิเคราะห์ โดยใช้สาร pentafluorobenzyl bromide ทำให้เกิดความแปรปรวนในการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง จึงเปรียบเทียบการตรวจวิเคราะห์ด้วย HPLC-DAD และ HPLC-FLD สำหรับผลการทดสอบประสิทธิภาพการวิเคราะห์สารกำจัดโรคพืชกลุ่ม benzimidazole ในน้ำ %recovery ของสารกำจัดโรคพืชกลุ่ม benzimidazole ในน้ำประปาและน้ำกลั่น ใช้วิธีการสกัด 4 แบบ ได้แก่ แบบ liquid-liquid extraction สารด้วยวิธีการสกัดแบบที่ 1 ใช้ diclоromethane + sulfuric acid, วิธีการสกัดแบบที่ 2 ใช้ ethyl acetate, acetone + ammonium chloride วิธีการสกัดแบบที่ 3 ใช้methanol + hydrochloric acid และ วิธีการสกัดแบบที่ 4 ใช้ Sold phase extraction (SPE) C18 elute ด้วย methanol ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC-DAD ที่ wavelength ระหว่าง 280 - 285 nm และ HPLC-FLD ที่ wavelength excitation340nmemission 455 nm ใช้ mobile phase คือ 25mM phosphate buffer และ acetonitrile ได้เปอร์เซ็นต์ของสารกลุ่ม benzimidazole ที่ความเข้มข้น 0.05 - 5 μg/l (%recovery) %recovery ของสารในน้ำประปาและน้ำกลั่น อยู่ระหว่าง 30 - 94 % RSD 4.4 - 5.7 ค่า LOD ระหว่าง 0.08 - 0.25 μg/l ค่า LOQ ระหว่าง 0.26 - 0.79 μg/l

การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารกำจัดแมลงและสารกำจัดวัชพืชในดินและน้ำ โดยใช้ Gas chromatograph/Mass spectrometry

ดำเนินการในปี 2554-2558

1.2.1 พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดแมลง : โดยศึกษาสาร กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 10 ชนิด และกลุ่มไพรีทรอยด์ 7 ชนิด ปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง GC/MS เพื่อให้เหมาะสมสำหรับตรวจวิเคราะห์สารพิษ 33 ชนิด แบ่งเป็นสารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 10 ชนิด และกลุ่มไพรีทรอยด์ 7 ชนิด ใช้ column DB – 5MS, mode SIM scan, Helium flow 1.4 ml/min,run time 35 minพบว่ามี Linearity ของสารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส และไพรีทรอยด์ ได้ linearity ของสารพิษกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอยู่ในช่วง 0.01 – 7 ug/ml กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสและกลุ่มไพรีทรอยด์อยู่ในช่วง 0.01- 4 ug/ml ค่า correlation coefficient; r ของการทดสอบ linearity อยู่ระหว่าง 0.995 – 0.999 ทดสอบตัวอย่าง ดินทรายโดยสกัดตัวอย่างด้วย การเขย่าด้วย shaker และปรับเปลี่ยนสารเคมีที่ใช้ในการสกัด ได้แก่ ethyl acetate, hexane, acetone, hexane:

acetone, dichloromethane: acetone ทุกตัวอย่างไม่ผ่านการ clean up สุดท้ายปรับปริมาตรให้ได้ 2 ml ด้วย hexane : acetone ผลการทดสอบวิธีการสกัดสารพิษในตัวอย่าง ที่ระดับความเข้มข้น 0.005 – 0.33 mg/kg พบว่าสกัดด้วย hexane, ethyl acetate acetone, hexane: acetone, dichloromethane: acetone มีค่าระหว่าง 59 – 139, 77-136, 62-134 และ 85-136 %ตามลำดับ จึงเลือกวิธีการสกัดด้วย ethyl acetate สำหรับทำการทดสอบในดินร่วนและดินทราย ที่ระดับความเข้มข้น 0.005 – 0.01 mg/kg ได้ค่า% recovery อยู่ระหว่าง 54 – 145และ 75 – 161 %ตามลำดับเลือกวิธีการทดสอบตัวอย่างดินโดยสกัดด้วย ethyl acetate 75 ml เขย่าโดยใช้เครื่อง shaker นาน 5 ชั่วโมง ไม่ผ่านการ clean up ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 2 ml ตรวจวิเคราะห์ โดยใช้เครื่อง Gas chromatography/Mass spectrometry โดยทดสอบในดินทราย ดินร่วน และดินเหนียว ที่ระดับความเข้มข้น 0.005 – 0.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการทดสอบในตัวอย่างดินทรายและดินร่วน มีค่า recovery อยู่ในช่วง 77 - 117 และ 74 - 117 %ตามลำดับ ยกเว้น สารพิษชนิด malathion ที่อยู่ในกลุ่ม organophosphorus ที่มีค่า recovery มากกว่า 120 %ซึ่งไม่อยู่ในเกณฑ์กำหนด 70- 120 % สำหรับผลการทดสอบในตัวอย่างดินเหนียว พบว่าสารพิษกลุ่ม organochlorines มีค่า recovery อยู่ในช่วง 75 - 118 %ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ ส่วนสารพิษกลุ่ม organophosphorus และ pyrethroids ส่วนใหญ่มีค่า recovery มากกว่า 120 %และไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับ ยกเว้นสารพิษชนิด chlorpyrifos ethyl, bifenthrin, lambda cyhalothrin และ permethrin ที่มีค่า recovery ระหว่าง 104 – 115 %ซึ่งอยู่ในเกณฑ์กำหนด ทั้งนี้สารพิษที่ทดสอบในตัวอย่างดินเหนียวที่มีค่า recovery ไม่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดนี้จะต้องทำการศึกษาองค์ประกอบอื่นเพิ่มอีกในขั้นต่อไป

ทดสอบ % recovery ในตัวอย่าง ดินร่วน ดินทราย และ ดินเหนียวผลการทดสอบสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน ความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.01 – 0.12 mg/kg มี % recovery 101 – 122, 88 – 125และ70 – 118 ตามลำดับ กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.01 – 0.15 mg/kg มี % recovery 70 – 130, 69 – 128และ 68 – 120 ตามลำดับ กลุ่มไพรีทรอยด์ ความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.03 – 0.13 mg/kg% recovery 89 – 111, 82 - 120และ 70 - 115 ตามลำดับ

1.2.2 พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดแมลง กลุ่ม organophosphorus, organochlorine และ pyrethroid ในน้ำ : โดยศึกษาสารพิษทั้ง 3 กลุ่ม จำนวน 33 ชนิด ใช้เครื่อง GC/MS ชนิด Single Quadrupole ยี่ห้อ Agilent รุ่น MSD 5973ควบคุมสภาวะการทำงานของเครื่องดังนี้ Mode pulsed splitless, SIM mode column DB 5 - MS capillary, 30 m x 0.25 mm id, 0.25 μm film thickness ,Injector 230 °C MS Transfer Line 280 °C, MS Quad temperature 150 °C, Ms source 230 °C Oven program 100 °C (1 min) อัตรา 15 °C/min 180 °C (1 min) อัตรา 3 °C/ min200 °C (0 min) อัตรา 1°C/min 210 °C (0 min) อัตรา 15 °C/min290 °C (5 min) Carrier gas helium flow 1.4 ml/min Injection volume 1 µl พบว่า Linearity ของสารละลายของสารพิษมาตรฐานกลุ่ม

ออร์กาโนคลอรีน 16 ชนิด กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 10 ชนิด และกลุ่มไพรีทรอยด์ 7 ชนิด มีค่า correlation coefficient: r ระหว่าง 0.995 - 0.999

ใช้วิธีการสกัดแบบLiquid - Liquid Partition ปริมาตรตัวอย่างน้ำ 1000 ml เขย่าด้วยเครื่อง separotory funnel shaker นานครั้งละ 3 นาที 3 ครั้ง ปริมาตรสารเคมีที่ใช้ในการสกัด 100, 50 และ 50 ml ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 1 ml ด้วย hexane: acetone (1:1)

ผลการทดสอบสารเคมีที่ใช้ในการสกัด โดยใช้น้ำประปาเป็น sample balnk

สารเคมีที่ใช้สกัด	% recovery		
	กลุ่ม	กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส	กลุ่มไพรีทรอยด์
Hexane	103 - 125	80 - 123	77 - 134
Ethyl acetate	71 - 123	90 - 135	103 - 110
Dichloromethane	90 - 103	77 - 129	77 - 123
Hexane : acetone (1:1)	97 - 116	90 - 123	84 - 129
Ethyl acetate : Acetone (1:1)	77 - 130	84 - 110	97 - 122
Dichloromethane : Acetone	71 - 129	84 - 116	103 - 125

เลือกวิธีการทดสอบที่ให้ผล**การ**ทดสอบ % recovery อยู่ในเกณฑ์การยอมรับไปทดสอบกับตัวอย่างน้ำเชื่อนซึ่งเป็นตัวแทนของผิวดิน

สารเคมีที่ใช้สกัด	% recovery		
	กลุ่มออร์กาโนคลอรีน	กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส	กลุ่มไพรีทรอยด์
Hexane : acetone (1:1)	82 - 110	75 - 118	90 - 107
Dichloromethane : Acetone	79 - 121	89 - 114	98 - 119

1.2.3 พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช 2,4-Dในดิน : โดยปรับสภาวะการทำงานของเครื่อง GC/MS เพื่อให้เหมาะสมสำหรับตรวจวิเคราะห์สารพิษโดยใช้ column DB-5 MS ความยาว 30 m เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 mm สารเคลือบหนา 0.25 µm สำหรับแยกและวิเคราะห์สารสภาวะการทำงานของเครื่อง GC เป็นแบบ pulsed splitless อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 65 $^{\circ}$C คงไว้ 1 min ปรับอุณหภูมิด้วยอัตรา 15 $^{\circ}$C / min ไปที่ 180 $^{\circ}$C คงไว้ 1 min ปรับอุณหภูมิด้วยอัตรา 7 $^{\circ}$C / min ไปที่ 220 $^{\circ}$C ปรับอุณหภูมิด้วยอัตรา 7 $^{\circ}$C / min ไปที่ 280°C คงไว้ 1 min รวมเวลาทั้งหมด 25 min ใช้ sim mode เตรียมสารละลายของสารพิษมาตรฐานชนิด 2,4-D ในสถานะสารละลายที่เป็น acid และ ester ทดสอบ linearityของสารละลายมาตรฐานที่ 5 ระดับความเข้มข้น คือ 0.1264, 0.3512, 0.7024, 1.4048 และ 3.5202 ได้ค่า correlation coefficient เท่ากับ 0.997 ดัดแปลงวิธีการสกัดจากวิธี BASF, 1992 ประเทศเยอรมนี กำหนดเกณฑ์การยอมรับค่า correlation coefficient เท่ากับ 0.997วิธีการที่ใช้ทดสอบได้ดัดแปลงวิธีการสกัดจากวิธี BASF, 1992 ประเทศเยอรมนีคือ ทดสอบวิธีการสกัดตัวอย่างโดยชั่งตัวอย่าง 20 g (ใช้ดินทรายเป็น sample blank) ใส่ Erlenmeyer flask เติมสารสกัดตัวอย่างปริมาตร 100 ml เขย่าด้วย shaker นาน 30 min กรองผ่าน anh. Na_2SO_4เก็บใน round

bottom flask เติม 10 M NaOH 10 ml นำไปต้มที่อุณหภูมิ water bath 60 °C นาน 35 นาทีเทตัวอย่างใส่ separatory funnel ล้าง round bottom flask ที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 50 ml เติม dichloromethane 25 ml เขย่าเบา ๆ ทิ้งชั้น dichloromethane ปรับ pH ด้วย 3M H_2SO_4ให้ได้ <3 เติม dichloromethane 25 ml เขย่าเบา ๆ กรองผ่าน anh. Na_2SO_4ลงใน round bottom flask สกัดด้วย dichloromethane 25 ml ซ้ำอีก 2 ครั้งล้าง separatory funnel ที่ใส่ตัวอย่างด้วย dichloromethane 10 ml ลดปริมาตรด้วย rotary evaporator ให้เกือบแห้ง(อุณหภูมิ water bath 30 องศาเซลเซียส)เติม methanol : conc. H_2SO_4 (9:1) 5 ml เขย่าเบา ๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาทีเทตัวอย่างลงใน separatory funnel(อันใหม่) ล้าง round bottom flask ด้วยน้ำกลั่น 15 ml เติม hexane (PR) 5 ml เขย่า ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 min ทิ้งชั้นล่าง(ชั้นน้ำ) เติม 0.5 M $NaHCO_3$ 15 ml เขย่าตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ทิ้งชั้นล่าง (ชั้น $NaHCO_3$) ชั้นบนกรองผ่าน anh. Na_2SO_4ลงใน graduated tube นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MSทดสอบวิธีการสกัดที่ระดับความเข้มข้น 0.05 – 0.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยใช้ดินทรายเป็นตัวอย่าง sample blank และปรับเปลี่ยนสารเคมีที่ใช้ทดสอบให้ผลการทดสอบ% recovery ดังนี้ methanol:water (8:2) ในช่วง 93-100 hexane:acetone(1:1) ในช่วง 32-67 Dichloromethane: acetone (1:1) ในช่วง 43-54เลือกวิธีการสกัดด้วย methanol : water (8:2) ซึ่งให้ผลการทดสอบ % recovery อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ ทดสอบกับตัวอย่างดินร่วน ในช่วง 78-109 และดินเหนียวในช่วง 76-110 ที่ระดับความเข้มข้น 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ผลการทดสอบดังนี้จากการพัฒนาวิธีการสกัดสารพิษชนิด 2,4-D ในดิน โดยใช้ GC/MS พบว่าวิธีที่ดัดแปลงจากBASF, 1992 ประเทศเยอรมนี โดยใช้ methanol : water (8:2) เป็นสารสกัด ให้ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ

1.2.4 พัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช 2,4-D ในน้ำโดยปรับสภาวะของเครื่องตรวจวิเคราะห์ดังนี้ ใช้ column DB-5 MS ความยาว 30 mเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25mm สารเคลือบหนา 0.25 µm สภาวะการทำงานของเครื่อง GC เป็นแบบ pulsed splitless, sim mode อุณหภูมิเริ่มต้นที่ 65 °C คงไว้ 1 minปรับอุณหภูมิด้วยอัตรา 15 °C / min ไปที่ 180 °C คงไว้ 1 min ปรับอุณหภูมิด้วยอัตรา 7 °C / min ไปที่ 220 °C คงไว้ 1 min ปรับอุณหภูมิด้วยอัตรา 7 °C / min ไปที่ 280 °C คงไว้ 1 min รวมเวลาทั้งหมด 25 min ทดสอบ linearity โดยใช้สารละลายในสถานะที่เป็น ester ที่ 5 ระดับความเข้มข้นคือ 0.2264, 0.7024, 1.4048, 2.1072 และ 3.5202 µg/l ได้ค่า correlation coefficient เท่ากับ 0.998

ใช้วิธีทดสอบที่ดัดแปลงจาก EPA method 8151 A, 1996 และ BASF, 1992 โดยตวงตัวอย่างน้ำ 800 ml (ใช้น้ำกลั่นเป็น sample blank) ใส่ separatory funnel ปรับ pH ด้วย sulfuric acid เติมสารสกัด 100 ml เขย่าด้วย separatory funnel shaker นาน 3 นาที กรองผ่าน anh. Na_2SO_4 เก็บใน round bottom flask สกัดซ้ำด้วยสารสกัดอีก 2 ครั้งๆ ละ 50 ml เติม 10 M NaOH 10 ml นำไปต้มที่อุณหภูมิ waterbath 60 °C นาน 35 min เทตัวอย่างใส่ separatory funnel ล้าง round bottom flask ที่ใส่ตัวอย่างด้วยน้ำกลั่น 50 ml เติม dichloromethane 25 ml เขย่าเบา ๆ ทิ้งชั้น dichloromethane ปรับ pH ด้วย 3M H_2SO_4 ให้ได้ <3 เติม dichloromethane 25 ml เขย่าเบา ๆ กรองผ่าน anh. Na_2SO_4 ลงใน round bottom flask สกัดด้วย dichloromethane 25 ml ซ้ำอีก 2 ครั้ง ล้าง separatory funnel ที่ใส่ตัวอย่างด้วย dichloromethane

10 ml ลดปริมาตรด้วย rotary evaporator ให้เกือบแห้ง (อุณหภูมิ water bath 30 องศาเซลเซียส) เติม methanol : conc. H_2SO_4 (9:1) 5 ml เขย่าเบา ๆ ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เทตัวอย่างลงใน separatory funnel(อันใหม่) ล้าง round bottom flask ด้วยน้ำกลั่น 15 ml เติม hexane (PR) 5 ml เขย่าและตั้งทิ้งไว้ประมาณ 3 นาที ทิ้งชั้นล่าง(ชั้นน้ำ) เติม 0.5 M $NaHCO_3$ 15 ml เขย่าตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น ทิ้งชั้นล่าง (ชั้น $NaHCO_3$) ชั้นบนกรองผ่าน anh. Na_2SO_4 ลงใน graduated tube นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC/MS

ทดสอบวิธีการสกัดที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.5และ 5µg/l โดยใช้น้ำกลั่นเป็นตัวอย่าง sample blank และปรับเปลี่ยนสารเคมีที่ใช้ทดสอบ ให้ผลการทดสอบ **% recovery** ดังนี้ hexane ในช่วง 40-47 ethyl acetate ในช่วง 32-43 dichloromethane ในช่วง 60-69 และ methanol : ether (2:8) ในช่วง 75-105

เลือกวิธีการสกัดด้วย methanol : ether (2:8) ซึ่งให้ผลการทดสอบ recovery อยู่ในเกณฑ์การยอมรับทดสอบกับน้ำเขื่อนและน้ำแม่น้ำที่ระดับความเข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร ได้ค่าเฉลี่ย 92 และ 88 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง สารกลุ่ม organochlorine และ pyrethroid ในน้ำเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการของ สวพ.5

ดำเนินการในปี 2557

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง สารกลุ่ม organochlorine และ pyrethroid ได้แก่ endosulfan-sulfate, bifenthrin, cyhalothrin, cyfluthrin, cypermethrin และ fenvalerate ในน้ำใช้วิธีทดสอบ Inhouse method base on AOAC (1995) ผลการทดสอบ range/linearity พบว่าอยู่ในช่วง 0.02- 2.0 ug/l หาค่า accuracy และ precisionที่ความเข้มข้น 0.02-2.0 ug/l ประเมินผลการทดสอบ จาก % Recovery พบว่า อยู่ในช่วง 160.9-114.8และ % RSD อยู่ในช่วง 1.6-16.6 LOD และ LOQ เท่ากับ 0.008 และ0.02 ug/l พบว่าวิธีทดสอบสารพิษวิธีนี้ให้ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม organochlorine และ pyrethroid ในน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการได้

1.4 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม carbamate ในน้ำเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการของ สวพ5

ดำเนินการในปี 2558

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบสารพิษกลุ่ม carbamate ในน้ำโดยใช้เครื่อง HPLC สารพิษที่ทดสอบจำนวน ชนิด 5 methomyl aldicarb matolcarb carbofuran และ carbaryl ใช้วิธีทดสอบ Inhouse method base on AOAC 1995 ผลการทดสอบ range/linearity พบว่าอยู่ในช่วง 0.1- 2.0 ug/l โดยมีค่า Linearity (Correlation coefficient,r) 0.997-0.999 หาค่า accuracy และ precisionที่ความเข้มข้น 0.1, 1.0 และ 2.0 ug/l ประเมินผลการทดสอบ จาก % Recovery พบว่า อยู่ในช่วง 72.7-86.7 และ % RSD อยู่ในช่วง 2.8-12.7 LOD และ LOQ เท่ากับ 0.05 และ0.10 ug/l พบว่าวิธีทดสอบสารพิษวิธีนี้ให้ผลการทดสอบ

อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม carbamate ในน้ำสำหรับห้องปฏิบัติการได้

ชื่อกิจกรรมย่อยที่ 1.2 การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักผลไม้และผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรรวม 36 การทดลอง

1.2.1การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม organophosphorus pyrethroid และ endosulfanใน มังคุด

ดำเนินการในปี 2554-2555

1) ทดสอบการสกัดและ clean upวัตถุมีพิษกลุ่มpyrethroid และ endosulfan 10 ชนิดได้แก่α-endosulfan,β-endosulfan, endosulfan sulfate,bifenthrin, cyhalothrin,permethrin,cyfluthrincypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin โดยทำการทดลอง 5 วิธีการ ดังนี้

วิธีการที่ 1 สกัดโดยวิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 clean up โดย เขย่า SAX: PSA (1:1) และ $MgSo_4$ได้ % recovery เฉลี่ยระหว่าง 55-116% วัตถุมีพิษที่ไม่ผ่านเกณฑ์มี 6 ชนิด

วิธีการที่ 2 สกัดโดยวิธี QuEChERS 2007 ได้ % recovery เฉลี่ยระหว่าง 16-114% วิธีนี้วัตถุมีพิษส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์(ไม่ผ่านเกณฑ์ 7 ชนิด)

วิธีการที่ 3 สกัดโดยวิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 clean up โดย SAX: PSA (1:1) ชะด้วย hexane : CH_2Cl_2 (4:1) และ hexane : CH_2Cl_2 (1:1) ได้ % recovery เฉลี่ยระหว่าง 77-106% วัตถุมีพิษที่ไม่ผ่านเกณฑ์มี 2 ชนิดได้แก่fenvalerate และ deltamethrin

วิธีการที่ 4 สกัดโดยวิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 clean up โดยใช้ silica gel deactivated ด้วยน้ำ 10% ชะด้วย hexane : CH_2Cl_2 (4:1) และ hexane : CH_2Cl_2 (1:1) ได้ % recovery เฉลี่ยระหว่าง 46-265% วัตถุมีพิษที่ไม่ผ่านเกณฑ์ได้แก่bifenthrin และ permethrin

วิธีการที่ 5 สกัดโดยวิธี QuEChERS 2007 โดยใช้วิธีปั่นด้วย Homogenizer และใช้ปริมาณตัวอย่างและสารเคมีเป็น 2 เท่า และ clean up ด้วย SA)X: PSA (1:1) ชะด้วย hexane : CH_2Cl_2 (4:1) และ hexane : CH_2Cl_2 (1:1) ได้ % recovery เฉลี่ยระหว่าง 63-161% โดยวัตถุมีพิษที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ได้แก่ permethrin และ deltamethrin

2)เลือกวิธีการที่ 3 สกัดโดยวิธีประยุกต์ของ Steinwandter (1985) ด้วย acetone, dichloromethane และ sodium chloride clean up และclean up โดยใช้ส่วนผสมของ sorbent ชนิด SAX:PSA อัตราส่วน1: 1 ชะด้วย hexane:dichloromethane 4:1 และ 1:1 มาทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus 18 ชนิด pyrethroidและendosulfan 10 ชนิด ในมังคุด โดยใช้เครื่อง Gas chromatograph ผลการวิเคราะห์กลุ่ม organophosphorusพบว่า linearity/range ของการทดสอบอยู่ในช่วง 0.01- 2.00mg/kg มีค่า LOQ 0.01 mg/kg ยกเว้น EPN, phosalone และtriazophos มีค่า LOQ เท่ากับ0.02mg/kg ส่วนLOD มีค่าอยู่ในช่วง 0.002-0.01 mg/kg ค่า accuracyและ precision ที่ระดับความ

เข้มข้น 0.02, 0.1และ 0.5 mg/kg ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดค่า คือ% recovery อยู่ในช่วง 70-120ค่า%RSD น้อยกว่า 20 และมีค่า HORRAT ไม่เกิน 2ส่วนผลวิเคราะห์สารกลุ่มpyrethroidและ endosulfan ที่ระดับความเข้มข้น 0.02, และ 0.5 mg/kg มีค่า accuracy , precisionผ่านเกณฑ์ที่กำหนดและมีค่า LOQ เท่ากับ 0.02mg/kg

1.2.2 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในชะอมโดยใช้เทคนิค chromatography

ดำเนินการในปี 2554

ทดสอบวิธีวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphorus ด้วยเครื่องเครื่อง GC / FPD ในตัวอย่างชะอม ทดสอบ 3 วิธีได้แก่ Steinwandter H. (1985),QuEChERSและวิธี Kobe ของประเทศญี่ปุ่น โดยวิธีวิเคราะห์ Steinwandter H. (1985)และวิธี Kobe ไม่มีการ clean up ตัวอย่าง และวิธี QuEChERS มีการ clean up ตัวอย่าง 3 วิธี ที่ใช้สารเคมีในการสกัดที่แตกต่างกัน ได้แก่ ใช้ Citrate extraction mix (EN15662) ใช้ acetate buffer (AOAC,2007) และแบบไม่ใช้ buffer (QuEChERS, 2003) ซึ่งวิธี QuEChERS ทั้ง 3 วิธี

ผลการทดสอบวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphorus ในชะอมพบว่า

1) วิธี Steinwandter H. (1985) และ Kobe ซึ่ง ไม่ clean up ตัวอย่างและ QuEChERS 3 วิธีให้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่แตกต่างกันมาก

2) วิธีที่เตรียมตัวอย่างในน้ำแข็งแห้งให้ผลการวิเคราะห์ไม่ดีเท่าวิธีที่ไม่ใช้น้ำแข็งแห้ง

3)วิธีการสกัดที่ให้ผลดีที่สุด คือ การเตรียมตัวอย่างโดยไม่ใช้น้ำแข็งแห้ง และสกัดโดยไม่ใช้ buffer (QuEChERS, 2003) รองลงมาได้แก่วิธี QuEChERS(AOAC,2007) และวิธีอื่นให้ผลการวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกัน ส่วนการเตรียมตัวอย่างโดยใช้น้ำแข็งแห้ง และนำไปสกัดด้วยวิธีต่างๆ ให้ผลการวิเคราะห์ที่ไม่ดีเท่าที่ควร

4) การตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-FPD พบว่าสารที่จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความเป็น polar สูง ซึ่งเป็นสารที่มี retention time ต่ำ ควรต้องระวังในการตรวจวิเคราะห์เป็นอย่างมาก ซึ่งสารเหล่านี้จะทำให้ผลการตรวจวิเคราะห์แปรปรวนได้ง่าย

ในการทดลองครั้งนี้ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์สาร dicrotophos ได้ เนื่องจาก matrix ของตัวอย่างชะอม มี peak ขึ้นตรงตำแหน่งเดียวกันดับสาร dicrotophos และในสภาพการทดลองนี้ peak ของ methidathion และ prothiofos ให้ retention time ที่ตำแหน่งเดียวกันจึงเลือกใช้ prothiofos ซึ่งมีการใช้ในพืชผักมากกว่า methidathion

1.2.3 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างprochlorazในพริก

ดำเนินการในปี 2554

ทำการพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างprochlorazในพริกโดยใช้วิธีวิเคราะห์ของ Navarro et.al (2002) พบมี working range ความเข้มข้นในตัวอย่างในช่วง 0.02-2.00 mg/kg โดย

linearity มีค่า r= 0.9968 มี LODเท่ากับ 0.005 mg/kg และ LOQเท่ากับ 0.01 mg/kg การทดสอบ accuracy พบว่า % recovery ในช่วง 81 – 109 จึงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับคือมีค่าในช่วง 60–120 และ precision พบว่ามี % RSD ในช่วง 7.5-14.7 มีค่า HORRAT < 2

1.2.4 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus, pyrethroid และ endosulfan ในมะม่วง โดยวิธี QuEChERs ด้วยเทคนิค Chromatography

ดำเนินการในปี 2554

ตรวจวิเคราะห์สารมาตรฐานของวัตถุมีพิษorganophosphorus, pyrethroid และ endosulfan ด้วยเครื่อง GC เพื่อหาค่า retention time และปริมาณสารที่เครื่องสามารถตรวจวิเคราะห์ในช่วงที่เป็นเส้นตรง (linearity) นำมากำหนดความเข้มข้นของสารมาตรฐานเพื่อทำ calibration curve ของวัตถุมีพิษแต่ละชนิด ทดสอบการสกัดวิธี QuEChERS ในตัวอย่างมะม่วงเพื่อหา linearity และ working rangeพบว่า สารกลุ่ม organophosphorus, pyrethroid อยู่ในช่วง 0.01-3 mg/kgendosulfan อยู่ในช่วง 0.005 - 0.08 mg/kg

การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์(method validation) เพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่มีความถูกต้องแม่นยำ เหมาะสม รวดเร็ว ทันต่อความต้องการ เสียค่าใช้จ่ายน้อย โดยใช้วิธีวิเคราะห์ QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) (Lehotay, *et al*., 2007) ทำการสกัดตัวอย่างโดยการเขย่าด้วย acetonitrile(MeCN) contianing 1% acetic acid(HAc), anhydrous $MgSO_4$ และ sodium acetate (NaAC) แล้วนำไป centrifuge โดยใช้ primary secondary amine (PSA) และ $MgSO_4$ ในการ ขจัดสิ่งปนเปื้อน(clean up) นำวิธีมาพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ด้วยเทคนิค fortified sample วัตถุมีพิษจำนวน 39 ชนิด ในมะม่วง และตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ด้วยเครื่อง Gas Chromatography/ECD-FPD ตาม parameter ที่ทดสอบ ทำการทดลองในมะม่วงที่ระดับความเข้มข้นของวัตถุมีพิษ 7 ระดับ ในช่วง0.01-1.0 mg/kg ระดับความเข้มข้นละ 7 ซ้ำจากผลการทดสอบการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม organophosphorus, pyrethriod และ endosulfanจำนวน 39 ชนิด ในมะม่วง พบว่าวัตถุมีพิษจำนวน 32 ชนิด มีความเหมาะสมในการทดสอบโดยสามารถตรวจวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง (accuracy) และมีความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ (precision) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ในช่วงความเข้มข้น 0.01-1 mg/kg มีค่า LOD เท่ากับ 0.01mg/kg และ LOQ อยู่ในช่วง 0.01-0.02mg/kgสำหรับ fenvalerate ให้ผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ยอมรับที่ระดับความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.1 mg/kg มีเพียงวัตถุมีพิษจำนวน 6 ชนิดที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบได้แก่ methamidophos, acephate, monocrotophos chlorpyriphos-methyl, parathion-methyl และ permethrin วิธีวิเคราะห์นี้สามารถตรวจวิเคราะห์สารพิษในมะม่วงได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่ทำเป็นงานประจำและต้องการผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ

1.2.5 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มdithiocarbamateในกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิค headspace

ดำเนินการในปี 2554

ตรวจวิเคราะห์สารมาตรฐานของวัตถุมีพิษกลุ่ม dithiocarbamate ด้วยเครื่อง GCโดยใช้เทคนิค headspaceเพื่อหาค่า retention time และปริมาณสารที่เครื่องสามารถตรวจวิเคราะห์ในช่วงที่เป็นเส้นตรง (linearity) นำมากำหนดความเข้มข้นของสารมาตรฐานเพื่อทำ calibration curve ของวัตถุมีพิษ สกัดตัวอย่างเพื่อหา linearity และ working range ทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ตัวอย่างกระเจี๊ยบเขียว เพื่อหา accuracy และ precision ของวิธีวิเคราะห์ ที่ความเข้มข้นในตัวอย่าง 3 ระดับคือ LOQ ระดับกลาง และระดับสูง รวม ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ

ผลการพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มdithiocarbamateในกระเจี๊ยบเขียวด้วยเทคนิค headspace โดยใช้วิธีวิเคราะห์ของ CRL for DTC version 2 (2009) พบมี working range อยู่ในช่วงความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.003-0.013mg/kg โดย linearity มีค่า r> 0.995 ผลการทดสอบaccuracy พบว่า % recovery ในช่วง 75-86 จึงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับคือมีค่าอยู่ในช่วง 60–120

1.2.6 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus,organochlorines, pyrethroids และ carbamate ในมะม่วงเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการของ สวพ.3

ดำเนินการในปี 2554-2556

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ ซึ่งประกอบด้วย specificity/selectivity, range, linearity , limit of detection (LOD), limit of quantitation (LOQ), accuracyและprecision โดยวิธีวิเคราะห์ In house method base on Steinwandter H. 1985. Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius Z Anal. Chem.322:752-754 ซึ่งห้องปฏิบัติการนำมาใช้ทดสอบสารพิษตกค้างในมะม่วงมีความเหมาะสม สามารถนำมาใช้ได้ตามพระราชบัญญัติมาตรฐานสินค้าเกษตรพ.ศ.2551 สอดคล้องกับค่า MRL ของไทย ญี่ปุ่น กลุ่มประเทศในสหภาพยุโรปมีผลการดำเนินการดังนี้

1) Organophosphorus

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีของสาร pirimiphos-methyl, chlorpyrifos, fenitrothion, profenofos, ethionและ triazophosพบว่าวิธีวิเคราะห์มีความเฉพาะเจาะจงไม่พบสัญญาณรบกวนจาก Matrixการพิสูจน์ค่า LODเท่ากับ 0.005 mg/kg ค่า LOQเท่ากับ 0.01mg/kg range/linearityในช่วง 0.01-4.0mg/kgการทดสอบaccuracy และ precision ที่ความเข้มข้น 0.01-1.0mg/kgมี % recovery ในช่วง 77.28-100.36มี% RSDในช่วง 2.36-13.08ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับ

2) Organochlorine และ pyrethroid

ทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนคลอรีน 3 ชนิดคือ α-endosulfan, β-endosulfan และendosulfan sulfate และสารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ 4 ชนิดคือ cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin สรุปผลได้ดังนี้ range/linearity ในช่วง 0.025-0.2mg/kg ค่า LOD และ LOQ ของวิธีทดสอบมีค่า 0.01 และ 0.025mg/kg ตามลำดับ การทดสอบ

accuracy โดยประเมินจากค่า % recovery ที่ระดับความเข้มข้น 0.025- 0.2mg/kg อยู่ในช่วง 70-120การทดสอบ precision ประเมินจาก %RSD ที่ความเข้มข้นระดับต่ำ กลาง สูง มีค่าระหว่าง 2.9 -6.0, 5.2 – 8.6 และ 4.7 – 7.5 ตามลำดับ และเมื่อนำไปประเมิน HORRAT(Horwitz' s ratio)พบว่าอยู่ในเกณฑ์กำหนด (Horwitz' s ratio < 2) ซึ่งจากการประเมินผลการทดสอบโดยวิเคราะห์ค่าต่างๆเหล่านี้พบว่า วิธีทดสอบนี้ให้ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ยอมรับและสามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับห้องปฏิบัติการได้

3) Carbamate

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมทในมะม่วง โดยใช้ High performance liquid chromatopgraphy (HPLC) เพื่อยืนยันคุณลักษณะของวิธีวิเคราะห์และประเมินด้วยวิธีทางสถิติว่า วิธีวิเคราะห์นี้มีความถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือและเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับห้องปฏิบัติการ โดยวิธีทดสอบที่นำมาใช้ดัดแปลงมาจาก QuEChERS ของ AOAC Method ทำการทดสอบและประเมินผลการวิเคราะห์ต่างๆ ด้วยวิธีทางสถิติ ได้แก่ rang, linearity, accuracy, precision, LOD และ LOQ สารพิษที่ทำการทดสอบเป็นสารกลุ่มคาร์บาเมท จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ aldicarb, carbofuran, carbaryl, methomyl และ oxamyl ผลการทดลองมีดังนี้

range/ linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.02-5 mg/kg accuracyมี % recovery มีค่าในช่วง87.5-102.7 precision มีค่า %RSD ในช่วง 1.41-9.16 มีค่า HORRAT <2คือระหว่าง 0.10-0.95 ส่วนLOD และ LOQ ของวิธีทดสอบมีค่า 0.02 และ 0.05mg/kg ตามลำดับ

จากการประเมินผลการทดสอบโดยวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ เหล่านี้ พบว่าวิธีทดสอบนี้ให้ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์ยอมรับตามเกณฑ์การยอมรับสากล สามารถใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ที่ให้ผลถูกต้องแม่นยำและสามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานสำหรับห้องปฏิบัติการได้

1.2.7 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus และ pyrethroid ในพริกและมะม่วงเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการของ สวพ.4

ดำเนินการในปี 2554-2556

1) มะม่วง

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบสารพิษตกค้างได้แก่ range, linearity, accuracy, precision, limit of quantitation (LOQ), limit of determination (LOD) โดยใช้ วิธีที่พัฒนามาจากวิธีของ Steinwandter H. 1985.Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius Z. Anal.Chem. No.1155 สกัดตัวอย่างโดยใช้ acetone และ dichloromethane ทำการกำจัดน้ำด้วยการใช้ sodium sulphate หลังจากนั้นจึงนำมาลดปริมาตรเพื่อทำการเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (preconcentration) และทำการตรวจหาชนิดและปริมาณโดยใช้เครื่องgas chromatography

1.1) Organophosphorus ทดสอบสาร diazinon, pirimiphos methyl, chlorpyrifos, malathion และ ethion ผลการตรวจสอบ range /linearity พบว่าอยู่ในช่วง 0.01 - 4.00 mg/kg ค่า

accuracy ประเมินจาก % recoveryพบว่าอยู่ในช่วง74.542 –115.920 ซึ่ง AOAC กำหนดให้มีค่า 60–120 ค่า precision มีค่า % RSD อยู่ในช่วง 0.988-5.075 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของ AOAC ที่กำหนดค่า ≤ 21 ค่า LOD เท่ากับ 0.005 mg/kg ค่า LOQ เท่ากับ 0.01 mg/kg

1.2) Pyrethroidมี % recovery อยู่ในช่วง 70-110 % RSD <20 ส่วน LOD เท่ากับ0.005 mg/kg และLOQ เท่ากับ0.001 mg/kg

2) พริก

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม organophosphorusได้แก่ diazinon, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos,parathion-methyl, malathion, profenofos, ethion และ ethion โดยใช้วิธีทดสอบ base on stienvandter 1985ใช้แก๊สโครมาโตกราฟ ผลการทดสอบ มี range/ linearityอยู่ในช่วง 0.01 – 4.00 mg/kg มี % recovery อยู่ในช่วง 74.5 –115.9 และ % RSD อยู่ในช่วง0.80-20.30 และค่า HORRAT < 2 ส่วน LOD เท่ากับ0.005 mg/kg และ LOQ เท่ากับ0.001 mg/kg

1.2.8 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม organophosphorus, organochlorine, pyrethroid และ carbamate ในลำไยเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการของ สวพ.6

ดำเนินการในปี 2554-2555

1) Organophosphorus

ผลการพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของสารกลุ่ม organophosphorus ในลำไย พบว่าวิธีวิเคราะห์มี working range อยู่ในช่วงความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.01-4.00 mg/kg โดย linearity มีค่า r >0.995 มี LODเท่ากับ0.005 mg/kg และ LOQเท่ากับ 0.01 mg/kg การทดสอบaccuracy พบว่า % recovery ในช่วง 74 – 103 จึงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับคือมีค่าอยู่ในช่วง 60–120 และ precision พบว่ามี % RSD ในช่วง 3.2 - 8.2 มีค่า HORRAT < 2

2) Organochlorineและpyrethroid

ผลการพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของสาร กลุ่ม organochlorine และpyrethroid มี % recovery อยู่ในช่วง 70-110 และ % RSD <20 ส่วน LOD เท่ากับ 0.005 mg/kg และ LOQ เท่ากับ0.001 mg/kg

3) Carbamate

ดำเนินการตรวจวิเคราะห์ carbofuran, carbaryl, methomyl และ methiocarbในตัวอย่างลำไย โดยใช้เครื่อง HPLC post-column พบว่า linearity /working range อยู่ในช่วง 0.36-5mg/kg R^2 อยู่ในช่วง 0.9957-0.9975 การทดสอบ accuracy และ precision ทดสอบที่ความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.36-5 mg/kg พบว่า accuracy มี % recovery ในช่วง 73.5-105.6 ค่า precision มีค่า HORRAT (Horwitz' s ratio) ≤ 2LOD เท่ากับ0.18 mg/kg และ LOQ เท่ากับ 0.36 mg/kg

1.2.9 การขยายขอบข่ายวิธีวิเคราะห์ QuEChERs เพื่อใช้เป็น screening method ในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ โดยใช้ Liquid Chromatograph/Mass Spectrometry : เทคนิค Liquid Chromatograph/Mass Spectrometry ในผลไม้

ดำเนินการในปี 2554-2558

ศึกษาการใช้วิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างจำนวน 99 ชนิดAcephate, Acetamiprid, Acetochlor, Alachlor, Ametryn, Azinphos-ethyl, Azoxystrobin, Benalaxyl, Bensulfuron-ethyl, Bromacil, Bupirimate, Carbaryl, Carbendazim, Carbofuran, Carboxin, Chlorfenvinphos, Chlorfluazuron, Chlorpropham, Cymoxanil, Cyproconazole, Diazinon, Dichlofluanid, Difenoconazole, Dimethoate,Dimethomorph,Diuron, EPN, Epoxiconazole, Ethion, Ethoprophos, Fenamiphos, Fenarimol, Fenazaquin, Fenobucarb, Fenpropathrin, Fenthion, Fipronil, Flufenoxzuron, Flusilazole, Haloxyfop-methyl, Heptenophos, Hexaconazole, Hexythiazox, Iprovalicarb, Isazofos, Isoprocarb, Isoxaflutole,Kresoxim-methyl, Malathion, Mecarbam, Metalaxyl, Methamidophos, Methidathion, Methiocarb, Methomyl, Metolcarb, Metribuzin, Omethoate, Oxadixyl, Oxamyl, Paclobutrazol, Parathion, Penconazole, Pencycuron, Pendimethalin, Phenthoate, Phorate, Phosalone, Phosmet, Phosphamidon, Phoxim, Pirimicarb, Pirimiphos-ethyl, Pirimiphos-methyl, Prochloraz, Profenofos, Promecarb, Propanil, Propiconazole, Propoxur, Pyraclostrobin, Pyridaben, Quinalphos, Quizalofop-ethyl, Spiromesifen, Tebuconazole, Tebufenozide, Thiabendazole, Thiacloprid, Thiamethoxam, Tolclofos-methyl, Tolyfluanid, Triadimenol, Triazophos, Trichlorfon, Tricyclazole, Trifloxystrobin, Triflumizole และ Triflumuron

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์QuEChERS ที่มีความรวดเร็ว ง่าย ประหยัด มีประสิทธิภาพ ใช้ได้กับตัวอย่างหลายชนิด และมีความปลอดภัย ในตัวอย่างมะม่วง ซึ่งเป็นตัวแทนของผลไม้ที่มีปริมาณของสิ่งเจือปนปานกลาง (moderate pigmented matrix) จะใช้วิธี Dispersive SPE (Solid Phase Extraction) แล้วทำการตรวจหาชนิดและปริมาณของสารพิษตกค้างที่ต้องการศึกษาด้วยเทคนิค liquid chromatograhy ที่ต่ออยู่กับ ionization tandem mass spectrometry (LC-ESI-MS/MS) ที่ตรวจวัดในโหมด positive ion multiple reaction monitoring (MRM) จากผลการทดลองพบว่าวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างข้างต้นสามารถตรวจได้ทั้งชนิดและปริมาณโดยมีค่า limit of quantitation (LOQ) เท่ากับ 5 ug/kg ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่า maximum residue limit (MRLs; 10 ug/kg) ค่าความเข้มข้นของสารพิษตกค้างที่ทำการศึกษาประสิทธิภาพการนำกลับ (recovery) คือ 10, 20 และ 100 ng/g ค่าร้อยละของประสิทธิภาพการนำกลับ (%recovery) มีค่าอยู่ในช่วง 70-120% โดยมี RSD ต่ำกว่า 30%

1.2.10การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในทุเรียน ด้วยวิธี QuEChERS เทคนิค
ดำเนินการในปี 2555

การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุมีพิษจำนวน29 ชนิด ในทุเรียนโดยใช้วิธีวิเคราะห์ QuEChERS ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ด้วยเครื่อง gas chromatography –ECD/FPD ตาม parameter ที่ทดสอบ ทำการทดลองในทุเรียนที่ระดับความเข้มข้นของวัตถุมีพิษ 5 ระดับ คือ 0.01,0.025, 0.1, 0.5 และ 1.0 mg/kg ระดับความเข้มข้นละ 7 ซ้ำจากผลการทดสอบการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม organophosphate จำนวน 29 ชนิดในทุเรียน พบว่าวัตถุมีพิษจำนวน 29 ชนิด มีความเหมาะสมในการทดสอบ โดยสามารถตรวจวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง (accuracy) และมีความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ (precision) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ range ของวิธีวิเคราะห์ที่ความสัมพันธ์เชิงเส้น มีค่า correlation coefficient (r) อยู่ระหว่าง 0.997-1.0 พบว่าวิธีวิเคราะห์สามารถตรวจวิเคราะห์วัตถุมีพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 29 ชนิด อยู่ในช่วง 0.01 – 0.5 mg/kg มีค่า %การวิเคราะห์ย้อนกลับ ระหว่าง ≤ 49-152 % , 60-108 %, 81- 148%, 89-132% และ 88-116% ตามลำดับ มีค่า LOD ในช่วงความเข้มข้น 0.01-0.025 mg/kg วัตถุมีพิษจำนวน 11 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 mg/kg ได้แก่ etroprophos, phorate, chlorpyrifos-methyl, parathion-methyl, malathion ,chlorpyrifos, parathion-ethyl, methidathion, prothiophos, ethion และ triazophos วัตถุมีพิษ13 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.025 mg/kg ได้แก่ dichlovos, omethoate, dicrotophos, dimethoate, diazinon, pirimiphos-methyl, fenitrothion, pirimiphos-ethyl, phenthoate, profenophos, EPN, phosalone และ coumaphos วัตถุมีพิษจำนวน 3 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0.05 mg/kg ได้แก่ acephate, monocrotophos และ phosphamidon วัตถุมีพิษจำนวน 2 ชนิด มีค่า LOQ เท่ากับ 0. 5 mg/kg ได้แก่ methamidophos และ azinphos-methyl

1.2.11การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม pyrazole ในผัก
ดำเนินการในปี 2555-2556

ศึกษาวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม pyrazole 2 ชนิด ได้แก่ pyraclostrobin เป็นสารป้องกันกำจัดโรคพืช และ chlorantraniliprole เป็นสารกำจัดแมลง ทั้งสองชนิดเป็นสารใหม่ที่กำลังนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในต่างประเทศเพื่อทดแทนสารเคมีในปัจจุบันที่เป็นพิษต่อคนและสัตว์ หรือทดแทนสารที่มีพิษตกค้างนาน เนื่องจากออกฤทธิ์เฉพาะเจาะจงกับศัตรูพืช และมีความเป็นพิษต่ำต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ทดสอบการวิเคราะห์สารมาตรฐานทั้งสองชนิดนี้ด้วยเครื่องมือที่มีในทุกห้องปฏิบัติการด้านสารพิษตกค้างของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ HPLC และ GC-ECD พบว่าสามารถวิเคราะห์สาร chlorantraniliprole ได้ทั้ง HPLC และ GC-ECD แต่จะให้ผลดีกว่าเมื่อวิเคราะห์ด้วย HPLC เนื่องจากเป็นสารที่มีมวลโมเลกุลค่อนข้างใหญ่คือ 387.82 และ 483.15 กรัมต่อโมล ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ด้วย HPLC-DAD โดยใช้ acetonitrile : water ที่ 70:30 อัตราการไหลที่ 1 มิลลิลิตรต่อนาที อุณหภูมิคอลัมน์ C-18 อยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส ที่ความยามคลื่น 254 นาโนเมตร เมื่อทดสอบสาร pyraclostrobin จะได้ retention time อยู่ที่ 8.4 นาที ที่ระดับความเข้มข้น 6 ระดับ ในช่วงความเข้มข้น

0.1 – 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ linear range ดังสมการ y = 36.7 x + 0.2154 และ correlation = 0.9999 ส่วนสาร chlorantraniliprole ในช่วงระดับความเข้มข้นเดียวกัน ได้ Linear range ดังสมการ y = 82.3 x - 0.4373 และ correlation = 0.9996สำหรับการวิเคราะห์สารทั้งสองชนิดนี้ด้วย GC-ECD ความไวในการวัดค่อนข้างต่ำ แต่ก็สามารถวัดได้ในช่วงความเข้มข้น 0.1 – 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในความเข้มข้น 4 ระดับ ได้ linear range ดังสมการ y = 8586.06 x – 188.51 และ correlation = 0.9993 ส่วนสาร chlorantraniliprole ในช่วงระดับความเข้มข้นเดียวกัน ได้ linear range ดังสมการ y = 88.13x - 0.9824 และ correlation = 0.9995

เมื่อได้ในสภาวะของเครื่องที่เหมาะสมแล้ว ทำการทดสอบวิธีการสกัดสารพิษตกค้างในผักกาดหอม คะน้า และพริก เพื่อหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพนั้น พบว่าการใช้ตัวทำละลาย acetone และ dichloromethane ที่ใช้ในวิธีการ TM-T04-R03 ของกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ และการสกัดด้วยวิธี QuEChERS ให้ประสิทธิภาพการวิเคราะห์ที่ต่ำกว่าเกณฑ์การยอมรับ (ที่ระดับ 60-115%) ส่วนการสกัดด้วย acetonitrile ให้ผลที่ดีกว่า acetone นอกจากนี้ยังได้ทดสอบการวิเคราะหืสารพิษตกค้างตามวิธีการของ Grant, et. al. (2010) วิธีการของ Dong, et. al. (2012) และวิธีการของ Malhat (2012) พบว่า วิธีการของ Dong, et. al. (2012) ที่ประยุกต์วิธีการ QuEChERS โดยมีการเก็บสารละลายที่สกัดแล้วในอุณหภูมิ -20 เซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที สามารถวิเคราะห์สารพิษตกค้าง pyraclostrobin ได้ผลดีประสิทธิภาพของการวิเคราะห์สารพิษตกค้างนี้ในผักกาดหอม คะน้า และพริก อยู่ในช่วงร้อยละ 66–92, 88–96และ 62-88ค่า RSD<20% สำหรับสารพิษตกค้าง chlorantraniliprole ต้องมีการกำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย florisil cartridge หรือ polymer cartridge ที่เป็น strongly anion exchange หรือ SAX ประสิทธิภาพการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ 60-115% แต่ยังมีความแปรปรวนสูง ต้องมีการปรับปรุงในขั้นตอนการกำจัดสิ่งเจือปน นอกจากนี้ยังได้ทำการทดสอบผลของ matrices ที่มีผลต่อการวิเคราะห์ พบว่าประสิทธิภาพการวิเคราะห์ไม่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดที่ทำการวิเคราะห์ เมื่อได้วิธีการวิเคราะห์ที่เหมาะสมแล้ว จะได้ดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการ ได้แก่ linearity, range, accuracy, precision, LOQ, LOD

1) ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างสารกำจัดแมลง chlorantraniliprole และสารป้องกันกำจัดโรคพืชชนิด pyraclostrobinในตัวอย่าง ผักกาดหอม คะน้า และพริก ที่เป็นตัวแทนของพืชผักที่มี matrices ต่างกันด้วยวิธีการวิเคราะห์ 4 วิธีการ ได้แก่ วิธีการตรวจสารพิษตกค้างที่ กวพ. ได้รับการรับรองแล้ว (TM-T04-R03) วิธีการQuEChERS วิธีการของDang, et. al. (2012)เพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้าง pyraclostrobin และวิธีการของ Singh, et. al. (2012)เพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้าง chlorantraniliprole เลือกวิธี Dang, et. al. (2012) และ Singh, et. al. (2012) ในการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

2) Pyraclostrobinใช้วิธีการของDang, et. al. (2012) ดำเนินการตรวจสอบ range, linearity, accuracy และprecision ผลการทดสอบมีดังนี้range/linearity 0.05-5 mg/kg r > 0.995 accuracy และ precision ในคะน้าที่ระดับความเข้มข้น 0.05 – 5 mg/kg ในผักกาดหอมที่ระดับความเข้มข้น 0.02 – 2 mg/kg และในพริกที่ระดับความเข้มข้น 0.2 – 5 mg/kgaccuracy มี %recovery 70-110% ยกเว้นผักกาดหอมที่ระดับความเข้มข้น 0.02 mg/kg ไม่ผ่านเกณฑ์ ผ่านเกณฑ์ยอมรับที่ 0.05 mg/kgส่วนตัวอย่าง

พริกมีที่ระดับความเข้มข้น 5 mg/kg สูงกว่า 110% เล็กน้อย ในบางซ้ำของการทดสอบ สำหรับ precision และ คำนวณค่าจากสมการ HORRAT พบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ RSD <20% และ HORRAT < 2

3) Chlorantraniliprole ใช้วิธีการของ Singh, et. al. (2012)ดำเนินการตรวจสอบ range, linearity, accuracy และprecision ผลการทดสอบมีดังนี้range/linearity 0.05-2 mg/kg r > 0.995accuracy และ precision ที่ระดับความเข้มข้น 0.05, 0.1, 0.5 และ 2 mg/kg ในคะน้า และผักกาดหอม ผลการวิเคราะห์ ในคะน้า ที่ระดับความเข้มข้น 0.5 และ 2 mg/kg ผ่านเกณฑ์ ได้ค่าเฉลี่ยของ % recovery เท่ากับ 109.74 และ 89.92 ตามลำดับ ส่วนในผักกาดหอม ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 และ 0.5 mg/kg ผ่านเกณฑ์ ได้ค่าเฉลี่ยของ % recovery เท่ากับ 77.74 และ 71.86 ตามลำดับ แต่ที่ระดับความเข้มข้น 2 mg/kg ได้ค่าเฉลี่ยของ recovery เท่ากับ 64.79 ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับ precision และอยู่ในเกณฑ์เมื่อคำนวณจากสมการ HORRAT ส่วนในพริกมีสารรบกวนมาก ไม่สามารถวิเคราะห์โดยใช้ HPLC ได้

1.2.12การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักโดยใช้ Gas Chromatograph/Mass Spectrometry

ดำเนินการในปี 2555

เตรียมสารมาตรฐาน 110 ชนิด ทำการ mixed และนำไปตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง GC /MS เพื่อจัดกลุ่มให้เหมาะสม ทดสอบความพร้อมของ การใช้งาน Database NIST, Japan, Agilent ของเครื่องทำการสกัดตัวอย่าง คะน้า มะเขือเทศ ใบแมงลัก ด้วยวิธี QuEChERS เพื่อนำสารสารละลายที่มาจากการสกัดตัวอย่างมาใช้ในการเตรียมสาร working standard solutionแบ่งกลุ่มสารมาตรฐาน 110 ชนิด นำมาเตรียม working standard solution ที่เตรียมจากสารละลาย ที่สกัดจากตัวอย่าง คะน้า มะเขือเทศ ใบแมงลัก ด้วยวิธี QuEChERS โดยตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC /MS โดยใช้ Database NIST, Japan, Agilent และ software DRS เพื่อหาปริมาณต่ำสุดของสารในตัวอย่าง ที่ตรวจวิเคราะห์ได้โดยใช้ software DRS ของเครื่อง พบว่าความสามารถในการตรวจวิเคราะห์สารต่ำสุดแตกต่างกันตามชนิดของตัวอย่าง พบว่าความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ลดลงเมื่อเทียบกับ working standard solution ที่เตรียมจาก solvent

ทำการทดลองหาผลของ matrix ในตัวอย่างพืช จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ คะน้า ผักกาดขาว พริกและใบแมงลักโดยใช้สารมาตรฐาน 149 ชนิด ตรวจวิเคราะห์ด้วย GC-MS และประมวลผลเปรียบเทียบกับ library สำเร็จรูปที่มากับเครื่อง ซึ่งประกอบด้วย Japan list ที่สามารถประมวลผลได้ 527 ชนิดและ pesticide list (tripest) 926 ชนิดเปรียบเทียบกัน พร้อมใช้สารละลายมาตรฐานที่ไม่มี matrix เปรียบเทียบด้วย โดยเตรียมสารละลายเพื่อเปรียบเทียบที่ความเข้มข้น 0.01, 0.02, 0.05 และ 0.1 mg/kg เพื่อความสะดวกต่อการวิเคราะห์ผลจึงแบ่งสารละลายมาตรฐานเป็น 4 กลุ่ม (mix 1-mix 4) ผลที่ความเข้มข้นสูงสามารถวิเคราะห์สารได้ประมาณ 70 ชนิดที่อยู่ในตัวอย่างพืช แต่ที่ความเข้มข้นต่ำโดยเฉพาะ 0.01 mg/kg วิเคราะห์ผลได้ไม่ถึง 10% และในสารละลายมาตรฐานที่ไม่มี matrix ได้ผลน้อยกว่าใน matrix อย่างไรก็ตามการทดสอบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้ mode ในการวิเคราะห์เป็น scan mode ซึ่งเหมาะสำหรับการ scan ตัวอย่างในเบื้องต้น แต่การวิเคราะห์ที่ให้ผลต่ำกว่านี้อาจใช้ PVT ซึ่งจะต้องมีการพัฒนาต่อไป

1.2.13 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม pyrethroid ในมะม่วงเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการของ สวพ.2

ดำเนินการในปี 2555

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม pyrethroids จำนวน 6 ชนิดสารได้แก่ lambda cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate, และ deltamethrin ในมะม่วง โดยห้องปฏิบัติการได้ทำการศึกษาใน 6 ปัจจัยหลัก คือ range, linearity, accuracy, precision, limit of detection (LOD), และ limit of qualitation (LOQ) และจากผลการทดสอบ range และ linearity, พบว่า R^2 อยู่ในช่วง 0.995-0.999 ซึ่งผ่านเกณฑ์การยอมรับ คือ R^2> 0.995 และการตรวจสอบ accuracy ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.02, 0.30, และ 2.0mg/kg ได้ค่า mean% recovery อยู่ระหว่าง 70-91, 91-109, และ 84-97 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์การยอมรับ ในส่วนของการตรวจสอบ precision ที่ 3 ระดับความเข้มข้นคือ 0.02, 0.10 และ 1.0mg/kg พบว่า HORRAT อยู่ในช่วงระหว่าง 0.62-0.99, 1.15-1.70, และ 1.51-1.92 ตามลำดับ ซึ่ง ผ่านเกณฑ์การยอมรับคือ มีค่า Horwitz's ratio< 2และนอกจากนี้การตรวจสอบที่ระดับความเข้มข้น LOD ของสารพิษตกค้างแต่ละชนิด ซึ่งให้ค่า signal to noise > 2 ได้ค่า LOD อยู่ในช่วง 0.002-0.009 mg/kg และได้ค่า LOQ ที่ระดับความเข้มข้น 0.02mg/kg ซึ่งจากผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าวิธีวิเคราะห์มีความถูกต้องและแม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ และสามารถใช้เป็นวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างทางการเกษตรกลุ่ม pyrethroid ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 และใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ในการขอขยายขอบข่ายการรับรองห้องปฏิบัติการได้

1.2.14การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม organochlorine, pyrethroid และ carbamate ในมะม่วงเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการของ สวพ.5

ดำเนินการในปี 2555-2556

1)Organochlorine และ pyrethroid

ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างมะม่วงเพื่อหา accuracy และ precision ของวิธีวิเคราะห์ในตัวอย่างมะม่วงโดยทำการทดลองความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ พบว่าสาร กลุ่ม pyrethroid และendosulfanมี % recovery อยู่ในช่วง 70-110 และ % RSD <20 ส่วน LOD เท่ากับ 0.005 และ LOQเท่ากับ 0.01 mg/kg

2)Carbamate

ตรวจวิเคราะห์กลุ่ม carbamate ได้แก่ aldicarb, metolcarb, isoprocarb, fenobucarb และ promecarbในตัวอย่างมะม่วงพบว่ามีrange /linearity ในช่วง 0.05 - 2 mg/kg มีค่า R^2 0.996-0.998 การทดสอบที่ความเข้มข้นในช่วง0.05-2 mg/kg มี % recovery ในช่วง71-115 % ส่วน % RSD ในช่วง 2.44-15.84 ค่า LODเท่ากับ0.03 mg/kgและค่า LOQเท่ากับ0.05 mg/kg

1.2.15 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง spinetoram ในมะม่วง

ดำเนินการในปี 2555

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ วัตถุมีพิษspinetoramซึ่งมี 2 isomer คือ XDE-175-J และ XDE-175-Lและสาร metabolite 5 ชนิด คือ XDE-175-N-formyl-J, XDE-175-N-demethyl-L และ XDE-175-N-demethyl-J รวมทั้งสิ้น 5 สาร ทดสอบในตัวอย่างมะม่วงโดยใช้วิธี Steinwandter และ QuEChERS โดยใช้เครื่อง LC/MS/MS ผลการทดสอบ linearity,working range พบว่าอยู่ในช่วง 3-1,000ng/mLaccuracy, precision ของวิธี Steinwandter มี % recovery อยู่ในช่วง 82-101และ%RSD อยู่ในช่วง 1-2วิธี QuEChERSมี % recovery อยู่ในช่วง 68-120 และ % RSD อยู่ในช่วง 9-14 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

1.2.16การพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง chlormequat และ mepiquat ในผลไม้ โดยใช้ Liquid Chromatograph/Mass Spectrometry

ดำเนินการในปี 2555-2556

สภาวะของเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ LC-MS/MS สำหรับนำไปประยุกต์ใช้หาสภาวะที่เหมาะสม ได้แก่ ชนิดของ Column (HILIC 150 mm×2.1 mm, 3μm), Flow rate (0.2 – 1.0 mL/min), Injection volume (5-20 μL), Ionic strength of mobile phase (10-50 mM formic/ammonium formate) และ Fragment, Dewell time, Collision จากผลการทดลองพบว่าเมื่อความเข้มข้นของ ammonium fornmate buffer เพิ่มขึ้น สารจะถูกชะออกจากคอลัมน์เร็วและมีค่า retaintion time น้อย และมีค่าความว่องไว (sensitivity)สูงดังนั้นจึงเลือก 50 mM ammonium formate buffer ในการตรวจวิเคราะห์

ศึกษาวิธีการสกัด chlormequat และ mepiquat ในมะม่วง โดยเลือกวิธีการสกัด 3 วิธีได้แก่ QuEChERS, สกัดตัวอย่างด้วย 1% formic acid in acetonitrile และสกัดตัวอย่างด้วย 1% Formic acid in Methanol โดยทดสอบที่ความเข้มข้น 0.05 mg/kgพบว่า วิธีการสกัด 3 วิธีสาร chlormequat มี % recovery 97.47, 100.27 และ 94.47 และ %RSD 8.69, 6.38และ 13.31ตามลำดับสาร mepiquat มี % recovery98.07, 111.33และ119.80และ %RSD 10.42,4.86 และ 4.65ตามลำดับซึ่งผ่านเกณฑ์การยอมรับทั้ง 3 วิธี

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์chlormequat และ mepiquat ในตัวอย่างมะม่วง โดยใช้วิธีทดสอบ QuEChERS (base on QuPPe-Method, Anastassiades *et al*. (2011)) ผลการทดสอบ specificity/selectivity)พบว่าไม่มี matrix effect จึงใช้สารมาตรฐานที่เตรียมใน solvent ในการหาปริมาณ working range/ lnearity ของสารทั้ง 2 ชนิด อยู่ในช่วง 0.005-5.0 mg/kg พบว่าค่า R^2≥0.995accuracy และprecision ที่ 0.05-1.00 mg/kg สารchlormequatมี% recovery อยู่ในช่วง 90-107 %RSD อยู่ในช่วง 3.45 -5.85 สารmepiquat มี% Recovery อยู่ในช่วง94 -114 และ %RSD อยู่ในช่วง 3.32-4.92สารทั้ง 2 ชนิดมีค่า limit of detection เท่ากับ 0.01 mg/kgและค่าlimit of quantitation เท่ากับ 0.02 mg/kg

1.2.17การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่ม phenylurea ในผลไม้

ดำเนินการในปี 2555

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่มฟีนิลยูเรีย (phenylurea) ในสับปะรดเป็นการพัฒนาและปรับวิธีการจากวิธีมาตรฐาน คือ QuEChERs, SweEt Method และ Steinwandter (1985) ด้วยเครื่อง HPLC-UVโดยเลือกวิธีการที่ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ยอมรับมาใช้เป็นวิธีวิเคราะห์สำหรับห้องปฏิบัติการ จากการเปรียบเทียบวิธีการสกัดทั้ง 3 วิธี การสกัดสารพิษตกค้างด้วยวิธี QuEChERs (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe) ให้ผลการตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสกัดตัวอย่างสับปะรดด้วย acetonitrile, magnesium sulfate และ Sodium chloride นำส่วนที่สกัดได้ไปทำการขจัดสิ่งปนเปื้อน (clean up) ด้วย primary secondary amine (PSA) และ magnesium sulfate แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC /UV ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์โดยการใช้เทคนิค fortified sample ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กลุ่ม phenylurea ที่ทำการตรวจสอบ ได้แก่ diuron และ isoproturon พารามิเตอร์ๆ ที่ใช้ในการตรวจสอบ ได้แก่ range, linearity, accuracy, precision, limit of quantitation (LOQ) และ limit of detection (LOD)

ผลการตรวจสอบพบว่า range/linearity ของสารทั้ง 2 ชนิด มีค่า correlation coefficient (R^2) > 0.995 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดย range ของการทดสอบอยู่ในช่วง 0.01 – 2.00 mg/kg การพิสูจน์ accuracy จากการหา % recovery อยู่ในช่วง 75.9 -109.2 precision ของสารพิษตกค้าง ให้ค่า HORRAT ไม่เกิน 2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ มีค่า LOD เท่ากับ 0.005 mg/kg และมีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 mg/kg

1.2.18 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง captan และ folpet ในผลไม้ ดำเนินการในปี 2555

ตรวจวิเคราะห์สารมาตรฐานของวัตถุมีพิษเครื่อง GC /MS/MS โดย GC-MSD/SIM folpet มีค่า retention time ที่ 9.12Qlon =147, 76, 104captan มีค่า retention time ที่ 9.38 Qlon = 79, 151, 80, 77

เปรียบเทียบโครมาโตรแกรมของสารมาตรฐานในตัวทำละลายในสิ่งปนเปื้อนที่สกัดจากตัวอย่าง (matrix) ในตัวทำละลาย+analyte protectants (AP) และใน matrix+analyte protectants (AP) พบว่าเมื่อเติมanalyte protectants (AP) ให้พีคของสารมาตรฐานมี sensitivity ที่ดีที่สุดเนื่องanalyte protectants (AP)จะช่วยทำให้พีคสูงและแคบขึ้น และพบว่าสารปนเปื้อนที่สกัดจากตัวอย่าง (matrix) ส่งผลให้ response ของพีค ของสาร captanและ folpet สูงขึ้นเมื่อเทียบกับการเตรียมสารมาตรฐานในตัวทำละลาย ซึ่งทำให้ต้องเตรียมสารมาตรฐานใน matrix เพื่อคำนวณปริมาณสารตกค้าง

เปรียบเทียบวิธีการสกัดระหว่างวิธี Stienwandter กับ QuEChERS โดยพิจารณาจากค่าRecoveryที่ความเข้มข้น0.5mg/kg พบว่าวิธี Stienwandter พบว่า % recovery สาร folpet ในช่วง 68-72 สารcaptan ในช่วง 62-98 วิธี QuEChERS พบว่า % recovery สารfolpet ในช่วง 60-70 สารcaptan ในช่วง 66-72

ทดสอบการสลายตัวของสารจาการเตรียมตัวอย่างโดยเตรียมที่อุณหภูมิห้อง และที่ความเย็นสูงโดยใช้น้ำแข็งแห้ง นำมาสกัดด้วยวิธี QuEChERS และวิธี Steinwandter (1985) ศึกษา ในตัวอย่างองุ่นโดยเปรียบเทียบตัวอย่าง พบว่า ในการวิเคราะห์สารพิษตกค้างcaptan และ folpetในองุ่นโดย GC-MSD/SIM ใช้ได้

ดีกับวิธี Stienwandterและจะให้ผลดียิ่งขึ้นเมื่อใช้น้ำแข็งแห้งในขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างและเติม analyte protectants (AP)ในขั้นตอนก่อนการฉีดตัวอย่างเข้าเครื่อง GC-MSD

1.2.19 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง emamectin benzoate ในมะพร้าว

ดำเนินการในปี 2556

ทดสอบวิธีวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง emamectin benzoate emamectin B1a และemamectin B1bโดยใช้ LC-MS/MSและวิธีทดสอบ QuEChERSมีผลการทดลองดังนี้การศึกษา range จากผลการทดลองพบว่าวิธีวิเคราะห์ emamectin benzoate (emamectin B1a และ emamectin B1b) มีค่า range/linearity อยู่ในช่วง 0.002-1.00 mg/kgการศึกษา accuracy ที่ความเข้มข้น 0.004- 0.10 mg/kg พบว่าemamectin B1a มี % recovery ในช่วง 83-102 emamectin B1b มี % recovery ในช่วง 70-106 precisionมีค่า HORRAT <2 ค่าlimit of detection เท่ากับ 0.004 mg/kg และค่า limit of quantitation เท่ากับ 0.02 mg/kg

1.2.20 การศึกษาความคงตัว (Stability)ในการเก็บรักษา สารมาตรฐานกลุ่ม organophosphorus ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ดำเนินการในปี 2556

ศึกษาสารละลายมาตรฐาน กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส 11 ชนิดdimethoate, diazinon, parathion-methyl,pirimiphos-methyl,chlorpyrifos, pirimiphos-ethyl. methidathion, profenofos, ethion, triazophos และ EPN

20.1 สารมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ความบริสุทธิ์สูง ที่วันหมดอายุแตกต่างกัน (วันหมดอายุตั้งแต่ปี 2003-2015) โดยนำมาเตรียม Working Standard ความเข้มข้น 0.2 ppm แล้วตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC นำ response ของเครื่องวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานที่ยังไม่หมดอายุ โดยให้responseของมาตรฐานที่ยังไม่หมดอายุ เป็น 100 % โดยสารที่ยังคงสามารถใช้ได้ต้องมี response ในช่วง 90-110 % พบว่า สารมาตรยังคงสภาพแม้ว่าหมดอายุไปแล้ว มีดังนี้ methidathion หมดอายุไปแล้ว 12 ปี chlorpyrifos, pirimiphos methyl และ diazinon หมดอายุไปแล้ว 11 ปี EPNและ triazophos หมดอายุไปแล้ว 7 และ 6 ปีตามลำดับส่วนสารอื่นๆไม่คงสภาพเมื่อหมดอายุไปแล้ว ได้แก่ dimethoate 3 ปี, parathion methyl 5 ปี, pirimiphos ethyl 6 ปี , profenophos 4 ปี, ethion 5 ปีแสดงให้เห็นว่าสาร chlorpyrifos, irimipphos methyl, methidathion และ diazinon เป็นสารที่มีความคงทน สามารถนำไปใช้ได้แม้ว่าหมดอายุไปแล้วมากกว่า 10 ปี และtriazophos และ EPN แม้ว่าหมดอายุไปแล้วมากกว่า 6 ปี เมื่อเก็บรักษาไว้ที่ -20°C

20.2 ศึกษาความคงตัวของ internal standard solutionความเข้มข้น 50 ppm ที่เก็บรักษาที่ -20°C ที่ระยะเวลา 1,2,3,4,5 และ 6 เดือนเทียบกับสารมาตรฐานที่เตรียมใหม่พบว่ามี % RPD 0-6 แสดงว่าสารมาตรฐาน intermediate solution ให้มีอายุการใช้งานนาน 6 เดือน

20.3 ศึกษาความคงตัวของ working standard ความเข้มข้น 0.2 ppm ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20°C ที่ระยะเวลา 28 วัน พบว่าสารมาตรฐานที่ได้เตรียมเป็น working standard solution มีระยะเวลาในการเก็บรักษาและใช้งานโดยที่ยังคงประสิทธิภาพของสารมาตรฐานไว้ ไม่เกิน 1 เดือน

20.4 เปรียบเทียบความคงตัวของสารละลายมาตรฐานกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสความเข้มข้น 0.2 ppm ที่เก็บรักษาทีอุณหภูมิห้อง ที่ระยะเวลา 0-4 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่า dimethoate, diazinon , methidathion และprofenofos มีความคงตัวที่ 1 สัปดาห์ parathion-methyl pirimiphos methyl, chlorpyrifos, pirimiphos –ethyl. ethion, triazophos และ EPNความคงตัวที่ 4 สัปดาห์

1.2.21 การศึกษาความคงตัว (Stability) ในการเก็บรักษา สารมาตรฐานกลุ่ม carbamate ที่อุณหภูมิต่าง ๆ ดำเนินการในปี 2556

ศึกษาสารละลายมาตรฐาน กลุ่มcarbamate 7 ชนิด ได้แก่ carbofuran-3-hydroxy, carbofuran, carbaryl, isoprocarb, methiocarb, methomyl และ promecarb

21.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของสัญญาณ (respond) ของสารมาตรฐานที่หมดอายุ กับ สารมาตรฐานที่ยังไม่หมดอายุโดยให้ เปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (% RPD)ไม่เกิน 10% ทดสอบสารมาตรฐาน ที่อายุแตกต่างกัน(วันหมดอายุ ตั้งแต่ปี 2006-2017)โดยเตรียมสารมาตรฐานเป็น working standard ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS พบว่า carbofuran และ methomyl ยังคงใช้ได้เมื่อหมดอายุแล้วไม่เกิน3 ปีส่วนสารอื่น มีสารมาตรฐานที่หมดอายุไม่เพียงพอที่จะสรุปความคงทนได้แต่พบว่า ไม่สามารถmethiocarb หมดอายุไปแล้ว 7 ปีและ carbofuran-3-hydroxy หมดอายุไปแล้ว 9 ปีส่วนสารที่ยังคงใช้ได้เมื่อหมดอายุแล้วได้แก่ promecarbหมดอายุแล้ว 2 ปีและisoprocarbหมดอายุแล้ว1ปี

21.2 นำสารมาตรฐานที่เตรียมไว้ ที่ยังไม่หมดอายุ มาเตรียม mixedintermediate standard solution ความเข้มข้น 100 ppm นำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ-20^{0}C มีความคงทนที่ 6 เดือน มี % RPD ในช่วง 1.5-3.8 เมื่อเทียบกับสารมาตรฐานที่เตรียมใหม่ ส่วนที่ 7 เดือนมีการสลายตัว โดยมี % RPD ในช่วง 13.5-26.1

21.3 ศึกษาความคงตัวของ working standardความเข้มข้น 0.1 ppm เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่าง -20^{0}C เปรียบเทียบความแตกต่างของสัญญาณ (respond) กับสารมาตรฐานที่เตรียมขึ้นใหม่ พบว่า มีอายุการใช้งานได้ 30 วันมี (% RPD ในช่วง 4.0-4.6) และไม่เกิน 45 วัน (% RPD ในช่วง 5.7-10.0)

21.4 การเปรียบเทียบการเก็บรักษาworking Standard ความเข้มข้น 0.1 ppm ที่อุณหภูมิ –20,4 และ 25 ^{0}C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าสารมาตรฐานยังคงสภาพเมื่อเก็บรักษานาน 4,2 และ 1 สัปดาห์ตามลำดับ ยกเว้น isoprocarb ยังคงสภาพเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ4 ^{0}C นาน 3 สัปดาห์

1.2.22 การศึกษาความคงตัว (Stability) ในการเก็บรักษา สารมาตรฐาน abamectin ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ดำเนินการในปี 2556

1)เปรียบเทียบความคงตัวของสารมาตรฐาน abamectin ที่เป็น Primary standard เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่าง -20^{0}C โดยเปรียบเทียบ Area ของสารมาตรฐาน abamectin ที่มีวันหมดอายุแตกต่างกันโดยให้สารมาตรฐานที่หมดอายุ 2013 คิดเป็น 100% แล้วนำสารมาตรฐานที่หมดอายุปี ค.ศ 2010, 2007 และ 2005 มาเปรียบเทียบให้ผล % RPD เท่ากับ 18.40, 19.16 และ 20.85 ตามลำดับ ถ้ากำหนด % RPD แตกต่างกันไม่เกิน 10% ดังนั้นสารมาตรฐาน abamectin ที่หมดอายุเกิน 3 ปีไม่สามารถนำมาใช้ในการตรวจวิเคราะห์เชิงปริมาณได้

2)การศึกษาความคงตัวของ intermediate standard ความเข้มข้น 100 ppm เก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20^{0}C ที่ระยะเวลาต่างๆผลจากการศึกษา พบว่าในเดือนที่ 3 มีค่า %RPD=9.34 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้ 10 % ดังนั้นจึงควรเก็บรักษาได้ไม่เกิน 2 เดือนซึ่งมีค่า%RSD เท่ากับ 4.92

3)จากการศึกษาความคงตัวของ working standard ความเข้มข้น 0.5 ppm เก็บไว้ที่อุณหภูมิต่าง -20^{0}C ที่ระยะเวลาต่างๆผลการเปรียบเทียบความแตกต่าง (%RPD) พบว่าการเก็บรักษาในช่วง 0 - 45 วัน ให้ผล % RPD ไม่เกิน 10% ส่วนที่ 60 – 105 วันให้ผล % RPD >10 ดังนั้น working standard ของ abamectin มีอายุใช้งานไม่เกิน 45 วัน

4)เปรียบเทียบความคงตัวของสารละลายมาตรฐาน abamectin เข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ –20, 5, 25 และ 40 องศาเซลเซียส โดยศึกษา 10 สัปดาห์ พบว่า ที่อุณหภูมิ –20 และ **5**^{0}C สารมาตรฐานมีความคงทน 5 สัปดาห์โดยไม่เสื่อมสภาพ ที่อุณหภูมิ 2**5**^{0}C สารมาตรฐานมีความคงทนมีความคงทน 2 สัปดาห์ และ ที่อุณหภูมิ 40^{0}C สารมาตรฐานมีความคงทนมีความคงทน 1 สัปดาห์

1.2.23 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในพืชที่มีความเป็นกรดสูง

ดำเนินการในปี 2556

ทำการทดสอบการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในพืชที่มีความเป็นกรดสูง ในพืชตระกูลส้ม (citrus fruits) โดยใช้วิธีการสกัดแบบ QuEChERS โดยใช้ acetronitrile และ magnesium sulfate และขจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย PSA , GCB และ magnesium sulfate การทดสอบหา working range/ linearity พบว่าสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ในช่วง 0.02 – 4.0 mg/kg สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีน มีค่าอยู่ในช่วง 0.01 – 1.0 mg/kg สารกลุ่มไพรีทรอยด์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.06 – 4.0 mg/kg accuracy ของวิธีสกัด มี % recovery อยู่ในช่วง 70-120 % และ precision ของวิธีการสกัด มี % RSD < 20

1.2.24 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม neonicotinoid ในผลไม้

ดำเนินการในปี 2556

ศึกษาการตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่ม neonicotinoid insecticide ได้แก่ acetameprid, clothianidin, dinotefuran, imidacloprid, thiacloprid, thiamethoxam และสารละลายมาตรฐานอนุพันธ์ของ imidacloprid ได้แก่6-chloronicotinic acid,IMI olefin,IMI5-hydroxy,IMI dihydoxyและ IMIureaรวม 11 ชนิด

ทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ QuEChERS (2003)ของสาร 7 ชนิดได้แก่ acetamiprid, chlothianidin, dinotefuran, imidacloprid, thiacloprid , thaimethoxamและ 6-chloronicotinic acid ในตัวอย่างมะม่วงด้วยเครื่อง HPLC-UV โดยทดสอบ linearity/working range อยู่ในช่วง 0.01-2.0 mg/kg accuracy มี %recovery ในช่วง 86 – 110%(ยกเว้น 6-chloronicotinic acid ในช่วง 64 – 80% limit of detection (LOD) เท่ากับ 0.005mg/kg และlimit of quantification (LOQ) เท่ากับ 0.01mg/kg

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MSของสารกลุ่ม neonicotinoid insecticide 11 ชนิดเพื่อกำหนดค่าMRM Precusor/Product Ion Transitions and Instrument Conditionจนได้สภาวะของเครื่อง LC-MS/MSที่สามารถนำไปใช้ตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม neonicotinoid insecticide 11 ชนิดได้

1.2.25 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม carbamate ในพริกเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการของ สวพ.2

ดำเนินการในปี 2556

ทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ที่พัฒนาขึ้นเองของกรมวิชาการเกษตร ทดสอบสารกลุ่มคาร์บาเมท 9 ชนิด ได้แก่methomyl, carbofuran-3-OH, aldicarb, carbofuran, carbaryl, isoprocarb, fenobucarb, methiocarb และpromecarb ในตัวอย่างพริก ด้วยเครื่อง HPLC พบว่าค่าrange /linearity อยู่ในช่วง 0.01- 1.50 mg/kg ค่า LOD เท่ากับ 0.005 mg/kg (ยกเว้น methomyl เท่ากับ 0.005 mg/kg) และ LOQ เท่ากับ 0.01 mg/kg (ยกเว้น methomyl เท่ากับ 0.02 mg/kg) ค่า accuracy ที่ 0.01-1.00 mg/kg โดยการหา % recovery อยู่ในช่วง 60-120 precision มี ค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.18-1.68

1.2.26 การศึกษาความคงตัว (Stability) ในการเก็บรักษาสารมาตรฐานกลุ่ม Pyrethroid ที่อุณหภูมิต่างๆ

ดำเนินการในปี 2557

1)ศึกษาความคงตัวของสารมาตรฐานกลุ่มpyrethroid โดยตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ศึกษาสารจำนวน 10 ชนิดได้แก่ α-endosulfan, β-endosulfan, endosulfan-SO4, bifenthrin, L-cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrinซึ่งเป็น primary standardโดยเปรียบเทียบความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน working standard ความเข้มข้น 0.1 ppm ที่เตรียมจากสารที่หมดอายุกับสารมาตรฐานที่ไม่หมดอายุ พบว่าสารมาตรฐานที่มีความคงทน1 ปี ได้แก่ bifenthrin และ

deltamethrin สารมาตรฐานที่มีความคงทน2 ปี ได้แก่ cyfluthrin สารมาตรฐานที่มีความคงทน3 ปี ได้แก่α-endosulfanและ β-endosulfan ส่วนสารมาตรฐานที่มีความคงทนน้อยกว่า5 ปี ได้แก่ L-cyhalothrin, permethrin และ fenvalerate ส่วนสารมาตรฐาน endosulfan-SO4 และ cypermethrin ไม่สามารถสรุปความคงทนได้เนื่องจากไม่มีสารมาตรฐานที่หมดอายุ ที่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้

2)ศึกษาความคงตัวของ intermediate standard ความเข้มข้น 100 ppm เก็บรักษาที่อุณหภูมิ-20^{0}C โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นระหว่างสารละลายมาตรฐานที่เตรียมขึ้นใหม่ (fresh intermediate) กับความเข้มข้นที่เก็บรักษาที่เวลาแตกต่างกัน ซึ่งจากผลการทดลองในช่วงเดือนที่ 1-6มีค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง (difference) อยู่ในช่วง 0.995-9.644 ซึ่งไม่เกิน 10% ยกเว้น cypermethrin เดือนที่ 6 มีค่าเปอร์เซนต์ความแตกต่าง (Difference) เท่ากับ 16.216 แสดงว่าintermediate standard ความเข้มข้น 100 ppm ของสารกลุ่มpyrethroid มีอายุ 6 เดือน โดยการเก็บรักษาที่ -20 ^{0}C ยกเว้น cypermethrin มีอายุ 5 เดือน

3)ศึกษาความคงตัวของworking standard ความเข้มข้น 0.1 ppm ที่อุณหภูมิ 25 และ4 $^\circ$Cนาน 4 สัปดาห์ พบว่าที่อุณหภูมิ4 $^\circ$Cสาร α-endosulfan, β-endosulfan ,endosulfan-SO4และfenvalerate มีอายุการใช้งาน 4 สัปดาห์สารbifenthrin, L-cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin และ deltamethrin มีอายุการใช้งาน 3 สัปดาห์ส่วนที่อุณหภูมิ25 $^\circ$C ทุกสารมีอายุการใช้งาน 2สัปดาห์

1.2.27 การศึกษาประสิทธิภาพของการสกัดสารพิษตกค้างกลุ่ม Pyrethroid และ Organophosphorus ในผักผลไม้ด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ

ดำเนินการในปี 2557

ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง โดยใช้ขั้นตอนของวิธีการตรวจสารพิษตกค้างที่ กวพ.ได้รับการรับรองแล้ว (TM-T04-R03) คัดเลือกและเตรียมสารมาตรฐานกลุ่ม pyrethroid จำนวน 5 สารมาตรฐาน ได้แก่ bifenthrin, L-cyhalothrin , cypermethrin ,fenvalerate และdeltamethrin สารมาตรฐานกลุ่ม organophosphorus จำนวน 9 สารมาตรฐาน ได้แก่ dichlorvos , diazinon , pirimiphos-methyl , chlorpyrifos ,pirimiphos-ethyl , prothiophos , ethion , triazophos และ EPN

ทำการวิเคราะห์ในตัวอย่าง 3 ชนิด ได้แก่ ผักคะน้า , ผักกาดขาว และ มะม่วงเพื่อทดสอบหา recovery อย่างน้อยสามระดับความเข้มข้น (สูง กลาง ต่ำ) โดยใช้ตัวทำละลายที่เลือกใช้เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ acetone ,hexane ethyl acetate ,acetonitrile และตัวทำละลายผสม hexane กับ ethyl acetate วิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยเทคนิค GC-ECD และ GC-FPD

ทดสอบ accuracy และ precision ของการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม pyrethroid และ กลุ่ม organophosphorus ในมะม่วงคะน้า และผักกาดหอม ที่ระดับความเข้มข้น 0.05 – 1.0 mg/kg โดยทดสอบความเข้มข้นละ 7 ซ้ำ ผลการทดสอบ พบว่า

1) การใช้ acetone สกัดสารพิษตกค้างทั้งสองกลุ่ม ผ่านเกณฑ์ทดสอบ accuracy ที่ระดับ 60 – 110 % ทั้งสามตัวอย่างที่ทำการทดลอง ยกเว้นในตัวอย่างผักคะน้าที่มีสารรบกวนการวิเคราะห์มาก ทำให้สารพิษตกค้างบางสาร มีเปอร์เซ็นต์การคืนกลับที่ต่ำกว่า 60% เล็กน้อย ในบางซ้ำของการทดสอบ ซึ่งต้องมีการทดสอบเพิ่มเติม

2) การใช้ acetonitrile และตัวทำละลายผสม hexane กับ ethyl acetate ในตัวอย่างทั้งสามชนิด พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่ก็มีค่าผ่านเกณฑ์ทดสอบ accuracy ที่ระดับ 60 – 110 % ยกเว้นสาร dichlorvos ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับสูงมากกว่า 110 %

3) การใช้ ethyl acetate และ hexane ในตัวอย่างทั้งสามชนิด ข้อมูลส่วนใหญ่ ให้ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับที่สูงกว่า 110 % ไม่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ

1.2.28 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus, pyrethroid และ endosulfan ในพืชน้ำมัน

ดำเนินการในปี 2557-2558

ศึกษาสารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus ได้แก่ dimethoate, diazinon, parathion-methyl, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos , parathion-ethyl, pirimiphos-ethyl และ profenofos กลุ่ม pyrethroid ได้แก่ cypermethrin, lamda-cyhalothrin และ, permethrin และ endosulfan ได้แก่ alpha-endosulfan, beta-endosulfan และ endosulfan sulphate ตรวจวิเคราะห์โดยเครื่อง gas chromatograph หัวตรวจวัด FPD และ ECD ศึกษาถั่วเหลืองเป็นตัวแทนของพืชน้ำมันทำการศึกษาวิธีสกัดและกำจัดน้ำมันออกจากถั่วเหลืองเนื่องจากถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีน้ำมันสูงโดยถั่วเหลือง 100 g ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต30.16 g ไขมัน19.94 g และโปรตีน 36.49 g

ทดสอบการ clean up โดยสกัดตัวอย่างด้วยวิธี QuEChERS และทดสอบการclean up เพื่อขจัดน้ำมันรวม 5 วิธีได้แก่ การไม่ใช้สารclean up , การแช่แข็ง (freezing out)ร่วมกับใช้สารPSA, ใช้สาร PSA, ใช้สาร PSA และC18 และใช้สาร PSA และ MgSO4 นำไปหาปริมาณน้ำมันโดยการ ชั่งน้ำหนัก พบว่าวิธี freezing out +PSA สามารถลดปริมาณน้ำมัน ได้เพียง 29% ส่วนวิธีการอื่นๆสามารถลดปริมาณน้ำมัน ได้ 47-50%

การหาประสิทธิภาพของวิธีการสกัดและขจัดสิ่งปนเปื้อน 3 วิธีดังนี้

1) วิธี QuEChERS ของ European method – EN 15662 (2007) โดยสกัดด้วย acetonitrile และ Clean up ด้วย Sampli Q ENdispersive SPE นำไปตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphorus, pyrethroid และ endosulfan

2) วิธีประยุกต์ของ Steinwandter 1985 โดยสกัดด้วย acetone, sodium chloride และ dichloromethane นำไปตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphorus แบ่งสารละลายตัวอย่างไป clean up ด้วย silica gel ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10 % นำไปตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan

3) วิธีประยุกต์ของ Netherlands method โดยสกัดด้วย acetonitrile,sodium chloride และ dichloromethane และ partition ด้วย acetonitrile ที่อิ่มตัวด้วย hexane นำไปตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphorus แบ่งสารละลายตัวอย่างไป clean up ด้วย florisil นำไปตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan

ผลการทดสอบพบว่าสามารถใช้วิธีที่ 3 ในการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสใช้วิธีที่ 2 ในการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่มออร์กาโนคลอรีนและไพรีทรอยด์ ในพืชน้ำมัน

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์โดยสกัดตัวอย่างด้วยวิธีที่ 3 ร่วมกับการนำตัวอย่างแช่ตู้เย็น -20 $^{\circ}$C 2 ชั่วโมง (freezing out)ก่อนทำการ partition นำไปตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphorus แบ่งสารละลายตัวอย่างไป clean up ด้วย silica gel ที่ deactivated ด้วยน้ำ 10 % (วิธีที่ 2) นำไปตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan พบว่า range / linearity สารกลุ่ม organophosphorus อยู่ในช่วง 0.02-1.00 mg/kg สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan อยู่ในช่วง 0.01-1.00 mg/kgaccuracy มี% recovery สารกลุ่ม organophosphorus อยู่ในช่วง 71-101 สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan อยู่ในช่วง 72-94 precision มีค่า %RSD น้อยกว่า 20 ค่า LOD สารกลุ่ม organophosphorus เท่ากับ 0.02 mg/kg สารกลุ่ม pyrethroid และ endosulfan เท่ากับ 0.01 mg/kg

1.2.29 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม dithiocarbamate ในผักและผลไม้โดยใช้เทคนิค Gas Chromatograph/Mass Spectrometry

ดำเนินการในปี 2557-2558

ศึกษาสารกลุ่ม dithiocarbamate ได้แก่ zineb thiram propineb maneb ferbam และ mancozeb สามารถตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคGas Chromatograph/ Mass Spectrometry และรายงานผล เป็นคาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS_2) โดยค่า Codex MRL ในมะม่วงมีค่าเท่ากับ 2 mg/kg และในพริกค่าเท่ากับ 1 mg/kg

เตรียมเคมีที่ใช้ในการทดสอบได้แก่ สารมาตรฐาน mancozeb มีค่าความบริสุทธิ์ 77 %สารเคมี ได้แก่ Tin(II) chloride, Hydrochloric, CS2 และตัวทำละลาย ได้แก่ isooctane

ทดสอบการตรวจวิเคราะห์ CS2 ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph/Mass Spectrometry (GC-MS) เพื่อหาสภาวะเครื่องที่เหมาะสมโดยตรวจวัด target ion 76 m/z

ทำการตรวจวิเคราะห์โดยเติม mancozeb ใน ตัวอย่างมะม่วง 50 g แล้วเติม isoctane 4 ml และ stannous (II) chloride 100 ml ปิดฝาขวดต้มใน water bath ที่อุณหภูมิ 80 $^{\circ}$C 1 ชั่วโมง เขย่าทุก 15 นาที แล้ววางทิ้งไวที่อุณหภูมิห้อง ดูดสารละลายชั้นบนมาตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าการทดสอบ

ตัวอย่าง 5 ความเข้มข้น พบว่าการตรวจวิเคราะห์ CS_2 (ซึ่งมาจาก สาร mancozeb) มีค่า linearity และ range อยู่ในช่วง 0.04-5.0 mg/kg ค่า LOQ ของ CS_2ในตัวอย่าง เท่ากับ 0.01 mg/kg

1.2.30 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง chlorothalonil ในผักและผลไม้

ดำเนินการในปี 2557-2558

หาความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC ECD, GC-MS และ LC/MS-MS โดยเตรียมสารมาตรฐานจากสารสกัดตัวอย่างคะน้าและมะม่วงที่ไม่มีสาร chlorothalonil ตามวิธี Steinwandter และ QuEChERS เพื่อใช้เป็น matrix solvent พบว่าสามารถใช้ GC-ECDในการตรวจวิเคราะห์ได้ ส่วนGC/MS ไม่สามารถตรวจในปริมาณที่ต่ำได้ และLC/MS-MS ใน negative mode โดยใช้ ESI พบว่าการแตกตัวของ chlorothalonil ไม่สมบูรณ์

ซึ่ง GC-ECD ตรวจพบสาร chlorothalonil ใน solvent ได้ 0.001 µg/ml แต่เมื่อใช้ matrix มะม่วงสามารถตรวจพบในสารละลายตัวอย่าง 0.002 mg/ ml (วิธี QuEChERS) และ 0.003 mg/ ml (วิธี Steinwandter) ส่วน matrix คะน้าตรวจพบที่ 0.001 mg/ ml (วิธี QuEChERS) และ 0.002mg/ ml (วิธี Steinwandter)

การทดสอบวิธีวิเคราะห์วิธี Steinwandter กับ QuEChERs ในตัวอย่างคะน้าและมะม่วง ที่ความเข้มข้น 0.01,0.02 และ 0.05 mg/kg ตรวจวิเคราะห์ด้วย GC-ECD พบว่ามะม่วงวิธีที่สกัดด้วย QuEChERs ให้ผล% recovery ในช่วง 90-120 ส่วนวิธีSteinwandter ผลไม่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ส่วนคะน้าที่สกัดด้วย Steinwandter พบว่า %recovery อยู่ในช่วง 71-116 ส่วนวิธี QuEChERs ไม่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

ทดสอบการตรวจวิเคราะห์ chlorothalonilด้วย GC-MS/MS พบว่าสามารถตรวจวิเคราะห์ได้ดี จึงทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ QuEChERS ในตัวอย่างมะม่วง ด้วยเครื่อง GC-MS/MS พบว่า Linearity อยู่ในช่วง 0.01-0.50 mg/kg ค่า lmit of detection เท่ากับ 0.005 mg/kg และlimit of quantitation เท่ากับ 0.01 mg/kg สำหรับการศึกษา accuracy และ precision ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 0.01 ถึง 0.50mg/kg พบว่า % recovery ในช่วง 90-105 %RSD อยู่ในช่วง 3.12-7.09 ซึงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

1.2.31 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง fipronil และ สารอนุพันธ์ ในผลไม้

ดำเนินการในปี 2557

ศึกษาfipronil และ สารอนุพันธ์ ได้แก่ fipronil sulfone, fipronil sulfide, fipronil desulfonil และ fipronil carboxamide ตรวจวิเคราะห์โดยใช้เครื่อง Liquid Chromatograph Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) หาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง LC-MS/MS ได้แก่ precursor, product ion, dwell time, fragmentor และ collision

ศึกษาวิธีการสกัดสารละลายตัวอย่าง องุ่น โดยใช้วิธี QuEChERs (EN Method) และเปรียบเทียบในขั้นตอนการกำจัดสิ่งปนเปื้อน 3 วิธี ดังนี้

1) $MgSO_4$ 750 mg + PSA 125 mg (M1)

2) $MgSO_4$ 750 mg + PSA 125mg +GCB 125 mg (M2)

3) MgSO4 750 mg + PSA 125mg +GCB 37.5 mg (M3)

จากผลการทดลองทั้ง 3 วิธีที่ใช้ในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนให้ค่า %recovery อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (AOAC, 2002) ซึ่งในขั้นตอนการสกัดจะต้องดำเนินการศึกษาต่อไปเพื่อให้ได้วิธีที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจวิเคราะห์ fipronil และสารอนุพันธ์

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ QuEChERs (EN Method) โดยการหา linearity และ range ของวิธีวิเคราะห์พบว่า fipronil และสารอนุพันธ์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.001-0.5 mg/kg และมีค่า R^2>0.995 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ accuracy (%Recovery) ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับมีค่า % recovery อยู่ในช่วง 96 -106 precision ที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 0.001-0.01mg/kg ค่า %RSD อยู่ในช่วง 0.97-8.12 มีค่า HORRAT<2 ค่า LOD เท่ากับ 0.001 mg/kg และ LOQ เท่ากับ 0.005 mg/kg

1.2.32 การศึกษาความคงตัว (Stability) ในการเก็บรักษาสารมาตรฐานกลุ่ม fungicide ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ดำเนินการในปี 2557-2558

ศึกษาวิธีการทางเอกสารและสถิติที่เกี่ยวข้องกับความคงตัวของสารมาตรฐานได้แก่ SANCO/12571/2013 กำหนดให้สัญญาณการตรวจวัดของ สารมาตรฐานเก่าต้องมีค่าความแตกต่างกับสารใหม่ไม่เกิน 10 % เมื่อกำหนดให้สารมาตรฐานใหม่มีค่า 100 % และ USDA เรื่องการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ กำหนดให้สัญญาณการตรวจวัดของ สารมาตรฐานเก่า ต้องมีความแตกต่างของค่า RF (the response factor :Area or height of each standard divided by the concentration of that standard) มีค่าไม่เกิน 10% relative percent difference เมื่อเทียบกับสารใหม่

สำรวจสารมาตรฐานกลุ่ม fungicide ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการเพื่อกำหนดวิธีการศึกษา พบว่ามีสารในกลุ่ม fungicide 40 ชนิดที่มีวันหมดอายุ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2003-2017และ มีความบริสุทธิ์ของสารในช่วง 94.5-99.9 % และมีสารที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS จำนวน 33 ชนิด และ GC-MS จำนวน 7 ชนิด

ศึกษาสารมาตรฐาน 24 ชนิด ได้แก่ azoxystrobin, benalaxyl, cymoxanil,cyproconazole,difenoconazole,dimethomorph,epoxiconazole,fenamedone,flusilazole,imazalil,kresoxim-methyl,metalaxyl,oxycarboxin, penconazole, prochloraz,propamocarb, pyrazophos,pyrimethanil,tebuconazole, tolclofos-methyl, triadimefon,triadimenol, tricyclazole และ trifloxystrobin เนื่องจากสามารถนำมา mixed และตรวจวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ในการ run เพียงครั้งเดียวเก็บรักษาสารมาตรฐานความเข้มข้น 0.1 µg/mlในอุณหภูมิห้องตู้เย็นและตู้แช่ ความเข้มข้น 1.0µg/mlในอุณหภูมิห้องตู้แช่ โดยตรวจสอบการระเหยของตัวทำละลายโดยการชั่งน้ำหนัก พบว่าที่

อุณหภูมิห้อง สารส่วนใหญ่มีความคงทน อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ยกเว้นสาร cymoxanil,oxycarboxin และ tolclofos-methyl มีการสลายตัวต่ำกว่าเกณฑ์ยอมรับ โดยระยะเวลาที่ สารที่มีความเข้มข้นลดลงเหลือ < 90 % ได้แก่ cymoxanil ที่ 10 วันoxycarboxinที่ 30 วันส่วนผลการศึกษาตู้เย็น สารมีความคงทนถึง 90 วัน การเก็บในตู้แช่ พบว่าที่ระยะเวลา 1 -12 เดือน ทุกสารยังคงมีความคงทน อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ส่วนสารมาตรฐาน 1.0µg/mlเก็บรักษาที่อุณหภูมิfreezer (น้อยกว่า -18 ^{O}C)ที่ระยะเวลา 3 -12เดือนพบว่าทุกสารมีความคงทน อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

1.2.33 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชสมุนไพร โดยใช้ Gas Chromatograph

ดำเนินการในปี 2557- 2558

ทดสอบวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในพืชสมุนไพร 2 ชนิดคือโหระพาและสะระแหน่ใช้วิธีการสกัดแบบQuEChERS ใช้ acetonitrile , magnesium sulfate และ sodium chloride เป็นสารสกัดและกำจัดขจัดสิ่งปนเปื้อนโดยใช้ magnesium sulfate,primary secondary amine (PSA) และ graphitized carbon black (GCB) ทำการทดสอบโดยเติม pesticideของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จำนวน 14 ชนิดตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC–FPD การทดสอบพบว่าทำการทดสอบโดยเติม pesticideของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส จำนวน 13 ชนิดคือ dimethoate, diazinon, parathion-methyl, pirimiphos-methyl, malathion, chlorpyrifos, parathion-ethyl, pirimiphos-ethyl, methidathion, profenophos, ethion, triazophos และ EPN ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับๆละ 7 ซ้ำ คือ 0.025, 0.1 และ 0.2 mg/kg กลุ่มออร์กาโนคลอรีน 3ชนิด คือα-endosulfan, β-endosulfan และ endosulfan-sulfate ที่ระดับความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.008, 0.04 และ 0.08 mg/kg สารกลุ่มไพรีทรอยด์ 1 ชนิดคือ bifentrhin ที่ระดับ0.04, 0.1 และ0.4 mg/kg

ผลการทดสอบ พบว่า สารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสทั้ง 13 ชนิดอยู่ในเกณฑ์ทดสอบ accuracy มีค่า mean recovery อยู่ในช่วง 70-120 % ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น ยกเว้น EPN ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 mg/kg ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ ส่วน precisionมีค่า HORRAT ไม่เกิน 2 มีความถูกต้องของการทำซ้ำ RSDr (repeatability) น้อยกว่า Horwitz equation มีค่า limit of quantification(LOQ) อยู่ในช่วง 0.02- 0.06 mg/kg ส่วน สารกลุ่มออร์การ์โนคลอรีนและไพรีทรอยด์ มีค่า recovery ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ

1.2.34การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง pymetrozine ในผัก

ดำเนินการในปี 2557- 2558

ศึกษาวิธีวิเคราะห์ pymetrozineด้วยวิธีQuEChERS multi-residue method(Anasstasiades M., 2003) และวิธี SweEt Method (New advances in Ethyl Acetate Method) โดยใช้เครื่อง LC-MS/MS ศึกษาในตัวอย่าง ผัก โดยเลือกตัวอย่างผักใบจำนวน 2 ชนิด คือ ผักกาดหอม กะหล่ำปลี และตัวอย่างผักที่เป็นผล จำนวน 1 ชนิด คือ มะเขือเทศ

ผลการทดสอบวิธีวิเคราะห์ ที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.05 และ 0.1 ppm พบว่าวิธี QuEChERS มี % recovery ทดสอบในตัวอย่างผักกาดหอม ในช่วง71.8 –94.5 กะหล่ำปลี ในช่วง80.1–95.1 และมะเขือเทศ ในช่วง 96.6 –117.7 ส่วนวิธี SweEt Method มี % recovery ทดสอบในตัวอย่างผักกาดหอม ในช่วง 71.1–102.0 กะหล่ำปลี ในช่วง79.7 –98.2 และมะเขือเทศ ในช่วง 78.2–114.6

การตรวจสอบความใช้ได้วิธี SweEt ของการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง pymetrozine ในผักกาดหอม linearity ในช่วง 0.005- 1.0 mg/kg Range ในช่วง0.01 - 1.0mg/kg ทดสอบ accuracy และ precision ที่ความเข้มข้น 0.01 mg/kg จำนวน 21 ซ้ำพบว่า % recovery ในช่วง71-82.5 และ %RSD (relative standard deviation for reproduceibility) เท่ากับ 9.91 ส่วน ค่า LOD เท่ากับ 0.005 mg/kg LOQ เท่ากับ 0.01 mg/kg

การตรวจสอบความใช้ได้วิธี QuEChERS ของการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง pymetrozine ในผัก 9 ชนิดได้แก่ ต้นหอม ผักกาดขาวปลี แตงกวา มะเขือเทศ ผักกาดหอม ถั่วฝักยาว แครอท หน่อไม้ฝรั่ง และ เห็ดเข็มพบว่า linearity ในช่วง 0.005- 1.0 mg/kg range ในช่วง0.01 - 1.0mg/kg ทดสอบ accuracy และ precision ที่ความเข้มข้น 0.01 mg/kg จำนวน 6-30 ซ้ำพบว่า % recovery ในช่วง70-118 และ % RSD (relative standard deviation for reproduceibility) ในช่วง 6.8-17.6 ส่วน ค่า LOD เท่ากับ 0.005 mg/kg LOQ เท่ากับ 0.01 mg/kg

สามารถใชวิธี QuEChERS multi-residue method และวิธี SweEt Method ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MSวิเคราะห์สารพิษตกค้าง pymetrozine ในผัก ให้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้

1.2.35 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate ในหอมแดง

ดำเนินการในปี 2557

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สาร กลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส จำนวน 23 ชนิด ได้แก่ dichlorvos (DDVP), methamidophos, mevinphos, diazinon, omethoate, dicrotophos, monocrotophos, dimethoate, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos, parathion-methyl, pirimiphos, malathion, fenitrothion, parathion, prothiophos, methidathion, profenofos, triazophos, ethion, EPN, phosalone และ azinphosในหอมแดงโดยใช้วิธี QuEChERS method ตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโทรมิเตอร์

หาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโท กราฟีแมสสเปกโทรเมตรี ตั้ง electron impact ionization (EI) ที่ 70 eV และตรวจวัดในรูปแบบ SIM ทำการหา SIM Ionและสภาวะของเครื่องอื่นๆที่เหมาะสม กับการทดสอบ

การปรับวิธีวิเคราะห์

1) เลือกชนิดของตัวทำละลายในการสกัดสารพิษตกค้าง (extraction solvent) ได้แก่ acetone+dichloromethane(1:1) (pH 5-6), acetonitrile (pH 5-6) และ 1% acetic acid in acetonitrile(pH 4) ทำการทดสอบตัวอย่างหอมแดง ที่ความเข้มข้น 0.1mg/kg พบว่าตัวทำละลายทั้ง 3 วิธี ให้ผลการวิเคราะห์ ในช่วง50-120 และไม่แตกต่างกัน

2) ปรับปริมาณ PSA ในการ clean- up ตัวอย่าง 5 ml เป็น 25, 50,100, 150 และ 200 mg ทดสอบที่เข้มข้น 0.1 mg/kg พบว่าปริมาณ PSA ที่ให้ค่า % recoveries อยู่ในเกณฑ์ 60-120% คือ 100, 150, และ 200 mg PSA แสดงว่าปริมาณที่เหมาะสมสำหรับการ clean- up ตัวอย่างโดยใช้ PSA 150 mg

3) ปรับปริมาณ NaCl ในการ สกัดเป็น 0, 4, 8, 10 และ 20 %(W/V) พบว่าทดสอบที่เข้มข้น 0.1 mg/kg ทดสอบที่เข้มข้น 0.1 mg/kg พบว่า การเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ 10% และ 20% ให้ % recoveries ดีที่สุดคือช่วง 67-113% และ 68-119% ตามลำดับ

การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

วิธีการตรวจวิเคราะห์ QuEChERS (EN 15662 method) ที่มีการปรับ โดยสกัดตัวอย่างหอมแดง 10 gด้วย 10 ml acetone+dichloromethane (1:1) มีการเติม 10% NaCl+4.0g $MgSO_4$และ clean up ตัวอย่าง 5 ml ด้วย 150 mg PSA+ 300 mg $MgSO_4$ผลการทดสอบพบว่าrange /linearity อยู่ในช่วง0.02 – 2.0 mg/kgยกเว้น methamidophos, dichlorvos, omethoate, monocrotophos และ azinphos มีช่วงความเข้มข้น 0.05-2.0 mg/kgค่า LOD เท่ากับ 0.006 mg/kg และ LOQ เท่ากับ 0.02 mg/kg ยกเว้น methamidophos,dichlorvos ,omethoate,azinphos และmonocrotophos ค่า LOD เท่ากับ 0.02 mg/kg และ LOQ เท่ากับ 0.05 mg/kg ค่า accuracy ที่ความเข้มข้น0.02, 0.10, และ 2.00 mg/kg พบว่า % recoveryในช่วง 60-120precision มี ค่า HORRAT ในช่วง0.1-1.8

1.2.36 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus และ pyrethroid ในพืชผักและผลไม้โดยวิธี QuEchERS

ดำเนินการในปี 2558

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus และ pyrethroid ในแตงโม โดยวิธี QuEchERS

1)Organophosphorus

ศึกษาสาร 10 ชนิดได้แก่ dichlorvos, diazinon, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos, malathion, fenitrothion, profenofos, ethion, triazophos และ EPN พบว่า working range/Linearity ในช่วง0.01 – 4.00 mg/kg Specificty/Selectivityสาร) ทุกชนิดที่ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี มีความเฉพาะเจาะจงไม่พบMatrix effect

LOD พบว่าสาร 6 ชนิดได้แก่ dichlorvos, diazinon, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos, fenitrothion และ ethion มีค่า LOD เท่ากับ0.01 mg/kg สาร 3 ชนิดได้แก่malathion, triazophos และ EPNมีค่า LOD เท่ากับ0.02 mg/kg และ profenofos มีค่า LOD เท่ากับ0.05 mg/kg

LOQ พบว่าสาร 5 ชนิดได้แก่ dichlorvos, diazinon, pirimiphos-methyl, fenitrothion และ ethionมีค่าLOQ เท่ากับ 0.02 mg/kgสาร 2 ชนิดได้แก่ chlorpyrifos และ EPN มีค่าLOQ เท่ากับ 0.05 mg/kg สาร3 ชนิดได้แก่ malathion, triazophos และ profenofos มีค่าLOQ เท่ากับ0.10 mg/kg

accuracy มี % recovery ในช่วง 76.01-110.70 และ precision มี % RSD ในช่วง 1.027 - 6.464 และค่า HORRAT<2

2) Pyrethroid

ศึกษาสารกลุ่มไพรีทรอยด์ จำนวน 6 ชนิดได้แก่ lamdacyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin พบว่า working range/Linearity ในช่วง0.001 – 2.00 mg/kg ทดสอบ specificty/selectivityสารทุกชนิดที่ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี มีความเฉพาะเจาะจง ไม่พบmatrix effect

LOD เท่ากับ 0.005 mg/kg และ LOQเท่ากับ0.01 mg/kgaccuracy มี % recovery ในช่วง 73.45-108.50 และ precision มี % RSD ในช่วง 0.990- 8.907และค่า HORRAT<2

กิจกรรมที่ 2 : การพัฒนาสมรรถนะการให้บริการของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

ประกอบด้วย 3 การทดลองดังนี้

2.1 การทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการในการวิเคราะห์สารพิษกลุ่มไพรีทรอยด์ในน้ำโดยใช้ Gas Chromatograph

ดำเนินการในปี 2554

เปรียบเทียบผลการทดสอบสารพิษตกค้าง กลุ่มไพรีทรอยด์ 7 ชนิด ได้แก่ bifenthrin, cyfluthrin, cypermethrin, deltamethrin, fenvalerate, lambda cyhalothrin และ permethrin มีความเข้มข้นในตัวอย่าง 0.30-5.0 μg/L ในตัวอย่างน้ำ ห้องปฏิบัติการที่เข้าทดสอบได้แก่ ห้องปฏิบัติการในส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 (สวพ. 1-8) และห้องปฏิบัติการของภาคเอกชนได้แก่ บริษัทห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด สาขาต่าง ๆ ซึ่งได้รับการตอบรับการเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบ 15 ห้องปฏิบัติการ รวมทั้งให้เจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรที่ปฏิบัติงานทดสอบเข้าร่วมการทดสอบด้วย 5 ท่าน นับรวมเป็นห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบในครั้งนี้ 20 ห้องปฏิบัติการรายการทดสอบสารพิษกลุ่มไพรีทรอยด์น้ำ ซึ่งก่อนทำการเตรียมและจัดส่งตัวอย่างให้กับห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ได้ทดลองเตรียมและทดสอบ รวมทั้งวิเคราะห์ตัวอย่างตามวิธีมาตรฐาน ISO Guide 35 ได้แก่ ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity) และความคงทน (stability) ของตัวอย่าง สารพิษที่ทำการทดสอบเป็น ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้ ANOVA แบบ single factorค่า $C_{critical}$ของการทดสอบท่ากับ 3.02 ค่า C

$_{value}$มีค่าระหว่าง 0.23 – 1.02ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด $C_{value} < C_{critical}$ นั่นคือตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนการทดสอบความคงทนของตัวอย่างสามารถใส่ในขวดพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง25 ± 5 องศาเซลเซียส ได้นานไม่เกิน 3 วัน ยกเว้น bifenthrin ที่สามารถเก็บได้นานถึง 21 วัน การทดสอบที่ตู้เย็นอุณหภูมิ 5± 3 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานระหว่าง 3- 10 วัน ยกเว้น bifenthrin ที่สามารถเก็บได้นาน 45 วัน ส่วนการเก็บรักษาตัวอย่างใน Freezer อุณหภูมิ – 20 ± 5 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 3เดือน ยกเว้นสารพิษชนิด lambda cyhalothrin และ cyflurhtin ที่เก็บได้นานเพียง 14 วันสำหรับการทดลองเตรียมและจัดส่งตัวอย่างให้กับห้องปฏิบัติการในส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ ส.วพ. 1 - 8 และห้องปฏิบัติการภาคเอกชนที่มีมาตรฐานด้านการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างร่วมกับเจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรรวมทั้งหมด 20 ห้องปฏิบัติการ ได้รับผลการทดสอบรวมทั้งหมด 20 ข้อมูล ผลการทดสอบส่วนใหญ่มีค่าที่แตกต่างกันเป็นอย่างมาก เมื่อเทียบกับอ้างอิงแล้ว มีเพียง 1 ห้องปฏิบัติการที่รายงานผลการทดสอบครบและให้ผลเป็นที่น่าพอใจ Z-score ระหว่าง 0.2 - 1.9 มี 4 ห้องปฏิบัติการที่ให้ผลเป็นที่น่าสงสัย Z-score ระหว่าง 2.2 - 2.9 และ มี 8 ห้องปฏิบัติการให้ผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ Z-score อยู่ระหว่าง 3.3 - 6.2 ยกเว้นผลการทดสอบของห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรที่ไม่ได้ทำการส่งตัวอย่างออกภายนอกห้องปฏิบัติการจะได้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกับค่าอ้างอิง แสดงว่าห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรสามารถเป็นหน่วยงานในการจัดเตรียมตัวอย่างน้ำสำหรับใช้ทดสอบสารพิษกลุ่มไพรีทรอยด์ได้ แต่ทั้งนี้จะต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องภาชนะที่ใช้บรรจุและสภาพแวดล้อมที่มีผลกับสารพิษในระหว่างการจัดส่งตัวอย่างถึงห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบต่อไป

2.2 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus ,pyrethroid และ carbamate ในผัก และการทดสอบความสามารถระหว่าง ห้องปฏิบัติการ ดำเนินการในปี 2555-2558

2.2.1ทดสอบวิธีการ QuEChERS 2007 ในการสกัดตัวอย่าง คะน้า เพื่อหา accuracy และprecision ของการวิเคราะห์ โดยทำการทดลอง 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ โดยสารกลุ่ม organphosphorus ทดสอบสาร 12 ชนิด ได้แก่ dimethoate, diazinon, parathion-methyl, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos, pirimiphos-ethyl ,methidation, profenofos, Ethion, triazophos, EPN และ fenitrothion พบว่า % recovery อยู่ในช่วง 94-117 มี %RSD อยู่ในช่วง 3.8-8.9 สารกลุ่ม carbamate ทดสอบสาร 7 ชนิด ได้แก่ carbofuran ,carbaryl,3-hydroxy carbofuran, isoprocarb ,methiocarb, methomyl และ promecarb พบว่า % recovery อยู่ในช่วง 92-106 มี %RSD อยู่ในช่วง 3.1-5.6 สารกลุ่ม endosulfan และ pyrethoid ทดสอบสาร 10 ชนิด ได้แก่ α-endosulfan, β-endosulfan ,endosulfan sulfate , bifenthrin, L-cyhalothrin, permethrin . cyfluthrin ,cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin พบว่ามี % recovery 84.8-102.6 และมี % RSD 12.4-20.1 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

2.2.2 ทดสอบการเตรียมตัวอย่างคะน้า โดยการปั่นตัวอย่างกับน้ำแข็งแห้ง เติมมาสารมาตรฐานให้มีความเข้มข้นในตัวอย่างดังนี้ สารกลุ่ม organphosphorus0.1-0.3 mg/kg สารกลุ่ม carbamate 0.1-0.25 mg/kg

สารกลุ่ม endosulfan และ pyrethoid 0.02-0.3 mg/kg ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้วิธีการ QuEChERS 2007 พบว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน นำตัวอย่างไปเก็บไว้ที่ อุณหภูมิห้อง ตู้เย็น ตู้แช่ – 20 ^{O}C เพื่อทดสอบหาความคงทน(stability) ของสารในตัวอย่าง ที่ระยะเวลาต่าง ๆ

1) organphosphorus ที่อุณหภูมิห้อง สารมีความคงทนจนถึง 5 วันยกเว้น chlorpyrifos และ diazinon มีความคงทนจนถึง 1 วัน pirimiphos-methyl มีความคงทนจนถึง 2 วัน อุณหภูมิตู้เย็น dimethoate,parathion-methyl,fenitrothion,Profenofos,methidathion,triazophosและ EPN มีความคงทนจนถึง 45 วัน diazinon,pirimiphos-methyl,chlorpyrifos,pirimiphos-ethyl และethionมีความคงทนจนถึง 20 วัน ส่วนการเก็บในตู้แช่ – 20 ^{O}C ทุกสารมีความคงทน จนถึง 5 เดือน

2) carbamate ที่ อุณหภูมิห้อง สารมีความคงทนจนถึง 5 วันยกเว้น methomyl มีความคงทนจนถึง 1 วัน อุณหภูมิตู้เย็น สารมีความคงทนจนถึง 45 วัน ยกเว้น methiocarb มีความคงทนจนถึง 10 วันและ methomyl มีความคงทนจนถึง 30 วัน ส่วนการเก็บในตู้แช่ – 20 OC ทุกสารมีความคงทน จนถึง 6 เดือน

3) endosulfan และ pyrethoid ที่ อุณหภูมิห้อง สารมีความคงทนจนถึง 5 วัน อุณหภูมิตู้เย็น สารมีความคงทนจนถึง 20 วัน ส่วนการเก็บในตู้แช่ – 20 ^{O}C ทุกสารมีความคงทน จนถึง 2 เดือน

2.2.3 ทดสอบการบรรจุตัวอย่างแบบต่างๆ โดยวัดอุณหภูมิของตัวอย่างต้องไม่เกิน 10 ^{O}C ในระหว่างการส่ง พบว่า การบรรจุตัวอย่างใส่ขวดที่มีฝาปิดสนิท และนำไปแช่แข็ง ประมาณมากกว่า 12 ชั่วโมง แล้วนำไปบรรจุ ลงในกล่องโฟม ที่มีเจลที่แช่แข็ง สามารถมีความเย็นที่อุณหภูมิไม่เกิน 10 ^{O}C ประมาณ 12 ชั่วโมง

2.2.4 จัดโปรแกรมการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ รวม 3 โปรแกรมดังนี้

1) การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่าง คะน้า

ดำเนินการ กรกฎาคม- กันยายน 2556 มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 16 ห้องปฏิบัติการ เตรียมตัวอย่างคะน้า เตรียมตัวอย่าง fortified sample 2 ตัวอย่าง คือ S1 เติมสารมาตรฐาน ได้แก่ methyl parathion, cypermethrin และ ตัวอย่าง S2 เติมสารมาตรฐาน ได้แก่ triazophos และ carbaryl ความเข้มข้นในช่วง 0.1-0.3 mg/kg ทำการทดสอบ homogeneity test พบว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกันและ stability test พบว่าที่อุณหภูมิห้อง สารที่เติมในตัวอย่างมีความคงทนที่ 0-7 วัน ยกเว้น Parathion-methyl และ Endosulfan-sulfate มี ความคงทนที่ 0-5 วัน อย่างไรก็ตามการส่งตัวอย่างห้องปฏิบัติการจะได้รับตัวอย่างภายใน 3 วันจึงไม่มีผลต่อการทดสอบ จัดส่งตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบ ทางไปรษณีย์ ประเมินผลการทดสอบ พบว่า ผลทดสอบเป็นที่น่าพอใจ (Satisfactory) ($|z| \leq 2$) 81% ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย (Questionable) ($2 < |z| < 3$)11% ผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ (Unsatisfactory) ($|z| \geq 3$) 6%เครื่องมือที่ใช้ตรวจวิเคราะห์และวิธีวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบใช้ เป็นวิธีที่เป็นมาตรฐานสากลและยอมรับได้

2) การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่าง ถั่วฝักยาว

ดำเนินการในช่วง กรกฎาคม - กันยายน 2557 มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 20 ห้องปฏิบัติการ การเตรียม fortified sample ตัวอย่างถั่วฝักยาว โดยเติม lamda-cyhalothrin,

ethion, methidathion และ isoprocarbความเข้มข้นในตัวอย่าง ในช่วง 0.1-0.2 mg/kg ทำการทดสอบ homogeneity test พบว่าผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ยอมรับและ ทดสอบ stability test พบว่า ที่อุณหภูมิห้อง สารที่เติมในตัวอย่างมีความคงทนที่ 0-7 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ freezer มีความคงทนที่ระยะเวลา 30 วัน จัดส่งตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบทางไปรษณีย์ ประเมินผลการทดสอบ พบว่า **z-Scores** ของผลทดสอบเป็นที่น่าพอใจ83 % ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย 5 % ผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 12 %พบว่าห้องปฏิบัติการใช้วิธีทดสอบ Steinwandter (1985) QuEChERS และเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ GC-MSD, GC-FPD, GC-MS/MS, LC-MS LC-MS/MS,LC-MS (TOF),HPLC/FLD,GC/NPD ซึ่งใช้วิธี และเครื่องมือตรวจวิเคราะห์ที่ยอมรับได้

3) การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างพริก

ดำเนินการในช่วง สิงหาคม- กันยายน 2558 ตัวอย่างทดสอบประกอบด้วยsample blank และ fortified sample เตรียมตัวอย่าง fortified sample โดยการเติมสารβ- endosulfan, cyfluthrin, dimethoate , pirimiphos-ethyl และ promecarb ที่ความเข้มข้น 0.10- 0.3 mg/kg มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 22 ห้องปฏิบัติการทำการประเมินความเป็นเนื้อเดียวกัน ของตัวอย่าง โดย ใช้สถิติโดยใช้สถิติ ISO 13528 (2005)และ IUPAC (2006) ผลการประเมินพบว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน การทดสอบความคงทนของสารตกค้างในตัวอย่าง พบว่า สารที่เติมในตัวอย่างทุกสาร มีความคงทน ที่0 7-วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นและมีความคงทนที่ 30 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ freezerประเมินผลการทดสอบ พบว่า**z-Scores** ของผลทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 72% ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย7 % ผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ21%ซึ่งห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบใช้วิธีวิเคราะห์ที่ยอมรับได้ คือวิธี Steinwandter H. (1985) และ วิธี QuEChERS ส่วนเครื่องมือที่ใช้ตรวจวิเคราะห์เป็นเครื่องมือที่มีความถูกต้อง แม่นยำและยอมรับได้

2.2.3 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphorus และ carbamate ในผลไม้ และการทดสอบความสามารถระหว่าง ห้องปฏิบัติการ

ดำเนินการในปี 2556-2558

โดยจัดโปรแกรมการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ รวม 3 โปรแกรมดังนี้

1) การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่าง มะม่วง

ดำเนินการ กรกฎาคม- กันยายน 2556 มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 16 ห้องปฏิบัติการ เตรียมตัวอย่าง fortified sample โดยเติมสารมาตรฐาน methiocarb, ethion และ chlorpyrifos ความเข้มข้นในตัวอย่าง ในช่วง 0.1 mg/kg ทำการทดสอบ homogeneity test พบว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกันและทดสอบ stability test พบว่าที่อุณหภูมิห้อง สารที่เติมในตัวอย่างมีความคงทนที่ 0-7 วัน ยกเว้น methiocarb มีความคงทนที่ 0-5 วัน ส่วนที่อุณหภูมิ freezer สารที่เติมในตัวอย่างยังคงมีความคงทนที่ระยะเวลา 30 วันจัดส่งตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบ ทางไปรษณีย์ ประเมินผล

การทดสอบ พบว่า **z-Scores** ของ ผลทดสอบเป็นที่น่าพอใจ 89% ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย 3% ผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 8%

2) การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่าง ฝรั่ง

ดำเนินการในช่วง กรกฎาคม - กันยายน 2557 มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 19 ห้องปฏิบัติการ การเตรียม fortified sample โดยเติมสาร chlorpyrifos และ cypermethrin ที่ความเข้มข้น 0.10 และ 0.20 mg/kg และ เติมสาร promecarb ที่ความเข้มข้น 0.10 mg/kg ซึ่งไม่อยู่ใน target pesticide listเติมเพื่อประเมิน homogeneity ของตัวอย่าง และ ไม่ใช้ในการประเมินผลส่วนตัวอย่างฝรั่ง BL-G พบว่ามีสารพิษตกค้าง prothiofos ในตัวอย่าง ปริมาณ 0.056mg/kg

ทำการทดสอบ homogeneity test พบว่าผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ยอมรับและ stability test ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า สารที่เติมในตัวอย่างมีความคงทนที่ 0-7 วัน ยกเว้น chlorpyrifos มีความคงทนที่อุณหภูมิห้องที่ 0-5 วัน ที่อุณหภูมิ freezer สารในตัวอย่างยังคงมีความคงทนที่ระยะเวลา 30 วัน prothiofos ที่มีอยู่ในตัวอย่างมีความคงทน ที่ 0- 7 วัน ที่อุณหภูมิห้องและ 30 วัน ที่อุณหภูมิ freezer จัดส่งตัวอย่างให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบทางไปรษณีย์ ประเมินผลการทดสอบ ตัวอย่างฝรั่งมีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 19 ห้องปฏิบัติการ พบว่า**z-Scores** ของผลทดสอบเป็นที่น่าพอใจ69 % ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย 7 % ผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ24 %

3) การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในตัวอย่างมะละกอ

ดำเนินการในช่วง สิงหาคม- กันยายน 2558 เตรียมตัวอย่าง fortified sample โดยการเติมเติมสาร carbaryl , deltamethrin และ profonofos ที่ความเข้มข้น 0.10- 0.30 mg/kg และ เติมสาร methomyl ที่ความเข้มข้น 0.10 mg/kg เพื่อประเมินความคงทน (stability) ของตัวอย่าง และ ไม่ใช้ในการประเมินผล มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 21 ห้องปฏิบัติการทำการประเมินความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง พบว่ามีความเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนการประเมินความคงทนของสารที่เติมในตัวอย่าง พบว่าสารที่เติมในตัวอย่างทุกสารยกเว้น methomyl มีความคงทน ที่0 7-วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นและมีความคงทนที่ 30 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ freezerส่วน methomyl ไม่มีความคงทน ที่0 7-วัน เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็นและมีแนวโน้มไม่มีความคงทนที่ 30 วันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ freezer ประเมินผลการทดสอบ พบว่า**z-Scores** ของผลทดสอบเป็นที่น่าพอใจ69% ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย17 % ผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ14%

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารตกค้างในดินและน้ำ มีดังนี้ วิธีตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างน้ำมีดังนี้ สารกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus, organochlorine carbamate และ pyrethroid สารกำจัดโรคพืช กลุ่ม benzimidazoleและสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ส่วนวิธีการตรวจวิเคราะห์ในตัวอย่างดิน มีดังนี้สารกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphorus, organochlorine และ pyrethroid สารกำจัด

วัชพืช glyphosate, 2,4-D และสารกลุ่ม phenylurea โดยใช้เทคนิค GC HPLC GC/MSขึ้นกับชนิดของสาร และความพร้อมของห้องปฏิบัติการ นำวิธีการไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารตกค้างในสิ่งแวดล้อม และใช้ขอการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการเช่นสารกลุ่ม organochlorine, carbamateและ pyrethroid ในน้ำ

การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักผลไม้ ได้แบ่งการตรวจวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ในการศึกษาได้แก่ การตรวจวิเคราะห์พืชที่มีปัญหาและมีสิ่งปนเปื้อนสูง การตรวจวิเคราะห์สารที่มีความยุ่งยาก เพื่อขอการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ และเพื่อใช้เป็นข้อมูลในห้องปฏิบัติการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. การตรวจวิเคราะห์พืชที่มีปัญหาและมีสิ่งปนเปื้อนสูง ทำให้ต้องหาวิธีขจัดสิ่งปนเปื้อนออกจากตัวอย่างให้มากที่สุดซึ่งได้ดำเนินการ ศึกษาสารกลุ่ม organophosphorus, pyrethroid และ endosulfan ใน มังคุดพืชสมุนไพร (โหระพาและสะระแหน่) พืชตระกูลส้ม (citrus fruits) และ ในพืชน้ำมัน(ถั่วเหลือง)สารกลุ่ม organophosphorus ในชะอม ทุเรียนและหอมแดง emamectin benzoate ในมะพร้าวprochlorazใน พริก

2. การตรวจวิเคราะห์สารที่มีความยุ่งยาก เช่น สารสลายตัวง่าย สารละลายน้ำได้ดีทำให้สกัดยาก สารที่มีอนุพันธุ์หรือสารที่ต้องมีวิธีการเฉพาะ ได้ดำเนินการศึกษา spinetoramและ สารอนุพันธ์สารกลุ่ม neonicotinoid, สาร chlormequat และ mepiquat ในมะม่วงสาร captan และ folpet ใน องุ่น สาร chlorothalonil ในคะน้าและมะม่วง สารกลุ่ม dithiocarbamate ในกระเจี๊ยบเขียวและมะม่วงสารกลุ่ม pyrazole ผักกาดหอม คะน้า และพริก สารกลุ่ม phenylurea ในสับปะรด lkifipronil และ สารอนุพันธ์ใน องุ่นและสารกลุ่ม pymetrozine ในผัก

3. การตรวจวิเคราะห์เพื่อขอการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ มีการศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม organophosphorus , organochlorines, pyrethroids และ carbamate ในมะม่วง พริก ลำไย และ แตงโม และ การขยายขอบข่ายวิธีวิเคราะห์ QuEChERs เพื่อใช้เป็น screening method ในมะม่วง โดยตรวจสารพิษตกค้าง 99 ชนิด

4. การตรวจวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การศึกษาความคงตัว (Stability)ในการเก็บรักษา สารมาตรฐานกลุ่ม organophosphorus กลุ่ม pyrethroid, carbamate,abamectin และสารกลุ่ม fungicide เพื่อใช้ในการจัดการสารมาตรฐานและกำหนดอายุใช้งานการพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักโดยใช้ GC/MSโดยใช้ Database ในการ screening ในตัวอย่างคะน้า มะเขือเทศ และใบแมงลัก และการศึกษาประสิทธิภาพของการสกัดสารพิษตกค้างกลุ่ม Pyrethroid และ Organophosphorus ในผักผลไม้ด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆเพื่อศึกษาผลของ matrix

วิธีวิเคราะห์และเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ในตัวอย่างผักผลไม้ ได้แก่ วิธี Steinwandter H. (1985) วิธี,SweEt Method วิธี QuEChERS วิธี CRL for DTC version 2 (2009) และวิธีNetherlands method ส่วนเครื่องมือที่ใช้ตรวจวิเคราะห์ GC, GC-MS/MS ,GC-MS, LC-MS/MS และ HPLC

การพัฒนาสมรรถนะการให้บริการของห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างเพื่อเป็นผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ระหว่างห้องปฏิบัติการ ทำให้ต้องศึกษาข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง และศึกษาวิธีการเตรียมตัวอย่าง ในมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และจัดส่งให้ห้องปฏิบัติการที่ร่วมทดสอบอย่างรวดเร็วและรักษาความเย็นของตัวอย่าง ผัก และผลไม้ เพื่อให้สารตกค้างไม่สลายตัว ก่อนทำการเติมสารมาตรฐานในตัวอย่างต้องทำการศึกษาความคงทนของสารในตัวอย่างซึ่งขั้นตอนต่างๆ จะนำไปจัดทำเป็นคู่มือ การเตรียมตัวอย่าง ซึ่งจะใช้ในการขอการรับรอง เพื่อเป็นผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ระหว่างห้องปฏิบัติการ ด้านสารพิษตกค้าง เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการซื้อตัวอย่าง proficiency test จากต่างประเทศ ซึ่งเป็นข้อกำหนดที่ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ต้องมีการทดสอบความชำนาญ ระหว่างห้องปฏิบัติการ ในขอบข่ายของการรับรอง ซึ่งจากการดำเนินการศึกษาทำให้มีการผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ของตัวอย่างน้ำ 1 การทดลอง ตัวอย่างผัก 3 การทดลอง และผลไม้ 3 การทดลอง พบว่าการจัดส่งทางไปรษณีย์ อาจมีการตกค้าง ของตัวอย่าง ทำให้ ห้องปฏิบัติการไม่ได้รับตัวอย่าง ภายใน 2 วัน จึงต้องทำการจัดส่งใหม่โดยเฉพาะตัวอย่าง ผัก และผลไม้ซึ่งมีการเน่าเสียได้ ในการทดลองครั้งแรกต้องจัดส่งใหม่ มากกว่า 50 %เนื่องจากห้องปฏิบัติการไม่ได้รับตัวอย่าง ภายใน 2 วัน และบางตัวอย่างแตกเสียหาย แต่ได้มีการปรับปรุง ภาชนะบรรจุและการป้องกันความเสียหาย ทำให้การส่งตัวอย่างซ้ำลดลง เหลือประมาณ 20%

ข้อเสนอแนะของโครงการ

1. ควรมีการนำผลการศึกษาไปจัดพิมพ์ในรูปเล่ม เพื่อเผยแพร่ให้กับห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ได้นำ ไปใช้และใช้เป็นแนวทางในการตรวจวิเคราะห์
2. ควรมีการเพิ่มชนิดของสารกลุ่มสารกำจัดวัชพืชในการตรวจวิเคราะห์ ในตัวอย่างดิน เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างดิน ในโครงการการปลูกพืชระบบ GAP เนื่องจากสารกลุ่มนี้มีใช้กันอย่างแพร่หลาย และมักมีปัญหาการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมรวมทั้งมีปัญหาปนเปื้อนระหว่างแปลงปลูกจึงมีตัวอย่างที่เป็นงานบริการที่ต้องตรวจวิเคราะห์อยู่เสมอ
3. ควรมีการจัดกลุ่มพืชและสารที่มีคุณสมบัติ เดียวกัน และ ทำการศึกษาให้ครบถ้วนในกลุ่มพืชหรือสาร ทำให้ได้ประโยชน์ในการใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ หรือขอการรับรองมาตรฐาน

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุปผลการวิจัย

1. ได้เทคนิคการตรวจสอบ สารพิษตกค้าง ปุ๋ย ดิน น้ำ สารสกัดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ฮอร์โมน และสูตรผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร ที่เป็นมาตรฐาน
2. ได้ข้อมูลของกลุ่มสารวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่มีผลกระทบรุนแรงต่อชีวิตสัตว์ สิ่งแวดล้อม 7 กลุ่ม ได้แก่ Pyrethroid Organophosphorus Uracil Substitute ureas Carbamate Triazine Quaternary ammonium compound เพื่อกำหนดมาตรการห้ามใช้ หรือจำกัดการใช้
3. ได้ปริมาณสารพิษตกค้างสำหรับกำหนดค่า MRL และระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย ในผลิตผลเกษตร 10ชนิด ได้แก่ส้มเขียวหวาน องุ่น ถั่วฝักยาว คะน้า มะเขือเปราะ มะเขือยาว กะหล่ำปลี กะเพรา โหระพา และถั่วเหลืองฝักสด
4. ได้ชนิดสารที่มีความเสี่ยงสูง เป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาสารพิษตกค้างเกินค่า MRLS และพืชที่มีความเสี่ยงสูงในการบริโภคและส่งออกเพื่อนำมาวางแผนการแก้ปัญหาสารพิษตกค้างได้อย่างถูกต้อง
5. ได้แนวทางแก้ไขปัญหาสารพิษตกค้างในผัก ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและการส่งออก
6. ได้ข้อมูลชนิด และปริมาณสารพิษตกค้างในพืชผักต่างๆที่ประชาชนบริโภคเป็นประจำ สามารถระบุได้ว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภคหรือไม่เพื่อนำไปบริหารจัดการ การใช้สารเคมีให้ถูกต้องและเหมาะสมต่อไป
7. ได้เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์เคมีที่มีคุณภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อย่างน้อย 4 เทคโนโลยี
8. ได้เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยชีวภาพรูปแบบใหม่ อย่างน้อย 7 เทคโนโลยี
9. ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพที่ได้มาตรฐานของประเทศไทย อย่างน้อย 7 วิธี
10. ได้กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการฟื้นฟูผลิตภาพของดิน อย่างน้อย 3 กลุ่ม
11. ได้เทคโนโลยีที่เหมาะสมต่อการจัดการดิน ปุ๋ย และธาตุอาหารพืช ในกลุ่มดินชนิดต่างๆสำหรับการผลิตพืช
12. ได้ข้อมูลการปนเปื้อนของโลหะหนักใน ดิน และ พืช และวิธีการแก้ปัญหา

ข้อเสนอแนะ

1. เทคนิคและวิธีการวิเคราะห์และตรวจสอบสารพิษตกค้าง ปุ๋ย ดิน น้ำ สารสกัดที่ใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ฮอร์โมนและสูตรผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร ที่ดี ถูกต้อง และแม่นยำ ตามข้อกำหนดของ

ห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากลตามระบบคุณภาพ ISO/IEC 17025 ซึ่งนำองค์ความรู้จากการวิจัยนำไปถ่ายทอดให้นักวิชาการที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

2. การใช้สารสกัดธรรมชาติที่ได้จากวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ ลดการใช้สารเคมีที่สร้างมลพิษของการใช้สารพิษที่มีการตกค้างและมีความเป็นพิษสูงในสิ่งแวดล้อม เพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรและสร้างความเข้มแข็งในการส่งออก

3. ประเมินสถานการณ์การใช้วัตถุมีพิษการเกษตรจากปริมาณสารพิษตกค้างในพืช ผักต่างๆที่ประชาชนบริโภคเป็นประจำเพื่อการเฝ้าระวังสุขอนามัยประชาชน เมื่องานวิจัยเผยแพร่ให้ประชาชนผู้บริโภคได้ทราบ และนำไปใช้ในการเลือกอาหารปลอดภัยในการบริโภค ตลอดจนผู้ประกอบการในการควบคุมสินค้าส่งออกให้ปลอดภัย

4. ผลการวิจัยในเรื่องของสารพิษตกค้างจะสามารถถ่ายทอดให้นักวิชาการ เจ้าหน้าที่ ให้ทราบถึงข้อมูลที่สามารถนำไปใช้เพื่อการควบคุมทางกฎหมายและนำไปใช้กำหนดมาตรฐานสินค้าเกษตร เพื่อการเจรจา ต่อรองทางการค้า

- ได้เทคโนโลยีในการผลิตปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋ยอินทรีย์เคมีที่ได้คุณภาพและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- ได้วิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ ที่ได้มาตรฐานของประเทศไทย
- ได้ข้อมูลกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการฟื้นฟูผลิตภาพของดิน
- ได้คำแนะนำการการจัดการธาตุอาหาร (ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม จุลธาตุ) และโลหะหนักที่มีแม่นยำและมีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดินต่าง ๆ โดยผลที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ในการประเมินความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยฟอสเฟต ปุ๋ยโพแทช และปุ๋ยจุลธาตุอย่างแม่นยำที่มีความเฉพาะเจาะกับกับลักษณะดิน ส่วนข้อมูลศักยภาพของดินในการดูดซับ/ปลดปล่อยโลหะหนักของดินต่าง ๆ สามารถใช้ในเป็นแนวทางในการจัดการโลหะหนักในดินอย่างเหมาะสมต่อไป
- ได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพดินในพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการดินป้องกันไม่ให้ดินเสื่อมโทรมเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก
- ได้คำแนะนำวิธีการแก้ปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินและพืช

บรรณาณุกรม

โครงการวิจัย 1 การศึกษาการจัดการธาตุอาหาร ดิน ปุ๋ย และโลหะหนัก ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับลักษณะดิน

พิชิต พงษ์สกุล และ สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์. 2542. การประเมินความปนเปื้อนของธาตุโลหะหนักในดิน. *วารสารดินและปุ๋ย*. 21:71-82.

Imray, P.L.A. and A. Langley. 1996. "Health-based soil investigation levels." National Environmental Health Forum Monographs No. 1. South Australian Health Commission, Adelaide.

Jordan, D., R. J. Kremer, W. A. Bergfield, K. Y. Kim, V. N. Cacnio. 1995. Evaluation of microbial methods as potential indicators of soil quality in historical agricultural fields. Biology and Fertility of Soils. 19:297-302.

Milton, N, D. Y. Murphy, M. Braimbridge, G. Osler, D. Jasper, and L. Abbott. 2002. Using power analysis to identify soil quality indicators. *In* Symposium No. 32. XVII World Congress of Soil Science. Bangkok, Thailand. CD-Rom.

Pongsakul, P., B.A. Zarcinas, G. Cozens, and M.J. McLaughlin. 1999. Assessment of heavy metals pollution of soils and crops in Thailand. 2nd International Conference on Contaminants in the Soil Environment in the Australasia-Pacific Region. New Delhi, India.

Zarcinas, B.A., G. Cozens, C.F. Ishak, P. Pongsakul, and M.J. McLaughlin. 1999. Assessment of pollution of agricultural land and crops by heavy metals and other contaminants. Termination Report of ACIAR Project No. 94.957. 235 p.

โครงการวิจัย 2 การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์เคมีและจุลินทรีย์ย่อยสลายทางการเกษตร

ประยูร สวัสดี, สมพร ชุนห์ลือชานนท์ และ นันทกร บุญเกิด. 2530. รายงานผลการวิจัยการใช้แหนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว. กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กองปฐพีวิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 28 น.

Lui Chung-Chu. 1987. Reevaluation of *Azolla* Utilization in Agricultural Production. *In* Azolla Utilization: Proceedings of the Workshop on *Azolla* Use. pp. 67-76. Int. Rice Research Inst., Los Baños, Philippines.

Watanabel., andRamirez C. 1984. Relationship between soil phosphorus availability and *Azolla* growth. Soil Sci. Plant Nutr. 30: 595-598.

โครงการวิจัย 3 การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2553. คู่มือวิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์. ควิกปริ๊นท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ.

จิตรา ชัยวิมล. 2545. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ. 23 สิงหาคม 2545. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร.

จิติมา ยถาภูธานนท์เบญจมาศ คำสืบ จุลศักดิ์ บุญรัตน์ และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2552. ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย โปรตีนสูงโดยการฉายรังสีการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ครั้งที่ 11 สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

จุลศักดิ์ บุญรัตน์ วีรวรรณ ศรีถาวร สุกัญญา มัคคะวินทร์ และสุภานันทน์ จันทร์ประอบ. 2552. สถานการณ์ดอก พลาสติกในมะม่วง. การประชุมวิชาการประจำปี 2552. กรมวิชาการเกษตร.

พรบ. ปุ๋ย. 2550. พรบ. ปุ๋ย 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550. ฝ่ายปุ๋ยเคมี สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 2552.

ศูนย์ข้อมูลวัตถุมีพิษ. 2545. ฝ่ายทะเบียนและการอนุญาตวัตถุมีพิษ กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่รับขึ้นทะเบียนเพื่อการผลิต. 444 หน้า.

สถาบันอาหาร . 2543. การทำ Validation วิธีทดสอบอาหารทางเคมีเอกสารประกอบการอบรม . 19 – 20 ตุลาคม 2543. โรงแรมโซลทวินทาวเวอร์ กรุงเทพ ฯ.

Alexander, T. G. and J. A. Robertson. 1970. Ascorbic Acid as a Reductant for Inorganic Phosphorus Determination in Chang and Jackson Fractionation Procedure. Soil. Sci. 110 no. 5: 361-362.

AOAC. 1976. Manual of Chemical Methods for Pesticides and Devices, U.S. Environmental Protection Agency.

AOAC. 2012. Official Method of Analysis of AOAC International. 19th Ed. AOAC International Inc., Gaithersberg, MD. USA.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th Ed. AOAC International Inc., Gaithersberg, MD. USA

Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of Total Organic and Available Form of Phosphorus in Soils. Soil Sci. 59: 39 - 45.

Brown, J. R. and D. Warnke. 1988. Recommended Cation Tests and Measure of Cation Exchange Capacity. In W.C. Dahnke (ed.). Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. North Dakota Agri. Exp. Stn. Bull. 499 : 15 - 16.

Charles R. worthing and S. barrie Walker. 1987. The Pesticide Manual, Eighth Edition, British Crop Protection Council.

Doll, E. C. and R. E. Lucas. 1973. Testing Soils for Potassium, Calcium and Magnesium. In L. H. Walsh and J. D. Beaton (eds.) Soil Testing and Plant Analysis. Revised Edition. Soil Sci. Soc. of Amer. Inc., Madison, Wisconsin: 133 - 151.

Frederick, M. G., E. Klesta and J. Hirsch. 2000. Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories. p. 131-139. AOAC International Gaithersburg, MD, USA.

Govindarajan, V. S. 1980. Turmeric-Chemistry: Technology and Quality. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 12: 199-301.

Guddadarangavvanahally, K., Jayaprakasha L. J., Mohan Rao and K. K. Sakariah. 2002. Improved HPLC Method for the Determination of curcumin, Demethoxycurcumin, and Bisdemethoxycurcumin. *J. Agric. Food Chem*. 50: 3668-3672.

Huber, L. 1999. Validation and Qualification in Analytical Laboratories Interpharm Press, Inc. Buffalo Grove, Illinois.

ISO/IEC 17025. 2005 (E). General Requirement for the Competence of Testing and Calibration Laboratories.

ISO 13528. 2005. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison. ISO, Geneva, Switzerland.

ISO 5725. 1994. Precision of test method-Determination of repeatability and reproducibility by inter-laboratory test. ISO, Geneva, Switzerland.

ISO Guide 34. 2009. General requirements for the competence of reference materials producers. ISO, Geneva, Switzerland.

ISO Guide 35. 2006. Reference materials – General and statistical principles for certification, 3rd Edition, ISO, Geneva, Switzerland.

ISO/IEC 17043. 2010. Conformity assessment - General requirements for proficiency testing. ISO, Geneva, Switzerland.

Klaus, W. 1995. Biologically Active Ingredents *In* The Neem Tree Source of Unique Natural Productsfor Integrated Pest Management, Medicine, industry and Other Purposes: Schmutterer, H., Ed. VCH Verlaggesellschaft mbH, Weinheim, Germany pp. 372-373.

Larson, S. R., K. E. Young, A. Cook, T. K. Blake, and V. Raboy. 1998. Linkage mapping two mutations that reduce phytic acid content of barley grain. Theor. Appl. Genct. 97:141-146.

Meis, S. J., W. R. Fehr and S. R. Schnebly. 2003. Seed source effect on field emergence of soybean lines with reduced phytate and raffinose saccharides. Crop Sci 43: 1336–1339 Official Method of Analysis. 1970. Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C) Eleventh Edition, Benjamin Franklin Station Washington, D. C. 1015 p.

Marsh, A., J. M. Frank, J. Op de Laak, P. Naka, P. Ngangorantigarn, S. Thuantavee, Y. Kasinkasaempong, W. Twishsri, J. Boonyarut, S. Kositcharoenkul, A. Wongurai, P. Lhekkong, T. Kraitong, P. Nopchinwong, O. Sungthada, N. Laempet, S. Taruyanon, P. Chantanumat, V. Onmukh, P. Chauytem, S. Yusathid, T. Winston and K. Chapman. 2006. Improvement of coffee quality and prevention of Ochratoxin A on Robusta coffee. FAO, Bangkok (Thailand). Regional Office for Asia and the Pacific; Department of Agriculture, Bangkok, Thailand ISBN 974-436-543-9.

Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In Sparks et. al (eds). Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods No. 5 in The Soil Sci. Soc. of Amer. Book Series. SSSA, Inc. Amer. Soc. of Agro. Inc., Madison, Wisconsin : 961-1010.

Oprean, R., M. Tamas and L. Roman. 1998. Comparison of GC-MS and TLC techniques for asarone isomers determination. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 18(1998): 227-234.

Raboy, V., D. B. Dickinson and M. G. Neuffer. 1990. A survey of maize kernel mutants for variation in phytic acid. Maydica 35: 383-390.

Reeuwijk, L. P. V. 1998. Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories. FAO Soil Bulletin 74. FAO. Rome.

Taylor, J. K. 1987. Quality Assurance of Chemical Measurement. Lewis Publisher, Inc., Chelsea, Michigan. 328 p.

Thomson, M. and R. Wood. 1993. International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories. Journal of AOAC International. Vol. 76 no.4.

Tiquia, S. M., N. F. Y. Tam and I. J. Hodgkiss. 1996. Effect of composting on phytotoxic of spent pig manure sawdust litter. Environment Pollut. 93: 249-256.

Trease G. E. and W. C. Evan. 1985. Pesticides of Natural Origin and Antibiotics. *In* Pharmarcognosy. The Alder Press. Oxford, Great Britain, pp. 679-711.

Vohra, P., G. A. Gray and F. H. Kratzer. 1965. Phytic acid-metal complexes. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 120: 447–454.

Walkey, A. and A. I. Black. 1934. An Examination of The Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. Soil Sci. 37: 29 - 38.

Watanabe, F. S. and S. R. Olsen. 1965. Test of an Ascorbic and Method for Determining Phosphorus in Water and $NaHCO_3$ Extracts from Soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 677-678.

Wong, J. W. C., K. F. Mak, N. W. Chan, A. L. am, M. Fang, L. X. Wu Zhou, O. T. and X. D. Liao. 2001. Co-compost of soybean residues and leaves in Hong Kong Biores. Technol. 76 : 99-106.

Yathaputanon, C., B. Kumsueb, A. Malipan, S. Srisombun and J. Bunyarut. 2008. Protein Content in High Protein Soybean Mutantsin Thailand. International Symposium on Induced Mutations in Plants. IAEA,Austria, 12 – 15 August 2008.

โครงการวิจัย 4 การสร้างนวัตกรรมสนับสนุนด้านการวิเคราะห์พืชและปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

อุดมลักษณ์อุ่นจิตต์วรรธนะ; 2552. “ชุดตรวจสอบสารพิษตกค้างโพรเฟนโนฟอส” ผลงานวิจัยด้านนวัตกรรมประจำปี กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร(10 หน้า)

อุดมลักษณ์อุ่นจิตต์วรรธนะ และจิราพร โชติสมิทธิกุล; 2552 . “การประเมินข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ Cypermethrin,EPN และผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติจากเกษตรกร” ผลงานวิจัยประจำปี กลุ่มวิจัยวัตถุมีการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (9หน้า)

อุดมลักษณ์อุ่นจิตต์วรรธนะ พิเชษฐ์ ทองละเอียด และยุพดี จิตรไพศาล; 2553 . “การประเมินข้อมูลการใช้ผลิตภัณฑ์ Cypermethrin,EPN และผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติจากเกษตรกร” ผลงานวิจัยประจำปี กลุ่มวิจัยวัตถุมีการเกษตร สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (10 หน้า)

Codex MRLs, Thai MRLs, 2009. Available on http://www.aseansec.org/agr_pub/crops1.doc. (2009)

Chlorpyrifos, available on http:// www.extoxnet.orst.edu/pips/chlorpyr.htm. (2010) 4 pp.

Ethion, available on http:// www.extoxnet.orst.edu/pips/ethion.htm. (2010) 4 pp.

Kegley, S.E.; Hill, B.R., Orme, S.; Choi,A.H.; 2011. Omethoate: Pan Pesticide Database Chemicals 2011 “Chemical, Use, and Toxicity Information for Omethoate”available on http:// www.pesticideinfo.org (2011) 2 pp.

OSS, ศูนย์บริการทางวิชาการแบบเบ็ดเสร็จ.2552. “ข้อมูลสารพิษตกค้างในผักผลไม้ส่งออก” ประจำปี 2546-2550

OSS, ศูนย์บริการทางวิชาการแบบเบ็ดเสร็จ, 2552. “ข้อมูลสารพิษตกค้างในผักผลไม้ส่งออก” ประจำปี 2551-2553

โครงการวิจัย 5 การศึกษาความรุนแรงของผลกระทบและการเฝ้าระวังสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงหรือมีความคงทนในสภาพแวดล้อม

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. เอกสารวิชาการเกษตร คำแนะนำในการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2553. สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร.

กรมควบคุมมลพิษ. 2547. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs) อนุสัญญาสตอกโฮล์มว่าด้วยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน 99 หน้า.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2543. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 117 ตอนพิเศษ 95 ง ลงวันที่ 15 กันยายน 2543.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์.2537. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. ฝ่ายสารสารวัตรเกษตร. กองควบคุมพืช และ วัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 371 น.

มกษ. 2556. มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ.9002-2556 สารพิษตกค้าง :ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร แห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 50 หน้า

วิมลมาศ สตารัตน์. 2540. การศึกษาคุณภาพน้ำใต้ดิน โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่าโบสถ์ (พ.ศ. 2535-2538).

ส่วนแหล่งน้ำจืด สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2552 มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน.

Anastassiades, M., & Lehotay, S. 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive SPE” for the determination of pesticide residues in produce. Journal of AOAC International, 86, 412-431.

Anonymous. 1993. The Agrochemicals Handbook 3rd. ed. The Royal Society of Chemistryn Cambridge, England.

ATSDR. 2006. Interaction Profile for: Atrazine, Desethylatrazine, Diazinon, Nitrate, and Simazine. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Division of oxicology/Toxicology Information Branch. U.S. Department of Health and Human Services Public Health Service. Atlanta, Georgia, U.S.A.

Codex Alimentarius. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://www.codexalimentarius.net/peatres/data/index.html. (1 กันยายน 2558)

EU Pesticides database. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา: http://ec.europa.eu/sanco pesticides/ public/index.cfm(1 กันยายน 2558)

In house method. 2007. Base on Organochlorine and Organophosphorus Pesticide. General Multiresidue Method. AOAC Official Method 970.52 (1995). กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร.

Mac Bean, C., ed. 2012. A World Compendium: The Pesticide Manual. 16th edition. The British Crop Protection Council (BCPC). UK.

OECD. 1997. Environmental Health and Safety Publications Series on Testing and Assessment No 9: Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides during Agricultural Application. OCDE/GD (97) 148. OECD. Paris, France. Retrieved October 12, 2012, from: www.oecd-ilibrary.org

Promsattha, R. 2003. Production and Application of Bio-botanical Neem Based Pesticides in Thailand.*In Country paper of Workshop on Production and Application of Bio- botanical Neem Based Pesticides.* November 10-14, 2003, Maruay Garden Hotel, Bangkok, Thailand. 4p.

Steinwandter H. 1985. Universal 5 min on-line Method for Extracting and Isolating Pesticide Residues and Industrial Chemicals. Fresenius Z. Anal. Chem.322:752-754.

The Japan Food Chemical Research Foundation. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.m5.ws001.squarestart.ne.jp/foundation/search.html. (1 กันยายน 2558)

โครงการวิจัย 6 การศึกษาเพื่อการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)

จินตนา ภู่มงกุฎชัย และคณะ. 2554. “วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของโพรไธโอฟอสในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง” ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ และคณะ. 2555. “วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอะบาเมกตรินในองุ่นเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง” ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2554. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

ประภัสสรา พิมพ์พันธุ์ และคณะ. 2554. “วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของเมทธิดาไธออนในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง” ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ และคณะ. 2554. “วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของคาร์โบซัลแฟนในมะเขือยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง” ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ ไผ่แก้ว และคณะ. 2554. “วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของอีไธออนในส้มเขียวหวานเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง” ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

ยงยุทธ ไผ่แก้ว และคณะ. 2556. “สำรวจสารพิษตกค้างในผักตระกูลมะเขือ” ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ2555. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร,กรุงเทพฯ.

ศศิมามั่งนิมิตร์ และคณะ. 2554. “วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างของฟิโพรนิลในถั่งฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง” ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ2553. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. มาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (Sanitary and Phytosanitary Measures : SPS). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. Available online 31Aug2008 http://www.acfs.go.th/sps/index.php

สำนักมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ. 2551. คู่มือการจัดทำข้อมูลและข้อเสนอการกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศด้านสารพิษตกค้าง สำหรับสินค้าเกษตรของไทย. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 46 หน้า.

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2553. คู่มือวิธีวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์. ควิกปริ๊นท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ.

จิตรา ชัยวิมล. 2545. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมีเอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ. 23 สิงหาคม 2545. กองเกษตรเคมี กรมวิชาการเกษตร.

จิติมา ยถาภูธานนท์เบญจมาศ คำสืบ จุลศักดิ์ บุญรัตน์ และสมศักดิ์ ศรีสมบุญ. 2552. ถั่วเหลืองสายพันธุ์กลาย โปรตีนสูงโดยการฉายรังสีการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนิวเคลียร์ครั้งที่ 11 สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

จุลศักดิ์ บุญรัตน์ วีรวรรณ ศรีถาวร สุกัญญา มัคคะวินทร์ และสุภานันทน์ จันทร์ประอบ. 2552. สถานการณ์ดอก พลาสติกในมะม่วง. การประชุมวิชาการประจำปี 2552. กรมวิชาการเกษตร.

พรบ. ปุ๋ย. 2550. พรบ. ปุ๋ย 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พรบ. ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550. ฝ่ายปุ๋ยเคมี สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร 2552.

ศูนย์ข้อมูลวัตถุมีพิษ. 2545. ฝ่ายทะเบียนและการอนุญาตวัตถุมีพิษ กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่รับขึ้นทะเบียนเพื่อการผลิต. 444 หน้า.

สถาบันอาหาร . 2543. การทำ Validation วิธีทดสอบอาหารทางเคมี เอกสารประกอบการอบรม. 19 – 20 ตุลาคม 2543. โรงแรมโซลทวินทาวเวอร์ กรุงเทพ ฯ.

Alexander, T. G. and J. A. Robertson. 1970. Ascorbic Acid as a Reductant for Inorganic Phosphorus Determination in Chang and Jackson Fractionation Procedure. Soil. Sci. 110 no. 5: 361-362.

AOAC. 1976. Manual of Chemical Methods for Pesticides and Devices, U.S. Environmental Protection Agency.

AOAC. 2012. Official Method of Analysis of AOAC International. 19th Ed. AOAC International Inc., Gaithersberg, MD. USA.

AOAC. 2000. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th Ed. AOAC International Inc., Gaithersberg, MD. USA

Bray, R. H. and L. T. Kurtz. 1945. Determination of Total Organic and Available Form of Phosphorus in Soils. Soil Sci. 59: 39 - 45.

Brown, J. R. and D. Warnke. 1988. Recommended Cation Tests and Measure of Cation Exchange Capacity. In W.C. Dahnke (ed.). Recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region. North Dakota Agri. Exp. Stn. Bull. 499 : 15 - 16.

Charles R. worthing and S. barrie Walker. 1987. The Pesticide Manual, Eighth Edition, British Crop Protection Council.

Doll, E. C. and R. E. Lucas. 1973. Testing Soils for Potassium, Calcium and Magnesium. In L. H. Walsh and J. D. Beaton (eds.) Soil Testing and Plant Analysis. Revised Edition. Soil Sci. Soc. of Amer. Inc., Madison, Wisconsin: 133 - 151.

Frederick, M. G., E. Klesta and J. Hirsch. 2000. Quality Assurance Principles for Analytical Laboratories. p. 131-139. AOAC International Gaithersburg, MD, USA.

Govindarajan, V. S. 1980. Turmeric-Chemistry: Technology and Quality. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 12: 199-301.

Guddadarangavvanahally, K., Jayaprakasha L. J., Mohan Rao and K. K. Sakariah. 2002. Improved HPLC Method for the Determination of curcumin, Demethoxycurcumin, and Bisdemethoxycurcumin. *J. Agric. Food Chem*. 50: 3668-3672.

Huber, L. 1999. Validation and Qualification in Analytical Laboratories Interpharm Press, Inc. Buffalo Grove, Illinois.

ISO/IEC 17025. 2005 (E). General Requirement for the Competence of Testing and Calibration Laboratories.

ISO 13528. 2005. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison. ISO, Geneva, Switzerland.

ISO 5725. 1994. Precision of test method-Determination of repeatability and reproducibility by inter-laboratory test. ISO, Geneva, Switzerland.

ISO Guide 34. 2009. General requirements for the competence of reference materials producers. ISO, Geneva, Switzerland.

ISO Guide 35. 2006. Reference materials – General and statistical principles for certification, 3rd Edition, ISO, Geneva, Switzerland.

ISO/IEC 17043. 2010. Conformity assessment - General requirements for proficiency testing. ISO, Geneva, Switzerland.

Klaus, W. 1995. Biologically Active Ingredents *In* The Neem Tree Source of Unique Natural Productsfor Integrated Pest Management, Medicine, industry and Other Purposes: Schmutterer, H., Ed. VCH Verlaggesellschaft mbH, Weinheim, Germany pp. 372-373.

Larson, S. R., K. E. Young, A. Cook, T. K. Blake, and V. Raboy. 1998. Linkage mapping two mutations that reduce phytic acid content of barley grain. Theor. Appl. Genct. 97:141-146.

Meis, S. J., W. R. Fehr and S. R. Schnebly. 2003. Seed source effect on field emergence of soybean lines with reduced phytate and raffinose saccharides. Crop Sci 43: 1336–1339 Official Method of Analysis. 1970. Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C) Eleventh Edition, Benjamin Franklin Station Washington, D. C. 1015 p.

Marsh, A., J. M. Frank, J. Op de Laak, P. Naka, P. Ngangorantigarn, S. Thuantavee, Y. Kasinkasaempong, W. Twishsri, J. Boonyarut, S. Kositcharoenkul, A. Wongurai, P. Lhekkong, T. Kraitong, P. Nopchinwong, O. Sungthada, N. Laempet, S. Taruyanon, P. Chantanumat, V. Onmukh, P. Chauytem, S. Yusathid, T. Winston and K. Chapman. 2006. Improvement of coffee quality and prevention of Ochratoxin A on Robusta

coffee. FAO, Bangkok (Thailand). Regional Office for Asia and the Pacific; Department of Agriculture, Bangkok, Thailand ISBN 974-436-543-9.

Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter. In Sparks et. al (eds). Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods No. 5 in The Soil Sci. Soc. of Amer. Book Series. SSSA, Inc. Amer. Soc. of Agro. Inc., Madison, Wisconsin : 961-1010.

Oprean, R., M. Tamas and L. Roman. 1998. Comparison of GC-MS and TLC techniques for asarone isomers determination. *J. Pharm. Biomed. Anal.* 18(1998): 227-234.

Raboy, V., D. B. Dickinson and M. G. Neuffer. 1990. A survey of maize kernel mutants for variation in phytic acid. Maydica 35: 383-390.

Reeuwijk, L. P. V. 1998. Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories. FAO Soil Bulletin 74. FAO. Rome.

Taylor, J. K. 1987. Quality Assurance of Chemical Measurement. Lewis Publisher, Inc., Chelsea, Michigan. 328 p.

Thomson, M. and R. Wood. 1993. International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories. Journal of AOAC International. Vol. 76 no.4.

Tiquia, S. M., N. F. Y. Tam and I. J. Hodgkiss. 1996. Effect of composting on phytotoxic of spent pig manure sawdust litter. Environment Pollut. 93: 249-256.

Trease G. E. and W. C. Evan. 1985. Pesticides of Natural Origin and Antibiotics. *In* Pharmarcognosy. The Alder Press. Oxford, Great Britain, pp. 679-711.

Vohra, P., G. A. Gray and F. H. Kratzer. 1965. Phytic acid-metal complexes. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 120: 447–454.

Walkey, A. and A. I. Black. 1934. An Examination of The Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. Soil Sci. 37: 29 - 38.

Watanabe, F. S. and S. R. Olsen. 1965. Test of an Ascorbic and Method for Determining Phosphorus in Water and $NaHCO_3$ Extracts from Soil. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 677-678.

Wong, J. W. C., K. F. Mak, N. W. Chan, A. L. am, M. Fang, L. X. Wu Zhou, O. T. and X. D. Liao. 2001. Co-compost of soybean residues and leaves in Hong Kong Biores. Technol. 76 : 99-106.

Yathaputanon, C., B. Kumsueb, A. Malipan, S. Srisombun and J. Bunyarut. 2008. Protein Content in High Protein Soybean Mutantsin Thailand. International Symposium on Induced Mutations in Plants. IAEA,Austria, 12 – 15 August 2008.

โครงการวิจัย 7 การพัฒนาการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้ถูกต้องแม่นยำตามมาตรฐานสากล

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2539. ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

กองวัตถุมีพิษการเกษตร.2546. เอกสารการประชุมวิชาการ กองวัตถุมีพิษการเกษตร ประจำปี 2546.

ISO/IEC 17025. 1999. ข้อกำหนดระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ปี 1999.

พงศ์ศรี ใบอดุลย์ ปรีชา ฉัตรสันติประภา และพูลสุขหฤทัยธนาสันติ์. 2543. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่มไทรอาซีนในดิน: อะทราซีน และอะมีทริน. การประชุมวิชาการประจำปี 2543 กรมวิชาการเกษตร.

พงศ์ศรี ใบอดุลย์ ปรีชา ฉัตรสันติประภา และพูลสุขหฤทัยธนาสันติ์. 2544. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่มไทรอาซีนในดิน: เม็ทไตรบูซิน. การประชุมวิชาการประจำปี 2544 กรมวิชาการเกษตร.

พงศ์ศรี ใบอดุลย์ มลิสาคนรู้ และพูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2545. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่มไทรอาซีนในน้ำ. การประชุมวิชาการประจำปี 2545 กรมวิชาการเกษตร.

พงศ์ศรี ใบอดุลย์ มลิสา คนรู้ และพูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2546. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์รวมสารกำจัดวัชพืชกลุ่มไทรอาซีนในน้ำ โดยวิธี High pressure liquid chromatography. การประชุมวิชาการประจำปี 2546 กรมวิชาการเกษตร.

พงศ์ศรี ใบอดุลย์มลิสา เวชยานนท์บังอร ธารพล และ ธวัชชัย หงษ์ตระกูล. 2547. การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช butachlor, oxadiazon, propanil, thiobencarb และ trifluralin ในดินและน้ำ โดยวิธี Gas chromatography

สถาบันอาหาร. 2547. การตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของวิธีทดสอบทางเคมี. เอกสารประกอบการอบรม – สัมมนา ด้านอุตสาหกรรมอาหาร.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร. 2551. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรปี พ.ศ. 2551. กรมวิชาการเกษตร.

Amadeo R. Fernandez-alba. 2005. Chromatographic-Mass spectrometric Food Analysis for Trace Determination of Pesticide Residues volume XLIII. 487 pp.

Anastassiades, M., S. J. Lehotay, D. Stajhbaher, and F. J. Schenck. 2003. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and 'Dispersive

Solid-Phase Extraction' for the Determination of Pesticide Residues in Produce. J. AOAC Int., 86(2):412

Anastassiades, M., K. Mastovska, S. J. Lehotay. 2003. Evaluation of Analyte Protectants to Improve Gas Chromatographic Analysis of Pesticides. J. Chromatogr. A, 1015(1-2): 163

AOAC. 1993. Peer – Verified Method. Nov, 1993.

Australian Chemical Standards Laboratory. 1998. Analytical Quality Assurance Study. Organochlorines & Organophosphorus Pesticides in Soil. No. 98-04.

EURACHEM, 1988 The fitness for purpose of analytical method; A laboratory guide to method validation and related topics, EURACHEM Guide, December

EURACHEM, 2000. Quantifying uncertainty in analytical measurement EURACHEM/CITAC 2nd Ed.

Fajgelj, A. and A. Ambrus. 2000. Principles and practices of method validation, International Atomic Emergy Agency, Agency' s Laboratories, Seibersdorf, Austria, 305 pp.

Garfield, F.M. 1991. Quality assurance principles for analytical laboratories. AOAC International.

Greve, P.A. 1983. Good laboratory practice in pesticide residue analysis. In Pesticide Residue Analysis ; Proceedings of a Joint FAO/WHO Course, Eger, Hungary.

Hoover S., Zeise L. and Krowech G. 1991. “Exposure to environmental contaminants through breast milk. In The analysis, communication and perception of risk” in Advances in Risk Analysis. New York, Plenum Publishing.

ISO/IEC 17025. 1999. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

Lehotay, S. J., K. Mastovska, and S. J. Yun. 2005. Evaluation of Two Fast and Easy Methods for Pesticide Residue Analysis in Fatty Food Matrixes. J. AOAC Int., 88(2): 630

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

Lehotay, S..J., A. de Kok, M. Hiemstra and P. van Bodegraven. 2005. Validation of a Fast and EasyMethod for the Determination of 229 Pesticide Residues in Fruits and Vegetables Using Gas and Liquid Chromatography and Mass Spectrometric Detection. J. AOAC Int., 88(2): 595

Miller, J.C. and J.N.Miller. 1998. Statistics for Analytical Chemistry. John Wiley & Sons.

Ministery of Public Health, Welfare and Sport. 1996. Analytical methods for pesticide residues in foodstuffs. Sixth Edition, The Netherlands.

NATA. 1998. Requirements for the format and content of test methods and procedures for validation and verification of chemical test method, NATA Technical Note No. 17, December Australia.

TNO. 1993. Standard Operation Procedure. Zeist. The Netherlands.

Tuinstra, L.G.M.Th. 1995. Quality assurance in pesticide residue analyses with emphasis on Codex guidelines. State Institution for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT-DLO) Wageningen, The Netherlands.

UKAS. 2000. Validation of method: Workshop for chemical laboratories, UKAS, June

Vryzas Zisis and Euphemia Papadopoulou-Mourkidou. 2002. Determination of triazine and chloroacetanilide herbicides in soils by Microwave-Assisted Extraction (MAE) coupled to gas chromatographic analysis with either GC-NPD or GC-MS. J. Agric. Food Chem. 50 , 5026-5033

Wiele, P. Van. ,F. Van Hoof, A. Bruchet, I. Schmitz, J.L. Guinamant, F. Acobas, F. Ventura, F. Sacher, I. Bobeldijk and M.H. Marecos do Monle. 2000. Optimization and evaluation of multi-residue methods for priority pesticides in drinking and related waters. In Principles and Practices of Method Validation. Edited by A. Fajgelj and A. Ambrus. 305 pp.