



รายงานชุดโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต
ทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล

Research and Development on Analytical System of Agricultural Inputs
Following the International Standard

ชื่อหัวหน้าชุดโครงการวิจัย

นางสาวจรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์

Charirat Kusonwiriyawong

ปี พ.ศ. 2563



รายงานชุดโครงการวิจัย

วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต

ทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล

Research and Development on Analytical System of Agricultural Inputs

Following the International Standard

ชื่อหัวหน้าชุดโครงการวิจัย

นางสาวจรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์

Miss Charirat Kusonwiriawong

ปี พ.ศ. 2563

กิตติกรรมประกาศ

ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล สำเร็จ ลุล่วงได้ด้วยความกรุณา อนุเคราะห์จากกรมวิชาการเกษตร ที่ให้การสนับสนุนการดำเนินงาน และงบประมาณ เป็น อย่างดียิ่งมาโดยตลอด นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ นางจิตติมา ยถาภูพานนท์ และนางสาวพินิตา ไชยยันต์บุรณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์และทดสอบ ที่ได้ให้ข้อคิดเห็น และคำแนะนำในการแนะแนวทางการจัดทำงานวิจัย จึงทำให้ ชุดโครงการวิจัยดังกล่าวสมบูรณ์ด้วยดี ท้ายนี้ ขอขอบคุณ นางสาววรรณรัตน์ ชูติบุตร หัวหน้าโครงการวิจัยและ พัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ นางพินิตนันต์ สรวยเอี่ยม หัวหน้าโครงการวิจัยวิจัยและพัฒนา ระบบการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร และนางสาวพินิตา ไชยยันต์บุรณ์ หัวหน้า โครงการวิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ผู้อำนวยการกองวิจัย พัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กลุ่มบริหารโครงการวิจัย หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย หัวหน้ากลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ หัวหน้ากลุ่มงานวิเคราะห์พืชวัตถุเคมีการเกษตรและ นิเวศสิทธิ์เทคนิคการเกษตร สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 สำนักวิจัย และพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 สำนักวิจัยพัฒนาและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 สำนักวิจัยพัฒนาและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 สำนักวิจัยและ พัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 ที่ร่วมกันพัฒนางานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

นางสาวจรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์

หัวหน้าชุดโครงการวิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์
ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	III
ผู้วิจัย	V
บทคัดย่อ	3
Abstract	4
คำสำคัญ	5
บทนำ	6
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	6
การทบทวนวรรณกรรม	8
ขอบเขตของชุดโครงการวิจัย	18
สมมติฐาน	19
วัตถุประสงค์	19
ระเบียบวิธีการวิจัย	20
สถานที่ทำการวิจัย	30
ระยะเวลาดำเนินงาน	30
ผลการวิจัยและอภิปรายผล	30
1. พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์	30
2. ผลิตภัณฑ์อ้างอิงสำหรับการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์	81
3. พัฒนาจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit)	87
4. ศึกษาหาความเสถียร และการเสื่อมสภาพของปฏิกิริยา และวัตถุอันตรายทาง	89
การเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่เกษตรกร และผู้ประกอบการ	
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	91
เอกสารอ้างอิง	94
ภาคผนวก	100

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าชุดโครงการวิจัย	จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์
หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 1	วรรณรัตน์ ชุตินบุตร
หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 2	พินิตนันต์ สรวายเอี่ยม
หัวหน้าโครงการวิจัยที่ 3	พนิดา ไชยยันต์บุรณ์

หัวหน้าการทดลองและคณะ

ภัชชญภณ หมั่นแจ้ง	สาธิตา โพธิ์น้อย	จริญญา วงศ์ตรี
ทองจันทร์ พิมพ์เพชร	รัตนภรณ์ คชวงศ์	ชฎาพร คงนาม
ญาณธิชา จิตต์สะอาด	นันทกานต์ ขุนโหร	พงศ์พิศ แก้วสุข
ศุภากร ดวนใหญ่	สงกรานต์ มะลิสอน	สุภา โพธิจันทร์
อมรรัตน์ ไฉยะเสน	อำนาจ เอี่ยมวิจารณ์	จิตรา เกาะแก้ว
มนต์ชัย มั่นสสิลา	จิตติรัตน์ ชูชาติ	เจนจิรา เทเวศร์วรกุล
พจมาลย์ ภูสาร	สุลักษณ์ ไชยทอง	อาธิยา ปุ่นประโคน
สุพิศสา ทองเขียว	เพชรรัตน์ ศิริวิ	กัญฐณา คล้ายแก้ว
จิรพันธ์ ศรีทองกุล	ชุตินมา วงษ์ไพศาล	ณัฐรา ชูยขำ
ภัทราพร คำผล	เรวดี ศิริยาน	อารีรัตน์ วงษ์สุวรรณ
มนต์ชัย อินทร์ท่าอิฐ	พนิดา มงคลวุฒิกุล	ดวงรัตน์ วิลาสินี
ทัศนีย์ อัญญาพรพงษ์	พิเชษฐ์ ทองละเอียด	สุกัญญา คำคง
อนุชา ผลไสว	ฉล่องรัตน์ หมั่นชวา	อิสริยะ สืบพันธุ์ดี
จิราพรรณ ทองหยอด	ภัทรฤทัย คมนันธุ์	จันทิมา ผลกอง
มลิสา เวชยานนท์	อำนาจ กฐินเทศ	ผกาสินี คล้ายมาลา
ปภัสรา คุณเลิศ	สุพัตตรี หนูสังข์	บุญทวีศักดิ์ บุญทวี
ศศิณีญา คงเข้มดี	ประพันธ์ เคนท้าว	จินตนา ภู่มงกุฎชัย
วาเลนไทน์ เจือสกุล	วิชุดา ควรหัตร์	วีระสิงห์ แสงวรรณ
ระนิดา สุขประเสริฐ	ประกิจ จันทร์ดีบ	พนัชชา เตจ๊ะใจ
ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร	ชนิตา ทองแซม	พรนภัส วิชานนนานนท์
ประชาติปัติย์ พงษ์ภิญโญ	พชร เมินหา	ศศิมา มั่งนิมิต
ลักขมี เดชานุรักษ์นุกุล	วิทยา บัวศรี	มัลลิกา ทองเขียว
ภาสินี ไชยชนะ	อัสลี นามวงษ์	ลภัสรดา อักษรเนียม
เนาวรัตน์ ตั้งมันคงวรกุล	นางพาง โอลเสน	ชลิตตา นันชัย
ณัฐนัย ตั้งมันคงวรกุล	ปิยมาภรณ์ เหล่าคงถาวร	สุธินี สาสีลัง
เบญจมาศ ใจแก้ว	วิภาพร เกียรตินิติประวัติ	พรศิริ สายะพันธ์

วิษณุ แจ่มใบ	บ้งอร แสนคาน	จารุพงศ์ ประสพสุข
ปริญานูช สายสุพรรณ	วัชรภาพร ศรีสว่างวงศ์	สุภาพร บ้งพรม
นาตยา จันทรส่อง	อิทธิพล บ้งพรม	กัญญารัตน์ เต็มปิยะพล
มณฑาทิพย์ อรุณวารากรณ์	รัตติญา คงเม่น	จิราภา เมืองคล้าย
ทิตยา ประเสริฐกุล	เกษสิริ ฉันทพิริยะพูน	ดาวนภา ช่องวาริ
	คณะผู้วิจัย (ต่อ)	

หัวหน้าการทดลองและคณะ

อุมาพร รักษาพราหมณ์	ชนิษฐา วงษ์นิกร	ประไพ หงษา
สมชาย ฉันทพิริยะพูน	นิกร โคตรสมบัติ	สิริฉัตร เขาวนัฎฏกุล
จิตติลักษณ์ เหมะ	อรพิน หนูทอง	สาวิตรี เขมวงศ์
พิรุณ ตีระพัฒน์	สร้อยญา ช่วงพิมพ์	สุวรรณี ศรีทองอินทร์

กรมวิชาการเกษตร

Research Program Team

Research Program Leader	Charirat Kusonwiriawong
Project Leader 1	Wannarut Chutibut
Project Leader 2	Pinitnun Sruay-iam
Project Leader 3	Panida Chaiyanboon

Experimental Chief and Team

Phatchayaphon Meunchang	Sathida Phonoy	Jariya Wongtree
Tongchan Pimpech	Rattaporn Cochawong	Chadaporn Khongnam
Yarnthicha Jittsa-aad	Nanthakan Khunhon	Pongpit Kaewsuk
Supakorn Duanyai	Songkrant Malisorn	Supha Photichan
Amornrat Chaiyasen	Amnat Eamvijarn	Jitra Kokaew
Monchai Manassila	Jittirat Choochat	Janejira Teweswarakul
Pojjamarn Poosarn	Suwalak Chitong	Arthiya Punprakhon
Supissa Thongkeaw	Phetcharat Siriwi	Kanthana Klaigaew
Jirapan Srithongkul	Chutima Wongpaisarn	Nattha Khuykham
Phattaraphon Khomphol	Rewadee Siriyan	Areerat Wongsuwa
Monchai Intha-it	Panida Mongkhonwuttikun	Duangrat Wilasinee
Tassanee Attapornpong	Pichet Tongla-eard	Sukanya Khomkong
Anucha Phonswai	Chalongrat Muenkhwa	Issariya Sueppandee
Jirapan Thongyord	Phatruethai Kumnat	Jantima Phonkong
Malisa Wetchayanon	Amnaj Katintet	Pakasinee Klaimala
Paphatsara Khunlert	Supattri Noosang	Boonthaweesak Boonthawee
Sasinida Khongchamdee	Praphan Kenthao	Jintana Poomongkutchai
Valentine Juasakul	Wichuta Kuanhut	Weerasing Saengwan
Wanida Sukprasert	Prakit Chuntib	Panicha Tejjai
Piyasak Akcaboot	Chanita Thongsam	Pornnaphat Wichanananon
Prachathipat Pongpinyo	Pachara Meanha	Sasima Mungnimitr
Laksamee Dachanuraknukul	Wittaya Buasr	Malliga Thongkheaw
Pasinee Chaicana	Utchalee Namvong	Lapasrada Aksornneam
Naowarat Tangmunkongvorakul	Nongpanga Olsen	Chalitta Nuchai
Natdanai Tungmunkongworakul	Piyamaporn Laokongthawon	Sutinee Saseelung
Benjamard Jaikaew	Wipaporn Kiatnitiprawat	Phonsiri Sayaphan
Witsanu Jangbai	Bang-on Saenkahn	Jarupong Prasopsuk

Pariyanuch Saisuphan	Watcharaporn Srisawangwong	Supapron Bongprom
Nattaya Jansong	Ittipon Bongprom	Kanyarat Tempiyapon
Montatip Arunwarakorn	Rattiya Kongmen	Chirapha Muangkla
Thidtaya Prasertkul	Kedsiri Chantapiriyapoon	Daonapha Chongwarin

Research Program Team (Cont...)

Experimental Chief and Team

Umaporn Raksapharm	Kanitta Wongnikorn	Prapai Hongsa
Somchai Chantapiriyapoon	Nikorn Kotsombate	Sirichat Chaowuttikul
Jittiluk Hama	Orapin Nuthong	Sawitri Khemvong
Pirun Tirapat	Saranya Choungpim	Suwannee Sritongin

คณะวิทยาศาสตร์

ชุดโครงการวิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต

ทางการเกษตรตามมาตรฐานสากล

Research and Development on Analytical System of Agricultural Inputs

Following the International Standard

จรรย์รัตน์ กุศลวิริยะวงศ์^{1/} ภัศชญญณ หมั่นแจ้ง^{1/} วรณรัตน์ ชุตติบุตร^{1/} พินิตนันต์ สรวยเยี่ยม^{1/} พนิดา ไชยยันต์บุญ^{1,2/} สาธิตา โพน้อย^{1/} จริญญา วงศ์ตรี^{1/} ทองจันทร์ พิมพ์เพชร^{1/} รัตนาภรณ์ คชวงศ์^{1/} ชฎาพร คงนาม^{1/} ญาณธิชา จิตต์สะอาด^{1/} นันทกานต์ ขุนโหร^{1/} พงศ์พิศ แก้วสุข^{1/} ศุภากร ดวนใหญ่^{1/} สงกรานต์ มะลิสอน^{1/} สุภา โปธิจันทร์^{1/} อมรรัตน์ ใจยะเสน^{1/} อำนาจ เอี่ยมวิจารณ์^{1/} จิตรา เกาะแก้ว^{1/} มนต์ชัย มั่นสลิลา^{1/} จิตติรัตน์ ชูชาติ^{1/} เจนจิรา เทเวศร์วรกุล^{1/} พงมาลย์ ภูสาร^{1/} สุลักษณ์ ไชยทอง^{1/} อาธิยา ปุ่นประโคน^{1/} สุพิศสา ทองเขียว^{1/} เพชรรัตน์ ศิริวิ^{1/} ภัฏฐณา คล้ายแก้ว^{1/} จิรพันธ์ ศรีทองกุล^{1/} ชุตติมา วงษ์ไพศาล^{1/} ญัฐฐา ขุ่ยขำ^{1/} ภัทราพร คำผล^{1/} เรวดี ศิริยาน^{1/} อาริรัตน์ วงษ์สุวรรณ^{1/} มนต์ชัย อินทร์ทำอิฐ^{1/} พนิดา มงคลวุฒิกุล^{1/} ดวงรัตน์ วิลลาสินี^{1/} ทศนี อัญญาพรพงษ์^{1/} พิเชษฐ์ ทองละเอียด^{1/} สุกัญญา คำคง^{1/} อนุชา ผลไสว^{1/} ฉลองรัตน์ หมั่นขวา^{1/} อิศริยะ สืบพันธุ์ดี^{1/} จิราพรรณ ทองหยอด^{1/} ภัทรฤทัย คมนัญญ^{1/} จันทิมา ผลกอง^{1/} มลิสาว เวชยานนท์^{1/} อำนาจ กฐินเทศ^{1/} ผกาสินี คล้ายมาลา^{1/} ปภัสรา คุณเลิศ^{1/} สุพัตตรี หนูสังข์^{1/} บุญทวีศักดิ์ บุญทวี^{1/} ศศิณิภา คงเข้มดี^{1/} ประพันธ์ เคนท้าว^{1/} จินตนา ภู่มงกุฏชัย^{1/} วาเลนไทน์ เจือสกุล^{1/} วิชุดา ควรหัตถ์^{1/} วีระสิงห์ แสงวรรณ^{1/} วนิดา สุขประเสริฐ^{1/} ประกิจ จันทร์ดีบ^{1/} พนิชชา เตจ๊ะใจ^{1/} ปิยะศักดิ์ อรรถบุตร^{1/} ชนิตา ทองแซม^{1/} พรนภัส วิชานนະนานนท์^{1/} ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ^{1/} พชร เมินหา^{1/} ศศิมา มั่งนิมิตร^{1/} ลักษณะี เดชานุกรักษ์นุกุล^{1/} วิทยา บัวศรี^{1/} มัลลิกา ทองเขียว^{1/} ภาสินี ไชยชนะ^{1/} อชลี นามวงษ์^{3/} ลภัสรดา อักษรเนียม^{3/} เนาวรัตน์ ตั้งมั่นคงวรกุล^{4/} นงพงา โอลเสน^{4/} ชลิตตา นันชัย^{4/} ญัฐนัย ตั้งมั่นคงวรกุล^{4/} ปิยะภรณ์ เหล่าคงถาวร^{4/} สุธินี สาสีลัง^{5/} เบญจมาศ ใจแก้ว^{5/} วิภาพร เกียรตินิติประวัติ^{5/} พรศิริ สายะพันธ์^{5/} วิษณุ แจ้งใบ^{5/} บังอร แสนคาน^{5/} จารุพงศ์ ประสพสุข^{6/} ปริญญา สุขสุพรรณ^{6/} วัชรภาพ ศรีสว่างวงศ์^{6/} สุภาพร บังพรหม^{7/} นาทยา จันทร์ส่อง^{7/} อิทธิพล บังพรหม^{7/} ภัฏญารัตน์ เต็มปิยะพล^{8/} มณฑาทิพย์ อรุณวารกรณ์^{8/} รัตติญา คงเม่น^{8/} จิราภา เมืองคล้าย^{8/} ทิตยา ประเสริฐกุล^{8/} เกษสิริ ฉันทพิริยะพูน^{9/} ดาวันภา ช่องวาริ^{9/} อุมภาพร รักษาพราหมณ์^{9/} ขนิษฐา วงษ์นิกร^{9/} ประไพ หงษา^{9/} สมชาย ฉันทพิริยะพูน^{9/} นิกร โคตรสมบัติ^{10/} สิริฉัตร เขาวนัฎฐิกุล^{10/} จิตติลักษณ์ เหมะ^{10/} อรพิน หนูทอง^{10/} สาวิตรี เขมวงศ์^{11/} พิรุณ ตีระพัฒน์^{11/} สรัญญา ช่วงพิมพ์^{11/} สุวรรณ ศรีทองอินทร์^{12/}

Charirat Kusonwiriawong^{1/} Phatchayaphon Meunchang^{1/} Wannarut Chutibut^{1/} Pinitnun Sruay-iam^{1/} Panida Chaiyanboon^{1,2/} Sathida Phonoy^{1/} Jariya Wongtree^{1/} Tongchan Pimpech^{1/} Rattaporn Cochawong^{1/} Chadaporn Khongnam^{1/} Yarnthicha Jittsaad^{1/} Nanthakan Khunhon^{1/} Pongpit Kaewsuk^{1/} Supakorn Duanyai^{1/} Songkrant Malisorn^{1/} Supha Photichan^{1/} Amornrat Chaiyasen^{1/} Amnat Eamvijarn^{1/} Jitra Kokaew^{1/} Monchai Manassila^{1/} Jittirat Choochat^{1/} Jenejira Teweswarakul^{1/}

Pojjamarn Poosarn^{1/} Suwalak Chitong^{1/} Arthiya Punprakhon^{1/} Supissa Thongkeaw^{1/} Phetcharat Siriwi^{1/} Kanthana Klaigaew^{1/} Jirapan Srithongkul^{1/} Chutima Wongpaisarn^{1/} Nattha Khuykham^{1/} Preeyaporn Boonkhajay^{1/} Phattaraphon Khomphol^{1/} Rewadee Siriyan^{1/} Areerat Wongsuwan^{1/} Monchai Intha-it^{1/} Panida Mongkhonwuttikun^{1/} Duangrat Wilasinee^{1/} Tassanee Attapornpong^{1/} Pichet Tongla-eard^{1/} Sukanya Khomkong^{1/} Anucha Phonswai^{1/} Chalongrat Muenkhwa^{1/} Issariya Sueppandee^{1/} Jirapan Thongyord^{1/} Phatruethai Kumnat^{1/} Jantima Phonkong^{1/} Malisa Wetchayanon^{1/} Amnaj Katintet^{1/} Pakasinee Klaimala^{1/} Paphatsara Khunlert^{1/} Supattri Noosang^{1/} Boonthaweesak Boonthawee^{1/} Sasinida Khongchamdee^{1/} Praphan Kenthao^{1/} Jintana Poomongkutchai^{1/} Valentine Juasakul^{1/} Wichuta Kuanhut^{1/} Weerasing Saengwan^{1/} Wanida Sukprasert^{1/} Prakrit Chuntib^{1/} Panicha Tejjai^{1/} Piyasak Akcaboot^{1/} Chanita Thongsam^{1/} Pornnaphat Wichanananon^{1/} Prachathipat Pongpinyo^{1/} Pachara Meanha^{1/} Sasima Mungnimitr^{1/} Laksamee Dachanuraknukul^{1/} Wittaya Buasr^{1/} Malliga Thongkheaw^{1/} Pasinee Chaicana^{1/} Utchalee Namvong^{3/} Lapasrada Aksornneam^{3/} Naowarat Tangmunkongvorakul^{4/} Nongpanga Olsen^{4/} Chalitta Nuchai^{4/} Natdanai Tungmunkongworakul^{4/} Piyamaporn Laokongthawon^{4/} Sutinee Saseelung^{5/} Benjamard Jaikaew^{5/} Wipaporn Kiatnitiprawat^{5/} Phonsiri Sayaphan^{5/} Witsanu Jangbai^{5/} Bang-on Saenkahn^{5/} Jarupong Prasopsuk^{6/} Pariyanuch Saisuphan^{6/} Watcharaporn Srisawangwong^{6/} Supapron Bongprom^{7/} Nattaya Jansong^{7/} Ittipon Bongprom^{7/} Kanyarat Tempiyapon^{8/} Montatip Arunwarakorn^{8/} Rattiya Kongmen^{8/} Chirapha Muangkla^{8/} Thidtaya Prasertkul^{8/} Kedsiri Chantapiriyapoon^{9/} Daonapha Chongwarin^{9/} Umaporn Raksapharm^{9/} Kanitta Wongnikorn^{9/} Prapai Hongsa^{9/} Somchai Chantapiriyapoon^{9/} Nikorn Kotsombate^{10/} Sirichat Chaowuttikul^{10/} Jittiluk Hama^{10/} Orapin Nuthong^{10/} Sawitri Khemvong^{11/} Pirun Tirapat^{11/} Saranya Choungpim^{11/} Suwannee Sritongin^{12/}

^{1/}กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (Agriculture Production Sciences Research and Development Division)

^{2/}สำนักผู้เชี่ยวชาญ (Senior Expert Office)

^{3/}สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร (The office of Agricultural Regulation)

^{4/}สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 (Office of Agricultural and Development Region 1)

^{5/}สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 2 (Office of Agricultural and Development Region 2)

^{6/}สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 (Office of Agricultural and Development Region 3)

^{7/}สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 (Office of Agricultural and Development Region 4)

^{8/}สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 (Office of Agricultural and Development Region 5)

^{9/}สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 (Office of Agricultural and Development Region 6)

^{10/}สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 (Office of Agricultural and Development Region 7)

^{11/}สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 8 (Office of Agricultural and Development Region 8)

^{12/}ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี (Kanchanaburi Agricultural Research and Development Center)

บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร ประกอบด้วยส่วนกลาง คือ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 ได้ร่วมกันพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์คุณภาพปัจจัยการผลิตของห้องปฏิบัติการ ระหว่างปี 2559 – 2563 โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาศักยภาพของห้องปฏิบัติการ ให้ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 และยกระดับมาตรฐานการวิเคราะห์ ให้มีมาตรฐานเดียวกันทั้งประเทศ และเทียบเท่าสากล ส่งผลให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง ความเที่ยง สร้างความเชื่อมั่น และเป็นที่เชื่อถือของผู้ใช้บริการ โดยการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน และสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อพิสูจน์ยืนยันคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ สามารถอ้างอิงได้ตามมาตรฐานสากล ผลการประเมินพบว่า การทดสอบคุณลักษณะแสดงสมรรถนะของวิธีทดสอบ ประกอบด้วย ช่วงการทดสอบ ความเป็นเส้นตรงของวิธี ความถูกต้อง ความเที่ยง ชีตจำกัดของการตรวจพบ และขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ ผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล แสดงว่าวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน และสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ที่ห้องปฏิบัติการทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 มีความถูกต้อง ความเที่ยง เหมาะสมกับตัวอย่างทดสอบ สามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ และสามารถนำไปขยายผลใช้เป็นข้อกำหนดที่สำคัญทางด้านวิชาการที่ทำให้ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025: 2017 ส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์ เพื่อควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการมีความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ ทำให้เกษตรกรได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ

ภาพรวมของชุดโครงการวิจัย พบว่า 1) ได้วิธีวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และปุ๋ยชีวภาพ ที่มีความถูกต้อง มีความเที่ยง อยู่ในเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานสากล จำนวน 18 วิธี 2) ได้วิธีวิเคราะห์ และสมการทำนายผลด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ โดยมีความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 9 รายการทดสอบ 3) ได้วิธีวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตร 74 วิธี 4) ได้วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 24 วิธี 250 ชนิดสาร 5) ได้ชุดตรวจสอบ ดิน น้ำ อย่างง่าย ที่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีความถูกต้องร้อยละ 80 จำนวน 3 ชุด จำนวน 12 รายการทดสอบ และ 6) ได้ตัวอย่างอ้างอิงพืชที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความเสถียร 1 ปี 2 เดือน จำนวน 7 ชนิดพืช 7) ได้วัสดุอ้างอิงสารพิษตกค้าง 10 ชนิด 8) ได้ข้อมูลระยะเวลาการเสื่อมสภาพของสารออกฤทธิ์ dimethoate omethoate และ malathion ในระยะเวลา 2 ปี จากผลการวิจัยที่ได้สามารถนำมาใช้ในการกำหนดวิธีวิเคราะห์มาตรฐานด้านปัจจัยการผลิตของประเทศไทย การประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ทดสอบ การควบคุมกำกับดูแลทางกฎหมายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ ของปุ๋ย วัตถุอันตรายทางการเกษตร และสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช เป็นการยกระดับความสามารถของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตของประเทศไทย สร้างความธรรมให้กับเกษตรกร และผู้ประกอบการลดข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ การพัฒนาชุดทดสอบดินและน้ำอย่างง่ายในพื้นที่ของเกษตรกร ทำให้เกษตรกร

สามารถปรับปรุงพื้นที่ได้ทันต่อเหตุการณ์เฉพาะปลูก เป็นการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันให้กับเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

กรมวิชาการเกษตร

Abstract

Agricultural Production Inputs Laboratories of Department of Agriculture (DOA), Agricultural Production Sciences Research and Development Division (APSRD) in Bangkok have cooperated with the Office of Agricultural Research and Development (OARD) Region 1-8 to develop on the analytical system during 2016 – 2020. The aims are to receive or maintain ISO/IEC 17025 accreditation and to elevate the potential of laboratory performances in Thailand for achieving the international standard and also building customer confidence. This project studied on method validation of the analytical method of fertilizer, agricultural hazardous substance products, plant, soil and pesticide residues. Method validation has qualitatively assured the accuracy, precision and reliability of analytical results in accordance with the international standard. This project found that the key characteristic performances of method validation (including working range, linearity, accuracy, precision, detection limit and quantitation limit) met the international standard criteria. These results confirmed that these analytical methods were fit-for-purpose and thus are suitable for using as standard method in DOA Laboratory. The successful outcomes of this project are extensively used as the technical specifications of DOA laboratory in compliance with the requirement of the ISO/IEC 17025: 2017. The accuracy, reliability and reproducibility of the final results of analysis have created confidence to end users. As a consequence, farmers can be assessed the good quality of the agricultural inputs.

The overall of this project achieved that 1) 18 analytical validated methods of fertilizer, plant, soil and biofertilizers in accordance with the international standard 2) 9 efficiency of near infrared spectroscopy (NIR) equation promising the good prediction accuracy of measurements 3) 74 analytical validated methods of agricultural hazardous substance products 4) 24 analytical validated methods with 250 substances of pesticide residues 5) 3 soil and water test kits composed of 12 parameters fulfilled with more than 80% accuracy 6) 7 plant internal reference materials established with sufficiently homogeneity and more than 1.2 year long-term stability 7) 10 pesticide residue internal reference materials and 8) information of the 2 years active ingredient deterioration of dimethoate omethoate and malathion according to the standard criteria FAO-Specification. From this project research, the analytical validated methods of agricultural inputs were established as the reference standard method of Thailand. Analytical quality assurance was nevertheless generated producing the reliable laboratory results. In addition, the effective monitoring system was successfully supervised to the fertilizers, biological fertilizers, agricultural hazardous substance products and pesticide residues

regulatories under DOA responsibility. As the project succeeded, this has led to the enhancement of potential capacity of agricultural inputs laboratory in Thailand creating the fairness for farmers and nevertheless reducing the unlikely arising of arguments. In addition, soil and water test kits allow farmers to promptly improve the fertility of area which also increasing the competitiveness of farmers as well.

คำสำคัญ

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์, ความเป็นเนื้อเดียวกัน, ความเที่ยง, ความแม่นยำ, การทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ, ฟอสฟอรัส, โพแทสเซียม, แอมโมเนียมไนโตรเจน, ไนโตรเจนทั้งหมด, แมกนีเซียมออกไซด์, ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียซีเตรท, ธาตุอาหารรอง, ความชื้น, ไมโครเวฟ, ความเสถียร, ยูเรีย, คอมบัสชัน, อินดักทีฟลีคอปเปิลพลาสมาออปติคอลอิมิสชันสเปกโตรเมทรี, สารลดการรบกวน, เนื้อดิน, ไฮโดรมิเตอร์, อินทรีย์วัตถุ, สูญเสียน้ำหนักในการเผาไหม้, ตัวอย่างอ้างอิงภายใน, เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้, ชุดตรวจสอบอย่างง่าย, ปุ๋ยชีวภาพ, ไรโซเบียม, ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช, ผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช, การเสื่อมสภาพ, สารกำจัดแมลง, สารกำจัดวัชพืช, สารกำจัดโรคพืช, สารพิษตกค้าง, กลุ่มคาร์บาเมต, กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต, กลุ่มไพรีทรอยด์, กลุ่มออร์กาโนคลอรีน, กลุ่มพืชที่มีปริมาณความเป็นกรดและน้ำสูง, กลุ่มพืชที่มีปริมาณน้ำสูง, การตรวจวิเคราะห์แบบรวม, แก๊สโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี, ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี

Keywords

Method Validation, Homogeneous, Accuracy, Precision, Interlaboratory Comparision, Phosphorus, Potassium, Ammonium Nitrogen, Total Nitrogen, Magnesium Oxide, Citrate Insoluble Phosphorus, Secondary Nutrient, Moisture, Microwave, Stability, Urea, Combustion Method, Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry, Suppressor, Soil Texture, Hydrometer, Organic Matter, Loss on Ignition, Internal Reference Material, Near Infrared Spectroscopy, Test Kit, Biofertilizer, Rhizobium, Pesticide Formulation Products, Plant Growth Regulator Products, Degradation, Insecticide, Herbicide, Fungicide, Pesticide Residues, Carbamate, Organophosphate, Pyrethroides, Organochlorine, High acid and high water content, High water content, Multiresidue method, Gas chromatograph with tandem mass spectrometric detection, High performance liquid chromatograph with tandem mass spectrometry

บทนำ (Introduction)

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กรมวิชาการเกษตร โดยห้องปฏิบัติการส่วนกลางของกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค ห้องปฏิบัติการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต ของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 เป็นศูนย์บริการวิเคราะห์ตรวจสอบปัจจัยการผลิตด้าน ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ และวัตถุอันตรายทางการเกษตร โดยเฉพาะปุ๋ยที่เป็นปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่สำคัญ กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ในการควบคุมคุณภาพปุ๋ย ควบคุมการผลิตและจำหน่ายปุ๋ยให้มีคุณภาพ ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ เพื่อรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกร ซึ่งต้องอาศัยผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยของห้องปฏิบัติการ และการผลิตปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการกำกับ ดูแล เพื่อขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยชีวภาพตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ให้มีปริมาณ ประสิทธิภาพ และบ่งบอกชนิดของจุลินทรีย์ รวมทั้งวัตถุอันตรายทางการเกษตร ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ สารป้องกันกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดแมลง สารป้องกันกำจัดโรคพืช เป็นต้น รวมถึงสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งจัดเป็นวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่กรมวิชาการเกษตร มีหน้าที่ในการการควบคุมทั้งการผลิต นำเข้า หรือครอบครอง โดยทำหน้าที่ตรวจสอบ และควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ให้มีคุณภาพตรงตามฉลากระบุ รวมทั้งต้องศึกษาการคงสภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อเกษตรกรสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ซึ่งต้องอาศัยผลการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อีกทั้งกรมวิชาการเกษตรยังเป็นองค์กรนำด้านการวิจัยและพัฒนาพืช ที่ต้องใช้ข้อมูลผลวิเคราะห์ธาตุอาหารจากห้องปฏิบัติการที่ให้บริการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมทั้งในพืช ดิน รวมทั้งวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตร เพื่อพัฒนางานวิจัยด้านการปรับปรุงคุณภาพ และเพิ่มผลผลิตพืช วินิจฉัยปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสารพิษตกค้างของวัตถุอันตรายทางการเกษตร ดังนั้นการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของกรมวิชาการเกษตรทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง ทำให้ผลวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือของทั้งผู้ให้บริการและผู้ขอรับบริการ ยกกระดับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ให้มีมาตรฐานเดียวกันและเทียบเท่าสากล

การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการให้มีมาตรฐานสากล จำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ มีระบบการควบคุมคุณภาพ (Quality control) และการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ (Quality assurance) จึงจะให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ ปัจจุบันนี้ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มักประสบกับปัญหาของการแปรผันของผลการวิเคราะห์ที่เกิดขึ้น มีวิธีการวิเคราะห์หลากหลาย ไม่สามารถวิเคราะห์ธาตุอาหารหลายชนิดในคราวเดียวกันได้ และไม่สามารถสรุปว่าวิธีการใดเป็นวิธีการที่เหมาะสม และสมควรใช้เป็นวิธีมาตรฐาน เนื่องจากเครื่องมือที่มีอยู่ สารเคมีที่ระบุให้ใช้ ไม่สามารถจะหาได้ ทำให้เกิดความยุ่งยากเสียเวลามาก และไม่พร้อมที่จะทำงาน จึงจำเป็นที่จะต้องพัฒนาวิธีการวิเคราะห์พืช และปัจจัยการผลิตทางการเกษตรให้เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ มีประสิทธิภาพ รวดเร็วทันกับความต้องการ

ของผู้ให้บริการ และปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติ เพื่อใช้เป็นวิธีวิเคราะห์มาตรฐาน (Standard operation procedure) ของห้องปฏิบัติการ

ห้องปฏิบัติการจึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบห้องปฏิบัติการที่มีเป้าหมายใหญ่ คือ การวิจัยและปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์ (Method development) ให้เป็นวิธีมาตรฐาน ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method validation) และทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Proficiency testing) เพื่อเป็นการยืนยันถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สามารถสอบกลับได้ เพื่อขอรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ (Laboratory accreditation) ตามมาตรฐานสากล (ISO/IEC 17025 : 2017) ซึ่งจะทำให้ผลการวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือและยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล เป็นผลดีต่อการส่งสินค้าเกษตรเป็นสินค้าส่งออกและปลอดภัยต่อผู้บริโภค และการขยายขอบข่ายวิธีทดสอบให้กับห้องปฏิบัติการให้มีศักยภาพเท่าเทียมในระดับนานาชาติ รวมทั้งจำเป็นที่จะต้องมีการทดสอบความสามารถหรือ การทดสอบความชำนาญ ของห้องปฏิบัติการ เป็นวิธีการหนึ่งในการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ และใช้สำหรับการเฝ้าระวังสมรรถนะในการดำเนินงานอย่างต่อเนื่องของห้องปฏิบัติการ เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 : 2017 การผลิตวัสดุอ้างอิง (Internal reference material : IRM) เพื่อควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์และลดต้นทุนในการวิเคราะห์ รวมทั้งการพัฒนาเพื่อเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ การประกันคุณภาพผลการทดสอบและสอบเทียบตามข้อกำหนด ข้อ 7.7 ของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 ว่าด้วยการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรม ที่แสดงความน่าเชื่อถือของผลวิเคราะห์ ทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค ของกรมวิชาการเกษตร และในการตรวจประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ภาคเอกชนที่กรมวิชาการเกษตรได้ถ่ายโอนงานด้านการวิเคราะห์ ให้เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือในผลการวิเคราะห์ทั้งในระดับประเทศและต่างประเทศ

นอกจากนี้กรมวิชาการเกษตรภายใต้ภารกิจในการควบคุม และตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ตามมาตรฐานเกณฑ์กำหนดคุณลักษณะขององค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations; FAO) และการมุ่งเน้นการผลิตด้านอาหารปลอดภัย (Food Safety) ยังมีภารกิจหลัก คือ การพัฒนาระบบการให้บริการวิเคราะห์ตรวจสอบปัจจัยการผลิตทางการเกษตรแก่เกษตรกร และเพื่อให้การวิเคราะห์มีความถูกต้อง แม่นยำ และฉับไวในระดับสากล จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการพัฒนางานวิจัย และพัฒนาด้านการวิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพ เพื่อเปลี่ยนแปลงจากระบบการวิเคราะห์ทางเคมีที่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายและเป็นจำนวนมากๆ เพื่อให้ได้วิธีที่ทันสมัย เป็นที่ยอมรับ และทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก โดยการพัฒนาชุดทดสอบเบื้องต้น และการพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) เพื่อใช้ตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตเบื้องต้นที่สามารถเข้าถึงเกษตรกร ที่สามารถให้ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และจุลธาตุ ในดินและในพืช และให้ผลการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพน้ำทางการเกษตร ที่สะดวกรวดเร็วเกษตรกรสามารถใช้ได้จริงในพื้นที่ และนำเทคนิคใหม่มาใช้เพื่อลดขั้นตอนการวิเคราะห์ และสารเคมีลง โดยการใช้พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าย่านความถี่อินฟราเรดย่านใกล้ (Near Infrared; NIR) ซึ่งเป็นองค์ความรู้หนึ่งที่ใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลายในต่างประเทศขณะนี้ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่สามารถทำนายค่าทางเคมีของปัจจัยการผลิตได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ การตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายและสารพิษตกค้าง

ของวัตถุอันตรายด้วยเทคนิคใหม่ ๆ มุ่งเน้นให้ได้วิธีที่มีประสิทธิภาพ ประหยัดเวลา และงบประมาณมากขึ้น เช่น วิธี QuEChERS (Quick, Easy Cheap, Effective Rugged and safe) เป็นวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่รวดเร็วใช้สารเคมี และเครื่องมือที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนสามารถตรวจวิเคราะห์สารได้หลายชนิด (Multiresidue method) และสามารถตรวจสารในตัวอย่างในระดับต่ำมากได้ รวมทั้งการพัฒนาเครื่องมือ และปรับปรุงวิธีในการตรวจวิเคราะห์ เช่น เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography; GC) ยังคงใช้คอลัมน์แก้ว (Packed Column) ซึ่งปัจจุบันเทคนิคที่ทันสมัยได้เปลี่ยนเป็นคอลัมน์แคปิลารี ที่ให้ประสิทธิภาพการแยกสารได้ดีขึ้น เช่น การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (Gas chromatograph with tandem mass spectrometric detection) ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High performance liquid chromatograph with tandem mass spectrometry) ซึ่งสามารถตรวจวัตถุอันตรายชนิดใหม่ๆ ได้และในอนาคตมีแนวโน้มมีความจำเป็นในการใช้งานมาก ห้องปฏิบัติการจะต้องมีการศึกษาและพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography; GC) และเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิควิด โครมาโทกราฟี (High performance liquid chromatography; HPLC) ให้มีความทันสมัยยิ่งขึ้น เพื่อให้สามารถรองรับการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายได้มากขึ้นและเป็นการพัฒนามาตรฐานห้องปฏิบัติการให้มีความทันสมัยเทียบเท่าระดับสากล และมีวิธีการวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานระดับนานาชาติตาม คอแลบบอเรทีฟ อินเตอร์เนชันแนล เพสตีไซด์ แอนาไลติคอล เคานซิล ลิมิเตด (Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited; CIPAC) หรือ CIPAC Handbook รวมทั้งได้ผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคใหม่ๆ เพื่อศึกษาผลกระทบของวัตถุพิษในสิ่งแวดล้อม การแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะ การให้บริการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในดินและน้ำ รวมทั้งการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ดังนั้น กรมวิชาการเกษตรจึงได้ให้ความสำคัญกับการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต เพื่อให้ได้เทคนิคการวิเคราะห์ การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (Method Validation) และทวนสอบวิธี (Verified of Method) เพื่อให้ผลการตรวจวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับและมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ ได้รับการยอมรับในระดับสากล และให้การสนับสนุนกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่เป็นหน่วยงานในส่วนกลาง และสำนักวิจัยและพัฒนากษัตริย์เขตที่ 1-8 ที่เป็นหน่วยงานส่วนภูมิภาค ให้ยกระดับห้องปฏิบัติการได้รับการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 : 2017 ซึ่งงานวิจัยในแผนงานวิจัยนี้สามารถสนับสนุนการขอการรับรองห้องปฏิบัติการ และการขยายขอบข่ายวิธีวิเคราะห์ให้กับห้องปฏิบัติการให้มีศักยภาพเท่าเทียมในระดับนานาชาติ รวมทั้งพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตให้มีความทันสมัย สะดวกรวดเร็ว และเข้าถึงเกษตรกร

การทบทวนวรรณกรรม

เทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ทำให้มีองค์ความรู้ทางวิชาการ การพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือวิเคราะห์ใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมาย รวมถึงเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน น้ำ และวัตถุอันตรายทางการเกษตร ซึ่งห้องปฏิบัติการต้องศึกษาถึงองค์ประกอบ ข้อจำกัด ความถูกต้อง และเหมาะสมในการนำเทคนิคเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้กับประเภทของตัวอย่าง และทรัพยากรที่มีอยู่ของห้องปฏิบัติการได้ตามวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ (Fit for Purpose) ซึ่งห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการเปรียบเทียบ

ผลวิเคราะห์จากวิธีวิเคราะห์เดิมและวิธีใหม่ หรือวิธีที่ประยุกต์/ดัดแปลงใหม่ ว่ายังคงให้ผลวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำ โดยปฏิบัติตามหลักการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ และใช้วิธีทางสถิติในการประเมินผล ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นเป็นไปตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 : 2017

หลักการสำคัญของการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ดิน น้ำ ปุ๋ย พืช และวัตถุอันตรายทางการเกษตร ประกอบด้วยการศึกษาหาเทคนิค ขั้นตอน วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับทรัพยากรที่มีอยู่ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์นั้นๆ เพื่อให้ทราบถึงความถูกต้อง แม่นยำ ความเหมาะสมกับช่วงความเข้มข้น ประเภท และลักษณะของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ รวมทั้งมีการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ นอกจากนี้จะต้องมีการพัฒนาเทคนิคต่างๆ ให้ทันเทคโนโลยีใหม่ๆ อยู่เสมอ เป็นการเพิ่มศักยภาพของระบบการตรวจวิเคราะห์ให้สูงขึ้น เช่น ลดระยะเวลาการวิเคราะห์ ลดการใช้สารเคมี การวิเคราะห์ที่ไม่ทำลายตัวอย่าง และลดมลภาวะที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น อย่างไรก็ตามการพัฒนาระบบตรวจวิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพสูงสุดก็เพื่อให้ผู้ขอรับบริการ หรือผู้ใช้ประโยชน์จากผลการวิเคราะห์ได้รับประโยชน์สูงสุดตรงตามระยะเวลา และวัตถุประสงค์ของตนเอง การจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่ายเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร หรือผู้ใช้ประโยชน์จากผลการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ทดสอบได้ด้วยตนเอง ในระยะเวลาที่ต้องการ การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย เป็นการจัดทำชุดตรวจสอบให้ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน สามารถพกพาและทดสอบได้ทุกสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างจากห้องปฏิบัติการได้ ใช้เวลาในการทดสอบน้อย มีความเสถียรหรือมีอายุการใช้งานที่เหมาะสม ราคาถูก ทดสอบได้ครอบคลุมช่วงความเข้มข้นของตัวอย่าง และลักษณะตัวอย่าง มีความถูกต้องอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

การปฏิบัติตามหลักการพัฒนาระบบการวิเคราะห์ตามที่กล่าวมานั้น แต่ละขั้นตอนจะต้องเป็นตามหลักวิชาการ และมาตรฐานสากล เช่น การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ให้เป็นตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 เป็นการศึกษาเพื่อพัฒนา/ปรับปรุงระบบการตรวจวิเคราะห์ให้มีความรวดเร็ว แม่นยำ เชื่อถือได้ โดยการเปรียบเทียบเทคนิควิธีวิเคราะห์ ขั้นตอน เครื่องมือ สารเคมี และประเภทของตัวอย่างที่แตกต่างกัน เป็นกระบวนการศึกษาเพื่อยืนยันคุณลักษณะของวิธีวิเคราะห์ (Method Performance Characteristics) ดำเนินการประเมินด้วยวิธีทางสถิติที่เหมาะสมตามวัตถุประสงค์การใช้งาน หาช่วงความเข้มข้นที่ทดสอบ (Range) ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) ความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยง (Precision) ขีดจำกัดในการตรวจพบ (Limit of Detection; LOD) ขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation; LOQ) และความคงทนของวิธี (Ruggedness/Robustness) รวมทั้งความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) การศึกษาคุณลักษณะเหล่านี้อาจไม่จำเป็นต้องทำทั้งหมด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีวิเคราะห์และวัตถุประสงค์ของการใช้งาน (ทิพวรรณ, 2549) เช่น การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ตามคอแลบบอเรทีฟ อินเตอร์เนชันแนล เพสตีไซด์ แอนาไลติคอล เคานซิล ลิมิเต็ด (Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited) CIPAC 3807 (2012) ได้กล่าวถึง การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีในส่วนของสูตรผสมวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ให้ตรวจสอบคุณลักษณะความจำเพาะเจาะจง (Specification/Selectivity) พิสัย หรือช่วงของการวัด (Working range) ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยง (Precision) และความคงทนของวิธี (Ruggedness /Robustness) และ Huber (2007) ได้กล่าวว่า คุณลักษณะของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบความใช้ได้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน จึงไม่จำเป็นต้องตรวจสอบ

ทุกพารามิเตอร์ของกระบวนการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ อาทิเช่น สารประกอบหลักที่มีปริมาณมาก (Major compound quantitative) ตรวจสอบคุณลักษณะ ความจำเพาะเจาะจง (Specification/Selectivity) พิสัย หรือช่วงการใช้งาน (Working range) ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยง (Precision) และความคงทนของวิธี (Ruggedness/Robustness) ซึ่งสอดคล้องกับ Eurachem (2014) กล่าวถึง สารที่มีปริมาณน้อย จำเป็นต้องทำการตรวจสอบคุณลักษณะ ขีดจำกัดของวิธีวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ (Limit of detection และ Limit of quantitation) นอกจากนี้ ยังพบว่ามี การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ โดยการตรวจพิสูจน์ความถูกต้องของวิธีทดสอบทางเคมี โดยการตรวจสอบ Performance Characteristics ได้แก่ ทดสอบช่วงความเข้มข้นของสารในตัวอย่างที่วิเคราะห์สารได้อย่างความถูกต้องแม่นยำ (working range) ความถูกต้อง (Accuracy) แม่นยำ (Precision) ค่าปริมาณต่ำสุดของวิธีวิเคราะห์ในพิสัยนั้นได้อย่างถูกต้องแม่นยำ (Limit of Quantitation; LOQ) และ ค่าปริมาณต่ำสุดที่ปรากฏสัญญาณการตรวจวัดของเครื่องตรวจวิเคราะห์ ของวิธีวิเคราะห์ในพิสัยนั้นได้ (Limit of Detection; LOD) ซึ่งแต่ละ Parameter มีข้อกำหนดขั้นตอนการทดสอบและเกณฑ์ในการตัดสิน ทำให้แน่ใจว่าวิธีวิเคราะห์ที่ผ่านการทดสอบแล้ว สามารถนำไปตรวจวิเคราะห์ได้ โดยให้ผลวิเคราะห์ ถูกต้อง แม่นยำ (สถาบันอาหาร, 2547; EURACHEM, 2014) นอกจากนี้ข้อกำหนดของ ISO/IEC 17025 ยังมีการประกันคุณภาพผลการทดสอบโดยทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Proficiency testing) เพื่อทดสอบว่าห้องปฏิบัติการได้ใช้วิธีวิเคราะห์ที่สามารถตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างได้อย่างความถูกต้อง แม่นยำ อย่างไรก็ตามวิธีการที่ผ่านการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้แล้ว สามารถใช้ในการขอรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการ (Laboratory accreditation) ตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025 ได้ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการเป็นที่เชื่อถือและยอมรับในระดับสากล อีกทั้งทำให้บุคลากรมีการพัฒนาในการทำงานและมีการแก้ปัญหาอย่างมีแบบแผนและมีระบบ นอกจากนี้ยังมีการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี การใช้วัสดุอ้างอิงเป็นวิธีหนึ่งในการควบคุมคุณภาพ วัสดุอ้างอิง (Reference Material; RM) หมายถึง วัสดุหรือสารที่มีสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่า ซึ่งเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) เสถียร (Stable) และผ่านการจัดเตรียมมาอย่างดีตามมาตรฐาน ISO/IEC 17034 : 2016 เพื่อใช้ในการสอบเทียบ (Calibration) ประเมินวิธีวิเคราะห์ ตามมาตรฐาน ISO 17043 : 2010 และกำหนดค่า (Assigning Value) ให้กับวัสดุอื่น (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557) แบ่งออกเป็น วัสดุอ้างอิงหรือตัวอย่างอ้างอิงภายใน (Internal Reference Material; IRM) หมายถึง วัสดุหรือตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในห้องปฏิบัติการ วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Material; CRM) หมายถึง วัสดุหรือตัวอย่างที่มีค่ากำหนด และรับรองโดยองค์กรที่ได้รับการยอมรับในความสามารถทางด้านวิชาการ และวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard Reference Material; SRM) หมายถึง CRM ซึ่งผลิตโดย National Institute of Standard and Technology (NIST)

จากการปฏิบัติตามหลักการพัฒนาระบบการวิเคราะห์ตามที่กล่าวมานั้น แต่ละขั้นตอนจะต้องเป็นตามหลักวิชาการ และมาตรฐานสากลให้เป็นตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 เป็นการศึกษาเพื่อยืนยันคุณลักษณะของวิธีวิเคราะห์ (Method Performance Characteristics) เพื่อใช้ในการตรวจรับรองคุณภาพของปัจจัยการผลิต ปุ๋ย พีช ดิน น้ำ วัตถุอันตรายทางการเกษตร และสารพิษตกค้าง ซึ่งปัจจุบันมีเครื่องมือวิเคราะห์

ใหม่ๆ เกิดขึ้นมากมาย รวมถึงเทคนิคการตรวจวิธีวิเคราะห์ ซึ่งห้องปฏิบัติการต้องศึกษาถึงองค์ประกอบ ข้อกำหนด ความถูกต้องและเหมาะสม ในการนำเทคนิคเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้กับประเภทของตัวอย่าง และทรัพยากรที่มีอยู่ ของห้องปฏิบัติการได้ตามวัตถุประสงค์การวิเคราะห์

การดำเนินงานด้านการวิเคราะห์ควบคุมคุณภาพปุ๋ยตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และเพื่อให้บริการ ทั่วไบนั้น ห้องปฏิบัติการได้นำวิธีการตรวจวิเคราะห์มาจาก Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2016) และ Official Methods of Analysis of Fertilizers (OMAF) (The National Institute of Agriculture Sciences, 1987) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานมาดัดแปลงใช้ในห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือที่มี และจัดทำเป็นคู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบ ตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย (กรมวิชาการเกษตร, 2551; กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี, 2551) ในปัจจุบันมีการผลิตและใช้ปุ๋ย อินทรีย์เพิ่มขึ้น การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ผลิตจากวัตถุดิบที่หลากหลายและมีปริมาณแตกต่างกันมาก ดังนั้นการวิเคราะห์ การตรวจสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ปริมาณอินทรีย์วัตถุซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญของปุ๋ย อินทรีย์ ตามประกาศมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ประเภทปุ๋ยหมักของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงมีความจำเป็นต้อง เปรียบเทียบวิธี พัฒนาวิธีวิเคราะห์ให้เหมาะสมและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี เพื่อลดข้อโต้แย้ง เพื่อให้ผล วิเคราะห์มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือ และยอมรับได้ในระดับสากล และเพื่อรับรองมาตรฐานแก้ไขปรับปรุงตัวชี้วัด มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

การศึกษาและพัฒนาเทคนิควิธีวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยเคมี ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ธาตุ อาหารรอง และธาตุอาหารเสริม และความชื้นเป็นหลัก ซึ่งจะต้องตรวจพิสูจน์ความถูกต้องและเหมาะสมกับ ตัวอย่าง การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยโดยใช้เทคนิคเผาไหม้ (Combustion Method) โดย LECO Corporation. USA. (2011) เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่ให้ผลรวดเร็ว รู้ผลได้ภายใน 4 นาที โดยการเผา ตัวอย่างปุ๋ยที่ห่อด้วยแผ่นดีบุกบางๆ (Tin Foil Cup) ในบรรยากาศออกซิเจนบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการเผา ไหม้ตัวอย่างสมบูรณ์ได้เป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) แล้ววัดหาปริมาณไนโตรเจนด้วยเทอร์มัลคอนดักติวิตี ดีเทคเตอร์ (Thermal Conductivity Detector; TCD) ผลการวิเคราะห์จะออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนโดย ควบคุมการทำงานและประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ภายนอกอัตโนมัติ และแอมโมเนียมไนโตรเจน คือไนโตรเจน รูปหนึ่งในปุ๋ยเคมี ที่จำเป็นต้องวิเคราะห์เพื่อนำผลวิเคราะห์ไปใช้ประกอบการขึ้นทะเบียนปุ๋ยเคมี ตามคู่มือวิธี วิเคราะห์ปุ๋ยเคมี กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี (2551) กรมวิชาการเกษตรใช้วิธีวิเคราะห์โดยการกลั่นตัวอย่างด้วยโซเดียมไฮ ดรอกไซด์ ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐาน Official Methods of Analysis of Fertilizers (The National Institute of Agriculture Sciences, 1987) ซึ่งต้องเตรียมเป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์อิมัว สารดังกล่าวมีฤทธิ์ระคาย เคืองต่อผิวหนังและดวงตา เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน จากการศึกษาวิธีวิเคราะห์ฉบับล่าสุดของมาตรฐาน Official Methods of Analysis of AOAC International (AOAC, 2016) ได้ใช้แมกนีเซียมออกไซด์แทนสาร ดังกล่าว โดยไม่ต้องเตรียมเป็นสารละลาย และไม่มีฤทธิ์ระคายเคือง เป็นการเพิ่มความสะดวก และปลอดภัยต่อ ผู้ปฏิบัติงาน การวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนในปุ๋ยที่มียูเรียเป็นส่วนผสมนั้นจะทำให้ผลการวิเคราะห์สูงกว่า ปริมาณแอมโมเนียมที่มีอยู่จริง เนื่องจากยูเรียบางส่วนได้ถูกกลั่นเป็นแอมโมเนียมปนออกมาในระหว่างการ วิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน วิธีมาตรฐาน AOAC (2016) จึงจำกัดการวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนไว้

เฉพาะในตัวอย่างที่ไม่มียูเรียเป็นส่วนผสม แต่เนื่องจากปุ๋ยส่วนใหญ่มีส่วนผสมของทั้งยูเรีย และแอมโมเนียม จึงจำเป็นต้องศึกษาหาอิทธิพลของปริมาณยูเรียที่มีผลกระทบต่อค่าการวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในตัวอย่างปุ๋ยที่มียูเรียเป็นวัสดุส่วนประกอบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาผลการวิเคราะห์ของแอมโมเนียมไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์เป็นหนึ่งในธาตุอาหารหลักที่ต้องวิเคราะห์เช่นกัน การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ตาม AOAC (2016) ต้องวิเคราะห์ด้วยกันสองวิธี คือการวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสทั้งหมด และวิเคราะห์หาฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในซิเตรท (AOAC, 2016) เพื่อนำผลวิเคราะห์ของทั้งสองวิธีมาหักลบกัน เทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดด้วยเครื่องไอซีพีสเปกโตรมิเตอร์ (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometer; ICP-OES) เป็นเทคนิคที่สามารถลดความผิดพลาดจากขั้นตอนการเจือจางตัวอย่าง และไม่ต้องใช้สารเคมีในการทำให้เกิดสีด้วยวานาโดมอลิบเดต (Vanadomolybdate) ดังเช่นวิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) (George and Latimer, 2016) อาศัยหลักการอิมิสชันสเปกโตรสโกปี (Emission spectroscopy) (แม้น และคณะ, 2552) จากการศึกษาของ Lin (2002) ในการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ พบว่าสามารถใช้ ICP-OES วิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟต (Phosphate; P_2O_5) ได้อย่างถูกต้องในช่วงความเข้มข้นต่ำ อมรา และคณะ (2553) ได้ทำการพัฒนาและการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม โดยใช้เครื่อง ICP-OES พบว่าสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้โดยไม่ต้องเจือจาง เช่นเดียวกับ Souza *et al.* (2014) ได้พัฒนาวิธีและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก (ฟอสฟอรัส) ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยเคมีเชิงประกอบ โดยใช้เครื่อง ICP-OES พบว่ามีความถูกต้อง อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาการวิเคราะห์ดังกล่าวในตัวอย่างปุ๋ยเคมีเชิงผสม ที่ครอบคลุมทุกช่วงความเข้มข้น

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารหลักตัวสุดท้ายในสูตรปุ๋ย การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีด้วยเครื่องวัดการเปล่งแสงโดยเปลวไฟ (Flame Photometer) (The National Institute of Agro-environmental Sciences, 1987; AOAC, 2016) เป็นวิธีวิเคราะห์ของกรมวิชาการเกษตร ตามคู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี (2551) ซึ่งมีเติมสารลดการรบกวน (Suppressor) ที่มีคุณสมบัติลดการรบกวนของแอนไอออน (Interfering Anion) โดยทำให้กลายเป็นสารประกอบที่ไม่รบกวน จากการศึกษาของกิตติพร (2530) พบว่าแม้ธาตุหลายชนิดจะทำให้ผลการวิเคราะห์โพแทสเซียมสูงขึ้นแต่ต้องมีสัดส่วนต่อโพแทสเซียมในปริมาณมาก ซึ่งโดยปกติปุ๋ยเคมีจะมีปริมาณสัดส่วนของการรบกวนดังกล่าวนี้ การไม่เติมสารลดการรบกวน อาจไม่มีผลสำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ด้วยการเผาเป็นไอ (สมบุญ และคณะ, 2530)

แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน เหล็ก สังกะสี แมกกาเนียม ทองแดง โบรอน เป็นธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยที่มีปริมาณเล็กน้อย แต่จำเป็นต้องวิเคราะห์เพื่อใช้ผลดังกล่าวในการขึ้นทะเบียนเช่นกัน ซึ่งปัจจุบันกรมวิชาการเกษตรใช้วิธีการวิเคราะห์ตามคู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ซึ่งพัฒนามาจากวิธีวิเคราะห์ AOAC ซึ่งใช้การย่อยบนเตาระเหยความร้อนต้องใช้ระยะเวลา และใช้กรดในปริมาณมากในการวิเคราะห์ การใช้เทคนิคไมโครเวฟเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดระยะเวลา และสารเคมีในการย่อยตัวอย่างได้ การพัฒนาวิธีย่อยตัวอย่างปุ๋ยเคมีโดยใช้เทคโนโลยีของเทคนิคไมโครเวฟแบบใหม่ ซึ่งเป็นเทคนิคการย่อยโดยใช้คลื่นไมโครเวฟชนิดห้องปฏิกิริยาเดี่ยว (Single Reaction Chamber Technology; SRC) แทนการย่อยบนเตาระเหยความร้อน (Hot

Plate) ในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุรองและธาตุอาหารเสริมในปุ๋ย เป็นการให้พลังงานแก่ตัวอย่างในช่วงคลื่นไมโครเวฟทำให้โมเลกุลของน้ำเกิดการสั่น และเกิดความร้อนขึ้นอย่างฉับพลัน โดยใช้กรดผสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายพันธะและโครงสร้างของสารประกอบอินทรีย์ เป็นการย่อยด้วยระบบปิด (Close System) ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิและความดันได้ตามที่กำหนด (Giulio and Milestone, 2011) ช่วยลดการผิดพลาดเนื่องจากการสูญเสียของธาตุอาหารในตัวอย่างในขณะย่อย

วิธีวิเคราะห์ความชื้นในปุ๋ยเคมี เป็น Empirical Method หมายถึงวิธีทดสอบที่ผลการทดสอบขึ้นกับวิธีการที่กำหนดในวิธีทดสอบนั้น (Method Dependent Result) และผลการทดสอบจะสลับกลับไปวิธีการทดสอบที่ใช้ แต่ไม่สลับกลับถึงหน่วยในระบบสากล (นันทนา และนุชนาท, 2555) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ความชื้น โดยการลดระยะเวลา จึงเป็นการเปรียบเทียบเทคนิคการวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการดูดความชื้นแบบสุญญากาศ (Vacuum-Desiccation Methods) ตามวิธีมาตรฐาน AOAC (2016) ซึ่งใช้ระยะเวลาในการวิเคราะห์สั้น กับเทคนิคการวิเคราะห์ความชื้นตามคู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี กรมวิชาการเกษตร (2551) ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ประยุกต์จากวิธีมาตรฐาน (ปิยะรัตน์, 2550) อย่างไรก็ตามนอกจากวิธีวิเคราะห์แล้ว ความเสถียรของตัวอย่างและอุณหภูมิแวดล้อม ยังเป็นองค์ประกอบสำคัญที่มีผลกระทบต่อผลการวิเคราะห์ด้วยเช่นกัน การทดสอบความเสถียรที่สภาวะการเก็บรักษาในระยะยาวและความเสถียรต่ออุณหภูมิในระยะสั้นของปริมาณธาตุอาหารรับรองในปุ๋ยเคมีโดยใช้หลักการวิเคราะห์การถดถอยซึ่งมีตัวแปรตาม Y เป็นผลของการวิเคราะห์และมีตัวแปรอิสระ X เป็นระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างปุ๋ยเคมี สามารถประมาณค่าความไม่แน่นอนจากความเสถียรและคำนวณวันหมดอายุหรือเสื่อมสภาพของปุ๋ยเคมี (จันทร์รัตน์, 2557) เพื่อใช้แนวทางการเก็บรักษาตัวอย่างปุ๋ยที่ส่งมาวิเคราะห์และลดข้อโต้แย้งเกี่ยวกับผลกระทบจากสภาพแวดล้อมในการเก็บตัวอย่าง

การผลิตปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมที่มีประสิทธิภาพจึงต้องมีการกำกับ ดูแลเพื่อขอขึ้นทะเบียนปุ๋ยชีวภาพตามพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ให้มีปริมาณ ประสิทธิภาพ และบ่งบอกชนิดของจุลินทรีย์ กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กรมวิชาการเกษตร ได้ทำการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการตรวจสอบความความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อรับรองคุณภาพของปุ๋ยชีวภาพและเป็นประโยชน์ต่อการนำวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำเชื่อถือ และรองรับประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 สำหรับการนับปริมาณเชื้อโรโซเปียมมีรายงานของ Somasegaran and Hoben (1994) โดยสามารถนับเชื้อโรโซเปียมที่มีชีวิตด้วยวิธีการเจือจางตัวอย่างเชื้อเริ่มต้นเป็นลำดับ (Serial Dilution) ทั้งหมด 8 ความเข้มข้นของสารละลายเจือจางเชื้อโรโซเปียม จากนั้นใช้ปิเปตดูดสารละลายปริมาตร 100 ไมโครลิตร หยดลงบนอาหาร Yeast - Mannitol Agar (YMA) และใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยสารละลายให้กระจายทั่วจานอาหารเลี้ยงเชื้อ บ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง และนับจำนวนโคโลนีจากจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโรโซเปียมจากการสร้างปมที่รากถั่ว Somasegaran and Hoben (1994) ได้รายงานวิธีศึกษาเชื้อ *Bradyrhizobium japonicum* ในพีท (วัสดุพา) ที่ทำการฆ่าเชื้อและไม่ฆ่าเชื้อ เพื่อคำนวณค่าเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number; MPN) ความแตกต่างของปริมาณปมรากถั่วจากวัสดุพาทั้งสองชนิด

การวิเคราะห์เพื่อจัดจำแนกสกุลและชนิดของโรโซเปียมมีหลายวิธีเช่น ความจำเพาะเจาะจงในการสร้างปมกับถั่วบางชนิด การศึกษาทางสัณฐานวิทยา (Morphology) การผลิตกรด-ด่าง (Biochemical Test) วิทยา

เซรัม (Serology) Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (Elisa) (Somasegaran and Hoben, 1994) ในปัจจุบันวิธีที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่ยอมรับได้แก่ การวิเคราะห์สกุณและชนิดด้วยเทคนิคทางอณูวิทยา (Molecular Identification) การศึกษาของ Bontempo *et al.* (2006) ใช้เทคนิค Microarray Assay โดยใช้ DNA ที่แยกจากปมไวรัสเปียม การศึกษาการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธี Polymerase Chain Reaction (PCR) ในส่วนของ rDNA ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการอนุรักษ์ไว้ (Conserved Region) เช่น *nod* gene และ *nifH* gene ด้วย Primer ที่มีความจำเพาะเจาะจง (Chen *et al.*, 2003)

นอกจากนี้ความจำเป็นในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร ทำให้มีการนำเข้าสารเคมีที่ใช้ป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมาก สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและวัชพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชที่ขึ้นทะเบียนในประเทศไทยมีมากกว่า 300 ชนิด (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2557) แต่ละชนิดจะมีสูตรโครงสร้างและคุณสมบัติเฉพาะตัว การศึกษาวิธีวิเคราะห์จะต้องศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของสารนั้น ๆ ให้เข้าใจก่อนจึงหาวิธีการหรือดัดแปลงและพัฒนาวิธีวิเคราะห์ได้ ในการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐานตาม CIPAC, AOAC และ EPA หรือวิธีที่พัฒนาขึ้นเองนั้น ก่อนที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ต้องมีพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีก่อน (Huber, 2007) ทั้งนี้เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีที่นำมาใช้มีความถูกต้องและแม่นยำสูง เป็นที่ยอมรับได้ในระดับสากล จิตตานันท์ และสุกัญญา (2557) รายงาน การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตร สารออกฤทธิ์ chlorpyrifos + cypermethrin 50% + 5% w/v EC ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography; GC) มีตัวตรวจจับชนิดเฟรมไอออนเซชัน (Flame Ionization Detector : FID) ด้วยคอลัมน์ แคปิลารีชนิด HP-5 (30 m × 0.25 mm (id.) 0.25 μm film thickness) ใช้ฮีเลียมเป็นแก๊สตัวพา อัตราการไหล 2 ml/min อุณหภูมิคอลัมน์เริ่มต้นที่ 190 °C อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 10 °C/min จนถึง 220 °C นาน 2 นาที อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 20 °C/min จนถึง 260 °C นาน 8 นาที อุณหภูมิการฉีด 250 °C อุณหภูมิตัวตรวจจับ 270 °C โหมดการฉีด Split ratio 25 : 1 ปริมาณการฉีด 1 μl วิธีทดสอบนี้ ให้ผลการทดสอบปริมาณสารคลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) ที่มีช่วงการวัด (Range) ในช่วงความเข้มข้น 0.418 - 5.235 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ค่าช่วงที่เป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ครอบคลุมการใช้งาน 0.418 - 3.141 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99996 ปริมาณสารไซเปอร์เมทริน (cypermethrin) มีช่วงการวัด (Range) ในช่วงความเข้มข้น 0.054 - 2.170 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ค่าช่วงที่เป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ครอบคลุมการใช้งาน 0.054 - 0.542 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99998 เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า $r \geq 0.995$ การตรวจสอบความแม่นยำ (Accuracy) ของปริมาณสารคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) เมื่อพิจารณาจาก % Recovery เท่ากับ 98.8 99.8 และ 101.9 ตามลำดับ ปริมาณสารไซเปอร์เมทริน (cypermethrin) ได้ % Recovery เท่ากับ 99.0 99.4 และ 101.4 ตามลำดับ เกณฑ์ยอมรับ AOAC % Recovery เท่ากับ 98 - 102 การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ประเมิน Repeatability และ Intra-laboratory reproducibility ของสารคลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.697 0.560 0.628 และ 0.594 0.526 0.581 ตามลำดับ สำหรับไซเปอร์เมทริน (cypermethrin) ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.347 0.449 0.207 และ 0.613 0.656 0.565 ตามลำดับ สำหรับค่าความแข็งแกร่ง (Robustness/Ruggedness) ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.744 0.396 และ 0.505 และ ไซเปอร์เมทริน (cypermethrin) ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.386

0.188 และ 0.261 เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า HORRAT ≤ 2 จากการประเมินผลการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ สามารถนำวิธีนี้ไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการตรวจวิเคราะห์ได้ที่ให้ผลวิเคราะห์ถูกต้อง และแม่นยำยอมรับได้ในระดับสากล

Lantos and Virtics (2009) รายงานการวิเคราะห์สูตรผสมสารกำจัดศัตรูพืชจำนวน 31 ชนิด แบบ multi-pesticides โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography ; GC) มีตัวตรวจจับชนิดเฟรมไอออนเซชัน (Flame Ionization Detector; FID) ด้วยคอลัมน์แคปิลารี BPX-5 (25 m x 0.53 mm (id.) 1.0 μ m film thickness) ใช้ He เป็นแก๊สตัวพา อัตราการไหล 2 ml/min อุณหภูมิคอลัมน์เริ่มต้นที่ 80 °C นาน 1 นาที อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 39.9 °C/min จนถึง 140 °C อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 15 °C/min จนถึง 290 °C นาน 5 นาที อุณหภูมิการฉีด 220 °C อุณหภูมิตัวตรวจจับ 270 °C โหมดการฉีด Split ratio 3 : 1 ปริมาณการฉีด 2 μ l ใช้เวลาประมาณ 31 นาที ให้ค่า CV, น้อยกว่าเทคนิค HPLC ซึ่งเป็นวิธีอ้างอิงเดิม

ภุชญา และคณะ (2539) รายงานว่า การเสื่อมสภาพของสารในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ศึกษาตัวอย่างจากการขึ้นทะเบียน จำนวน 11 ชนิด ได้แก่ alachlor 48 %W/V EC, butachlor 5%GR, butachlor 60 % W/V EC, carbaryl 85% WP, captan 50% WP, carbendazim 50% WP, carbendazim 50% W/V F chlorpyrifos 40 % W/V EC, chlorpyrifos 20 % W/V EC, chlorpyrifos 25% WP, chlorpyrifos 5% GR, cypermethrin 35 %W/V EC, cypermethrin 25 % W/V EC, cypermethrin 10 %W/V EC, dimethoate 40% W/V EC , malathion 83% W/V EC, aalathion 57% W/V EC, metalaxyl 25% WP และ monocrotophos 69% W/V SL Tech รวมทั้งสิ้น จำนวน 184 ตัวอย่าง โดยดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ และทดสอบทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณน้ำ ค่าพีเอช (pH) การทดสอบสภาพการเกิดอิมัลชัน การกระจายตะกอนแขวนลอย การเปียกน้ำ ขนาดอนุภาค วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ด้วยเทคนิค GC-FID ได้แก่ อะลาคลอร์ (alachlor), บิวทาคลอร์ (butachlor), แคปแทน (captan), ไดเมโทเอต (dimethoate), เมทาแลกซิล (metalaxyl), มาลาไทออน (malathion) วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ด้วยเทคนิค HPLC-UV ได้แก่ คาร์บาชิล (carbaryl), คาร์เบนดาซิม (carbendazim), คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos), ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin), โมโนโครโตฟอส (monocrotophos) ผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบการคงสภาพ ที่ 54°C \pm 2 °C เป็นเวลา 14 วัน ตามมาตรฐาน FAO กำหนดเก็บตัวอย่างในสภาพจริงได้นานกว่า 2 ปี ได้แก่ อะลาคลอร์ (alachlor), บิวทาคลอร์ (butachlor), แคปแทน (captan), คาร์บาชิล (carbaryl), คาร์เบนดาซิม (carbendazim), คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos), ไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) และ เมทาแลกซิล (metalaxyl) ผลิตภัณฑ์ที่สภาพจริงเก็บได้ไม่ถึง 2 ปี ได้แก่ ไดเมโทเอต (dimethoate) (16 ตัวอย่าง) โมโนโครโตฟอส (monocrotophos) (30 ตัวอย่าง) สำหรับ มาลาไทออน (malathion) ไม่เกิน 3 เดือน (11 ตัวอย่าง) การเสื่อมสภาพมี 2 ลักษณะ คือปริมาณสารออกฤทธิ์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และไม่ผ่านการทดสอบทางกายภาพ ได้แก่ การคงสภาพอิมัลชัน และการกระจายตะกอนแขวนลอย จากการทดลองสรุปได้ว่า การเสื่อมสภาพของสารในผลิตภัณฑ์ทั้งทางเคมี และทางกายภาพ มีแนวโน้มสอดคล้องต่อกัน งานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์จากคุณลักษณะภายนอก ถ้าผลิตภัณฑ์มีการแยกชั้น หรือจับตัวเป็นก้อน นั้นหมายความว่า ปริมาณสารออกฤทธิ์ลดลง ไม่ควรซื้อใช้ แต่อย่างไรก็ตาม ข้อมูลทางวิชาการที่มีความน่าเชื่อถือ ต้องมีจำนวนตัวอย่างที่เพียงพอต่อการประเมินผล

การวิเคราะห์ข้อมูลสถิติปริมาณการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรปี พ.ศ. 2555 ทั้งสารกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช และสารป้องกันกำจัดโรคพืช จำนวนทั้งสิ้น 221 ชนิด มีปริมาณสารทั้งหมด 134,480.27 ตัน ปริมาณสารสำคัญ 70,155.63 ตัน มูลค่า 19,378,508.86 บาท สำหรับปี พ.ศ. 2556 (ข้อมูลเดือนมกราคม-มิถุนายน) จำนวนทั้งสิ้น 210 ชนิด มีปริมาณสารทั้งหมด 96,853.07 ตัน ปริมาณสารสำคัญ 49,138.8 ตัน มูลค่า 13,251,570.90 บาท (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2557) วัตถุอันตรายทางการเกษตรนำเข้าสูงสุด 10 อันดับในปี พ.ศ. 2555 เรียงลำดับดังนี้ ไกลโฟเซต-ไอโซโพรพิลแอมโมเนียม (glyphosate isopropylammonium), พาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride), อะมีทริน (ametryn), 2,4-D dimethyl ammonium, อะทราซีน (atrazine), 2,4-ดี-โซเดียม ซอลต์ (2,4-D sodium salt), ไดยูรอน (diuron), บิวทาคลอร์ (butachlor), อะซีโทคลอร์ (acetochlor), แมนโคเซบ (mancozeb) วัตถุอันตรายทางการเกษตรนำเข้าสูงสุด 10 อันดับในปี พ.ศ. 2556 เรียงลำดับดังนี้ ไกลโฟเซต-ไอโซโพรพิลแอมโมเนียม (glyphosate isopropylammonium), พาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride), อะมีทริน (ametryn), 2,4-ดี-ไดเมทิลแอมโมเนียม (2,4-D dimethyl ammonium), อะทราซีน (atrazine), คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan), ฟิโพรนิล (fipronil), ไดยูรอน (diuron), บิวทาคลอร์ (butachlor) จากข้อมูลทางสถิติดังกล่าว มีการนำเข้าสารปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี และมีชนิดสารที่นำเข้าสูงสุด 10 อันดับ ด้วยเหตุนี้จึงควรได้รับการพิจารณาในการศึกษาวิจัยวิเคราะห์ให้มีความถูกต้อง เหมาะสม น่าเชื่อถือ แต่อย่างไรก็ตามสารชนิดอื่น ๆ ที่มีการใช้ทางการเกษตรก็ควรได้รับการศึกษาวิจัยวิเคราะห์ให้ได้มาตรฐานเช่นกัน เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ได้คุณภาพ

การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างใน ดิน และน้ำ เป็นวิธีการที่ยุ่งยากซับซ้อนและตรวจวิเคราะห์ปริมาณที่น้อยมากถึงหนึ่งในพันล้านส่วน หรือน้อยกว่า วิธีที่ใช้กันทั่วไปในต่างประเทศนั้น มีหลากหลายวิธีตามความจำเป็นของวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่มีใช้กันอยู่ ในปัจจุบันนี้ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุพิษทางการเกษตรได้นำวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างมาจากหลายแหล่งวิชาการ เช่น Netherland (TNO, 1993, Fajgely and Ambrus (2000) รวมทั้งจากการติดต่อกับผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศโดยตรง เช่น Netherland, German และ Austria บางวิธีเป็นวิธีมาตรฐานที่ประกาศใช้ในประเทศเหล่านั้น บางวิธีเป็นวิธีมาตรฐานระหว่างประเทศ แต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ตลอดทั้งวิธีการ เนื่องจากสารบางชนิดเหมาะที่จะใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษกลุ่มหนึ่ง แต่ไม่สามารถใช้กับสารพิษอีกกลุ่มหนึ่งได้ มีขั้นตอนการปฏิบัติที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อน เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ทันสมัย และมีราคาแพง (Wiele *et al.*, 2000; Vryzas and Papadopoulou-Mourkidou, 2002) รวมทั้งจะต้องใช้บุคลากรที่มีความชำนาญและประสบการณ์อย่างดีในการใช้เครื่องมือเหล่านี้ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการฝึกอบรมบุคลากรให้มีความพร้อมและมีประสิทธิภาพ (Greve, 1983) เช่นเดียวกับ Garfield (1991) ได้แนะนำการใช้ระบบ Good laboratory practice, Quality control และ Quality assurance รวมทั้งระบบการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ (Method validation) ให้ใช้ในห้องปฏิบัติการของประเทศเนเธอร์แลนด์ ดังนั้นสถาบัน 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) ของประเทศเนเธอร์แลนด์ จึงได้ร่วมมือกันพัฒนาวิธีวิเคราะห์วัตถุพิษใน

อาหาร และจัดพิมพ์เป็นวิธีมาตรฐาน (Ministry of Public Health, 1996) สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการทั้งภาครัฐและเอกชน ซึ่งจะใช้เป็นเอกสารประกอบการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

สำหรับห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุพิษการเกษตร ได้เริ่มทำการศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ในปี 2542 โดยศึกษาการพัฒนาวิธีวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช atrazine, ametryn และ metribuzin ในดิน (พงศศิริ และคณะ, 2543) รวมทั้งศึกษาการพัฒนาวิธีวิเคราะห์รวมของสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในดิน (พงศศิริ และคณะ, 2544) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์รวมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในน้ำ (พงศศิริ และคณะ, 2545) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์รวมสารกำจัดวัชพืชกลุ่ม triazines ในน้ำ โดยวิธี High Performance Liquid Chromatography (พงศศิริ และคณะ, 2546) การพัฒนาวิธีวิเคราะห์รวม การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช butachlor, oxadiazon, propanil, thiobencarb และ trifluralin ในดินและน้ำ (พงศศิริ และคณะ, 2547) ทั้งนี้การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชแบบรวมที่ผ่านมาทุกการทดสอบ จะทำการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ซึ่งจะมีข้อจำกัดในเรื่องต่าง ๆ มากมาย เช่น column ที่ใช้ความสามารถในการตรวจจับของตัวตรวจวัด(detector) ความเข้มข้นของสาร ตลอดจนสารปนเปื้อนต่าง ๆ จากตัวอย่าง (matrix) จำเป็นต้องพัฒนาการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph/Mass Spectrometry (GC/MS) ที่มีความสามารถและประสิทธิภาพที่สูง รวมทั้งสามารถตรวจกลุ่มของสารพิษได้หลากหลายในครั้งเดียว เป็นการลดขั้นตอนในการตรวจวิเคราะห์ และเพิ่มความมั่นใจในผลการวิเคราะห์ เนื่องจากการวิเคราะห์ด้วย GC/MS เป็นการวิเคราะห์ในระดับโครงสร้างโมเลกุล (Fernandez-alba, 2005) ที่มีความจำเพาะเจาะจงของสารแต่ละชนิด ทำให้การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือชนิดนี้ให้ผลถูกต้องและแม่นยำ โดยในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ในระบบมาตรฐาน ISO หรือการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในสินค้าที่ส่งไปในประเทศแถบสหภาพยุโรป ส่วนใหญ่ต้องการการยืนยันผลการตรวจวิเคราะห์ด้วย GC/MS ทั้งนี้เพื่อให้ได้วิธีวิเคราะห์ที่เป็นมาตรฐานสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดแมลงศัตรูพืชและสารกำจัดวัชพืชเหล่านี้ ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพสูง สะดวกและรวดเร็ว และห้องปฏิบัติการสามารถนำไปใช้ทำงานวิจัยและให้บริการตรวจวิเคราะห์สารกำจัดแมลงศัตรูพืช และสารกำจัดวัชพืชทั้งในดินและน้ำได้

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ เพื่อจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย สำหรับทดสอบปริมาณธาตุอาหารในดิน น้ำ ได้ อย่างเป็นสะดวก รวดเร็ว สามารถนำไปใช้ในภาคสนาม เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืช และใช้ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดินเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญ เพราะเป็นแหล่งผลิตปัจจัยทั้ง 4 การทำการเกษตรในช่วงที่ผ่านมาการเพาะปลูกโดยมีการใช้ดินอย่างเข้มข้นแต่กลับละเลยการดูแลรักษาสภาพของดินอย่างถูกต้องทำให้ดินเกิดการเสื่อมโทรมทั้งด้านโครงสร้างของดินและคุณสมบัติของดินอย่างมากส่งผลกระทบต่อในด้านการลงทุนของเกษตรกรที่ต้องเพิ่มปัจจัยการผลิตมากขึ้นปัญหาสภาพดินเสื่อมโทรมนั้นมีลักษณะความผิดปกติของดินที่เกิดขึ้นจากหลายสาเหตุสำหรับวิธีการที่ทำให้เราทราบถึงสาเหตุได้ถูกต้องและใกล้เคียงที่มากที่สุดคือการวิเคราะห์ดิน เพื่อให้ทราบถึงความอุดมสมบูรณ์และปัญหาของดินในแปลงปลูกพืช พร้อมกับคำแนะนำในการแก้ไข ปรับปรุง บำรุงดิน เช่น การใช้ปุ๋ย การใช้ปูนปรับปรุงดินกรดรวมทั้งการใช้วัสดุ หรือสารปรับปรุงดินอย่างอื่นตามความจำเป็นเพื่อให้การปลูกพืชได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้นและมีคุณภาพดีขึ้นลดการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็นลดการปนเปื้อนของปุ๋ยสู่สิ่งแวดล้อม และที่สำคัญคือลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกร ซึ่งโดยทั่วไปการวิเคราะห์ดิน

มุ่งเน้นวิเคราะห์ปริมาณของไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดินที่ควรจะเป็นประโยชน์ต่อพืชค่าวิเคราะห์ดินที่ได้สามารถนำมาประเมินความต้องการธาตุอาหารของพืชในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ที่แสดงการตอบสนองของพืชต่อธาตุอาหารนั้น ๆ ซึ่งปริมาณที่พืชดูดใช้จริงกับปริมาณที่สกัดได้ควรมีสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญดังนั้นผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินจึงเป็นดัชนีสัมพัทธ์ (Relative Index) ของปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดได้จากดิน (บุญแสน, 2543; แสงดาว, 2545; สุรเชษฐ์, 2550; ยงยุทธ, 2552; Vacharotayan *et al.*, 1964; Peck and Soltanpour, 1990; Havlin *et al.*, 2005) ซึ่งโดยทั่วไปการวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชในดินแต่ละธาตุใช้วิธีการสกัดไม่เหมือนกันและเมื่อสกัดแล้วการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในน้ำยาสกัดก็ใช้วิธีที่แตกต่างกันด้วยดังนั้นการใช้น้ำยาสกัดเดี่ยว (Single extractant) ที่สามารถสกัดไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม ได้ในครั้งเดียวจะสามารถประหยัดได้ทั้งสารเคมี เวลา และแรงงานในการวิเคราะห์หลังได้ ซึ่งสำหรับดินในประเทศไทยได้มีผู้ศึกษาการใช้น้ำยาสกัดเดี่ยวไว้หลายท่าน เช่น Attanandana *et al.* (2001) ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ NPK ด้วยน้ำยาสกัด 10 วิธีพบว่าค่าวิเคราะห์จากน้ำยาสกัด Mehlich I และ Morgan ให้ค่าสัมพัทธ์สูงระหว่างค่าวิเคราะห์ของธาตุทั้งสามกับน้ำหนักแห้งและปริมาณการดูดกินธาตุอาหารทั้งหมดของข้าวโพดส่วน สุรเชษฐ์ (2550) ทำการศึกษาประเมินฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์โดยใช้วิธีสกัดด้วยน้ำยาสกัด Mehlich III และแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต-ดีทีพีเอ (Ammonium Bicarbonate-DTPA; AB-DTPA) ในดินที่ปลูกข้าวโพด 8 ชุดดิน พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สกัดด้วย Mehlich III มีสัมพัทธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับปริมาณการดูดใช้ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมดของข้าวโพดแต่การสกัดด้วย AB-DTPA ให้ผลคล้ายกับการสกัดด้วย Mehlich III แต่มีสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่า

การพัฒนาชุดตรวจสอบธาตุอาหารในดิน ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้น้ำยาสกัดธาตุอาหารต่างชนิดกันได้ครั้งเดียวหรือเป็นน้ำยาสกัดเดี่ยว จะทำให้วิเคราะห์ธาตุอาหารต่างชนิดกันได้ง่ายสะดวกรวดเร็วประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายเกษตรกรสามารถวิเคราะห์ได้เองในภาคสนาม และมีโอกาสทราบถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่เป็นทุนเดิมในดินและพืชก่อนปลูกหรือก่อนใส่ปุ๋ยของพื้นที่ซึ่ง ได้พัฒนาชุดตรวจสอบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในดินด้วยวิธีอย่างง่ายแบบเทียบสีที่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับวิธีในห้องปฏิบัติการส่วนบริษัทลามอตเต รัฐแมริแลนด์ สหรัฐอเมริกา (LaMotte, Maryland U.S.A.) ประดิษฐ์และจำหน่ายชุดตรวจสอบไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในดิน โดยใช้หลักการเทียบสี ใช้วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมสามารถวิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในดินได้ตั้งแต่ต่ำถึงสูง และ Milwaukee Instruments, Inc. ได้พัฒนาชุดตรวจสอบปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมในดิน โดยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส จะวัดในรูปของไนเตรต (NO_3^-) และ P_2O_5 ตามลำดับ โดยใช้หลักการทำให้เกิดสี (Colorimetric Method) ส่วนโพแทสเซียมจะวัดในรูปของ K_2O โดยใช้หลักการทำให้เกิดตะกอน (Turbidimetric Method) การทราบถึงปริมาณความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารดังกล่าว นำไปสู่การจัดการธาตุอาหารได้อย่างแม่นยำและเหมาะสมในการวิเคราะห์ธาตุอาหารดังกล่าวในห้องปฏิบัติการสามารถทำได้หลายวิธี ไม่ว่าจะเป็นการชั่งน้ำหนัก การไตเตรท รวมทั้งการวัดค่าการดูดกลืนแสง ซึ่งเป็นวิธีปัจจุบันที่นำมาใช้ในห้องปฏิบัติการ (กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี, 2553) แต่ทว่าการวิเคราะห์ต้องใช้เวลาานาน ดังนั้น จึงได้จัดทำชุดตรวจสอบธาตุรองและธาตุเสริมดังกล่าวขึ้น โดยการประยุกต์ใช้วิธีในห้องปฏิบัติการที่เป็นที่ยอมรับและน่าเชื่อถือ หรือวิธีที่มีความสัมพันธ์สูงกับวิธีในห้องปฏิบัติการดังกล่าวมาพัฒนาจัดทำ

เป็นชุดตรวจสอบขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้เกษตรกรรวมทั้งผู้ที่ต้องการนำชุดตรวจสอบไปใช้ สามารถนำชุดทดสอบไปใช้ในภาคสนาม พร้อมทั้งแปลผลวิเคราะห์จากชุดตรวจสอบ ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การจัดการธาตุอาหารต่อไป พร้อมทั้งทดสอบความพึงพอใจการใช้งานในภาคสนามเพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย คลอไรด์ (Cl^-), คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) และไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) ไนเตรท (NO_3^-) และฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ในน้ำเป็นการพัฒนา/ดัดแปลงจากวิธีมาตรฐาน ที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ซึ่งพัฒนามาจากวิธีวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ (Rayment and Higginson, 1992; APHA, AWWA and WPCF, 1998) ห้องปฏิบัติการได้ดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำ และสามารถนำมาใช้สำหรับพัฒนาเป็นชุดตรวจสอบที่สามารถใช้วิเคราะห์คลอไรด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ไนเตรท และฟอสเฟต ในแหล่งน้ำที่ใช้ทำการเกษตร สามารถให้ผลวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ภายในห้องปฏิบัติการ โดยปรับลดระยะเวลา ลดขั้นตอนที่ยุ่งยาก เพื่อเพิ่มความสะดวกรวดเร็วสามารถนำไปใช้ตรวจวิเคราะห์เองในภาคสนามได้

เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการผลิตพืชเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม แหล่งน้ำจึงมีความสำคัญเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการใช้น้ำที่มีมากขึ้นเนื่องจากมีประชากรเพิ่มมากขึ้นทุกปี แหล่งน้ำสำหรับอุปโภคหรือกิจกรรมต่างๆ ของคน คือ น้ำผิวดินและใต้ดิน (น้ำบาดาล) ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำหรับการเกษตรในประเทศไทยเพราะน้ำเป็นตัวละลายธาตุอาหารในดินและปุ๋ย เพื่อเป็นอาหารแก่พืช และเป็นตัวนำธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช คุณภาพน้ำและปริมาณน้ำมีความสำคัญ เมื่อพืชขาดน้ำจะไม่สามารถเจริญเติบโต ผลผลิตต่ำและอาจตายได้ หรือหากมีน้ำแต่คุณภาพไม่ดีพืชก็ไม่เจริญเติบโตหรือในบางครั้งก็ทำให้สมบัติดินเสื่อมลงอีกด้วย การประเมินคุณภาพน้ำให้มีความสำคัญเกลือที่เป็นอันตรายกับพืช ได้แก่ คลอไรด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต รวมทั้งธาตุที่เป็นอาหารพืชไนเตรท และฟอสเฟต สำหรับการปลูกพืชที่ใช้น้ำเป็นหลักหรือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อประเมินปริมาณที่เป็นประโยชน์ในสารละลายที่ให้แก่พืช

จากการศึกษาโดยกรมควบคุมมลพิษ (2549) พบว่าน้ำเสียจากพื้นที่การเพาะปลูกที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีจะพบสิ่งปนเปื้อนจากสารประกอบของไนโตรเจนฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมรวมทั้งการปนเปื้อนของสารเคมีทางการเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลงและสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ พฤติกรรมการใส่ปุ๋ยที่มากเกินไปจนจำเป็นนั้นนำมาสู่การปนเปื้อนของไนเตรทออกสู่อากาศสิ่งแวดล้อม ปุ๋ยที่เกษตรกรโรยใส่ในปริมาณมากนั้นพบว่า พืชไม่ได้นำไปใช้ได้ทั้งหมดกว่าครึ่งของปุ๋ยที่ใส่ลงไปกลับสูญหายไปเนื่องจากการชะล้างโดยกระแสน้ำหรือเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซไนตรัสออกไซด์และปลดปล่อยออกทางอากาศนอกจากนี้ปริมาณการใส่ปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูกพืชจำพวกธัญพืชเช่น ข้าวนั้น พบว่า ธัญพืชใช้ปุ๋ยเพื่อการเจริญเติบโตเพียงแค่ 33 เปอร์เซ็นต์ ของปุ๋ยที่ใส่ทั้งหมดที่เหลือกว่า 67 เปอร์เซ็นต์ ต้องสูญเสียนอกจากนี้ปนเปื้อนออกสู่อากาศสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่างๆเช่นโดยการชะล้างพังทลายของหน้าดินการระเหยกลายเป็นไอการกักตุนและการปลดปล่อยไนโตรเจนของพืช และกระบวนการปลดปล่อยไนโตรเจนของดิน (Soil denitrification) (Raun and Johnson, 1999) การเกษตรกรรมแบบอุตสาหกรรมที่เร่งรีบให้มีการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไปจนเกินความจำเป็นเป็นภัยคุกคามแหล่งน้ำของโลกโดยพบว่าแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมมีคุณภาพเสื่อมโทรมลงเนื่องจากปนเปื้อนด้วยปุ๋ยและสารเคมีเกษตร (Scanlon *et al.*, 2007) ปุ๋ยที่เหลือจากการเกษตรถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำผิวดินทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าสาหร่ายเป็น

พิษหรือ “Algal Bloom” การใช้ปุ๋ยมากเกินไปจนความจำเป็นก่อให้เกิดการสะสมของปุ๋ยที่เหลือในดินท้ายสุดปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินสร้างมลพิษให้กับแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลง (Camargo and Alonso, 2006) จากการสำรวจโดยสมาคมอุตสาหกรรมปุ๋ยนานาชาติ (International Fertilizer Industry Association; IFA) (2009) พบว่า มีความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นจากการแข่งขันที่เกิดขึ้นในตลาดโลก ความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีในปี 2552/2553 เพิ่มขึ้น 3.6 เปอร์เซ็นต์ เป็น 165.4 ล้านตัน และอาจเพิ่มขึ้นเป็น 187 ล้านตัน ในปี 2556/2557 เช่นเดียวกับประเทศไทยโดยข้อมูลจากสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (2556) ที่พบว่า มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีเพิ่มขึ้นตลอดทุกๆ ปี โดยตั้งแต่ปี 2551 มีการนำเข้าปุ๋ยเคมี 3.8 ล้านตัน และเพิ่มเป็น 5.6 ล้านตันในปี 2555 เพราะประเทศไทยยังไม่มีแหล่งวัตถุดิบที่จะนำมาผลิตปุ๋ยเคมีในเชิงพาณิชย์จึงต้องอาศัยการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลักถึงแม้ว่าจะมีการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่ไปกับการใช้ปุ๋ยเคมีเพื่อให้ประสิทธิภาพในการเพาะปลูกดี ปุ๋ยเคมีจึงยังคงเป็นสิ่งจำเป็นหลักในการทำเกษตรเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพเพียงพอเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและต่างประเทศ โดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่มีปริมาณความต้องการใช้ในประเทศสูงมาก และประกอบกับประเทศไทยเป็นประเทศในเขตฝนทำให้ถูกชะละลายสูญเสียได้ง่าย ซึ่งในบางครั้งปริมาณปุ๋ยที่ชะละลายมากเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อนและสะสมในดินและแหล่งน้ำได้ (Phupaibul *et al.*, 2004)

ในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำ ในการวิเคราะห์ต้องตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนา/ดัดแปลงจากวิธีมาตรฐาน เพื่อยืนยันว่าวิธีนั้นเหมาะกับการใช้งาน และตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี จึงมีความจำเป็นต้องดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ในปัจจุบัน ในการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทด้วยวิธีบรูซิน (Brucine Method) และวิเคราะห์หาปริมาณฟอสเฟตในน้ำ ด้วยวิธีแอสคอร์บิก (Ascorbic Acid Method) ตามลำดับ (Rayment and Higginson, 1992; APHA, AWWA and WPCF, 1998) ห้องปฏิบัติการจึงต้องดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำ เหมาะสมสำหรับห้องปฏิบัติการ และนำมาพัฒนาเป็นชุดตรวจสอบไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำอย่างง่าย และนำมาใช้สำหรับพัฒนาเป็นชุดตรวจสอบที่สามารถใช้วิเคราะห์ปริมาณไนเตรท และฟอสเฟต ในแหล่งน้ำที่ใช้ทำการเกษตร การปนเปื้อนไนเตรท และฟอสเฟต จากการใช้ปุ๋ยเคมีได้ ในขณะเดียวกันก็สามารถใช้ตรวจสอบปริมาณไนเตรท และฟอสเฟต ในน้ำที่ใช้สำหรับการปลูกพืชที่ใช้น้ำเป็นหลักหรือการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เช่น ไฮโดรพอนิกส์ กัลวีย์ไม่ หน้าวัว เป็นต้น เพื่อให้มีปริมาณไนเตรท และฟอสเฟต ที่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช สามารถให้ผลวิเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการ

ขอบเขตของชุดโครงการวิจัย

การพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ จำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ มีระบบการควบคุมคุณภาพ และการประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ โดยปฏิบัติตามหลักเกณฑ์ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ที่ดี (Good Laboratory Practice : GLP) ปัญหาของห้องปฏิบัติการในปัจจุบัน ได้แก่ การแปรผันของผลการวิเคราะห์ การมีวิธีวิเคราะห์หลากหลายโดยไม่สามารถสรุปว่าวิธีการใดเหมาะสมและสมควรใช้เป็นวิธีมาตรฐาน และการเลือกวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับเครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่มีอยู่ ทำให้ลดประสิทธิภาพในการ

ปฏิบัติงานลง เทคโนโลยี เครื่องมือ และเทคนิควิธีวิเคราะห์ในปัจจุบันการผลิตประเภทต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ย พืช ดิน น้ำ และวัตถุดิบทรายทางการเกษตร เช่น สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช รวมถึงสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช มีการเปลี่ยนแปลง/ปรับปรุง/พัฒนา ให้มีความเหมาะสม ถูกต้อง รวดเร็ว และเป็นทางเลือกใหม่มากขึ้น อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบและสนับสนุนอย่างเป็นระบบ ทำให้เทคนิคเหล่านั้นขาดความน่าเชื่อถือ รวมทั้งวิธีวิเคราะห์ บางส่วนยังไม่ได้รับการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ทำให้ขาดข้อมูลที่ชี้ยืนยันความถูกต้อง แม่นยำของวิธีวิเคราะห์ ดังนั้นห้องปฏิบัติการจึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุง/พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ (Method Validation) และทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ (Proficiency Testing) เพื่อเป็นการยืนยันถึงวิธีการที่นำมาใช้ในการทดสอบว่ามีความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือ สอดคล้องได้ การปรับปรุงและพัฒนาขีดความสามารถในการตรวจวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังต้องมีการวิจัยพัฒนาเพื่อลดขั้นตอน และประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ ซึ่งมีความจำเป็นมากขึ้น เพื่อให้เกษตรกรสามารถวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตได้อย่างรวดเร็ว การวิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) สำหรับตรวจสอบปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่สามารถนำไปใช้ในภาคสนาม ช่วยให้การตรวจวิเคราะห์สามารถเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว เกษตรกรสามารถใช้ในการตรวจสอบได้ด้วยตัวเองนั้น ห้องปฏิบัติการจึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนา และศึกษาถึงข้อจำกัด ความถูกต้องและเหมาะสมในการนำเทคนิคเหล่านั้น มาประยุกต์ใช้ตามวัตถุประสงค์การวิเคราะห์ (Fit for Purpose) ซึ่งต้องให้ผลวิเคราะห์ที่ถูกต้อง แม่นยำ โดยปฏิบัติตามหลักการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ และใช้วิธีทางสถิติในการประเมินผล ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นเป็นไปตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 : 2017

สมมุติฐาน

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (Method Validation) เป็นกระบวนการที่ตรวจพิสูจน์ทราบที่เกิดขึ้นภายหลังการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ ปรับปรุง หรือดัดแปลงให้เหมาะสม นอกจากนี้ในการที่นำวิธีมาตรฐานมาใช้ ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลง ก็ต้องมีการทวนสอบวิธี (Verified of Method) เพื่อยืนยันสมรรถนะของห้องปฏิบัติการว่าสามารถดำเนินการถูกต้อง และแม่นยำตามวิธีมาตรฐานระบุ นอกจากนี้การรายงานผลการทดสอบที่ถูกต้อง น่าเชื่อถือ ต้องระบุค่าความไม่แน่นอน เพราะค่าความไม่แน่นอนบ่งบอกถึงคุณสมบัติการสอบกลับได้ของผลการวิเคราะห์นั้นๆ ดังนั้นการทดสอบวิธีวิเคราะห์จึงต้องมีการประเมินค่าความไม่แน่นอนเพื่อใช้ในการพิจารณาความเหมาะสมของวิธี เพื่อให้ห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาการตรวจสอบพืชและปัจจัยการผลิต สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 วิเคราะห์ปัจจัยการผลิต ปุ๋ย ปุ๋ยชีวภาพ พืช ดิน น้ำ ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และผลิตภัณฑ์วัตถุดิบทรายทางการเกษตร และสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ให้เหมาะสมกับเครื่องมือ และสภาพแวดล้อม สามารถตรวจพิสูจน์ได้ว่าค่าวิเคราะห์มีความถูกต้องตามมาตรฐานสากล และเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 เพื่อขอรับรองและขยายขอบข่ายการขอการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 และสามารถใช่วิธีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเรียบร้อยแล้ว เป็นวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการได้

วัตถุประสงค์ของชุดโครงการ

- 1) เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิต ปุ๋ย ปุ๋ยชีวภาพ พีช ดิน น้ำ ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และสารพืชตกค้าง ให้เหมาะสมกับเครื่องมือ และสภาพแวดล้อม สามารถตรวจพิสูจน์ได้ว่าค่าวิเคราะห์มีความถูกต้องตามมาตรฐานสากล และเป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 เพื่อขอรับรองและขยายขอบข่ายการขอการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017
- 2) เพื่อผลิตวัสดุอ้างอิงภายในของปัจจัยการผลิตให้กับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ ของกรมวิชาการเกษตรเพื่อควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ และลดต้นทุนการวิเคราะห์
- 3) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ การประกันคุณภาพผลการทดสอบและสอบเทียบตามข้อกำหนด ข้อ 7.7 ของมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 ว่าด้วยการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือที่เป็นรูปธรรม ที่แสดงความน่าเชื่อถือของผลวิเคราะห์ ทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค ของกรมวิชาการเกษตร และในการตรวจประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ภาคเอกชนที่กรมวิชาการเกษตรได้ถ่ายโอนงานด้านการวิเคราะห์ ให้เป็นที่ยอมรับและเชื่อถือในผลการวิเคราะห์ทั้งในระดับประเทศและต่างประเทศ
- 4) เพื่อจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit) สำหรับตรวจสอบปัจจัยการผลิต ให้ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว สามารถนำไปใช้ในภาคสนาม เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืช และใช้ปัจจัยการผลิตในกระบวนการผลิตพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 5) เพื่อพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และเทคนิคใหม่ในการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตให้มีความทันสมัย สะดวกรวดเร็ว และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
- 6) เพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

ระเบียบวิธีการวิจัย (Research Methodology)

1. พัฒนาริธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

วิธีการดำเนินการ

พัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ปุ๋ย ดิน พีช วัตถุอันตรายทางการเกษตรและสารพืชตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ ความชื้น ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยเคมี อินทรีย์วัตถุในดิน และเนื้อดิน ปริมาณไนเตรทในพีช การจำแนกไรโซเบียม การวิเคราะห์ปริมาณและประสิทธิภาพของไรโซเบียมในปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับการผลิตและจำหน่ายปุ๋ยชีวภาพ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช วัตถุอันตรายทางการเกษตร และสารพืชตกค้างจากสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 โดยดำเนินการพัฒนาริธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 ทุกห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ของทั้งส่วนกลาง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรทั้ง 8 เขต ได้ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ปุ๋ย ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พีช ดิน น้ำ สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช และสารสกัด ในทุกวิธีการของรายการวิเคราะห์ โดยศึกษาคุณลักษณะเฉพาะของวิธี

วิเคราะห์ (Method performance characteristics) และประเมินด้วยวิธีทางสถิติ ได้แก่ ความแม่นยำของการวัด (Accuracy) ประเมินด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (Recovery) ความเที่ยงของการวัด (Precision) แบบการทวนซ้ำ (Repeatability precision) และแบบการทำซ้ำ (Intermediate precision) ประเมินโดยพิจารณาจาก ค่า HORRAT วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection; LOD) โดยค่า LOD เท่ากับ 3 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation; LOQ) โดยค่า LOQ เท่ากับ 10 เท่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของวิธีวิเคราะห์ (Range) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งาน (Linearity) ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Coefficient of determination, R^2) ซึ่งแต่ละ parameter มีข้อกำหนดขั้นตอนการทดสอบและเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล ที่แสดงในตารางที่ 1 ทำให้แน่ใจว่าวิธีวิเคราะห์ที่ผ่านการทดสอบแล้ว สามารถนำไปตรวจวิเคราะห์ได้ โดยให้ผลวิเคราะห์ที่ความถูกต้อง แม่นยำ น่าเชื่อถือสามารถนำไปเป็นวิธีมาตรฐานในการทดสอบ และสามารถนำไปใช้สำหรับให้บริการแก่เกษตรกรผู้ประกอบการ 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, 60-120%	- At concentration level
Precision	% RSD มีค่า HORRAT < 2	-%RSD-relative standard deviation
LOD	LOD = 3 x SD	-SD- standard deviation ของความเข้มข้น
LOQ	LOQ = 10 x SD	ของสารในตัวอย่างที่น้อยที่สุด

ที่มา : Codex (1995); Horwitz (2000); Codex (2014); AOAC (2016)

วิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี อ้างอิงตาม Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (20th ed) (AOAC, 2016) และ Official Method of Analysis of Fertilizers (OMAF) (The National Institute of Agriculture Sciences, 1987) เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) เพลมโฟโตมิเตอร์ (Flame Photometer) อะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer; AAS) อินดักทีฟลีคอปเปิลพลาสมาออปติคอลอิมิซชันสเปกโตรเมทรี (Inductively coupled plasma– optical emission spectrometer; ICP-OES) การหาปริมาณธาตุอาหารหลักในปุ๋ย ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และธาตุอาหารรองในดิน ใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (Near Infrared Spectroscopy; NIRS) และการวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร อ้างอิงตาม CIPAC ขึ้นกับชนิดของวัตถุอันตรายทางการเกษตร เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography; GC) มีตัวตรวจจับชนิดเฟรมไอออไนเซชัน (Flame Ionization Detector; FID) และเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิกวิด โครมาโทกราฟี (High performance liquid chromatography; HPLC) มีตัว

ตรวจจับชนิดไดโอดอาร์เรย์ (Diode array) หรือยูวี-วาริเอเบิล ดีเทคเตอร์ (UV-Variable Detector) รวมถึงการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์การเกษตร ซึ่งใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatograph; GC), ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิกวิด โครมาโทกราฟี (High performance liquid chromatograph; HPLC) ได้แก่ แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Gas Chromatograph -Mass Spectrometer; GC-MS) แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรโฟโตมิเตอร์/แมสสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Gas Chromatograph- Mass Spectrometer /Mass Spectrometer; GC-MS/MS) ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Liquid chromatograph -Mass Spectrometer; LC-MS) และเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องลิกวิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรโฟโตมิเตอร์/แมสสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Liquid chromatograph -Mass Spectrometer/ Mass Spectrometer; LC-MS/MS) ซึ่งดำเนินการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

1) โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย

การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี 10 วิธี ดินและน้ำ 2 วิธี พืช 1 วิธี การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน โดย NIR 3 วิธี และการพัฒนาเทคนิคระบบการวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ 2 วิธี

- การทดลองที่ 1.1 พัฒนาริธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์โพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีโดยเทคนิคเฟลมโฟโตเมทรี
- การทดลองที่ 1.2 พัฒนาริธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์
- การทดลองที่ 1.3 พัฒนาริธีวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยเคมีโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟชนิดห้องปฏิบัติการเดี่ยวอย่าง
- การทดลองที่ 1.4 พัฒนาริธีวิเคราะห์ความชื้นในปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ
- การทดลองที่ 1.7 พัฒนาริธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ย โดยเทคนิคคอมบัสชัน
- การทดลองที่ 1.8 พัฒนาริธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมี โดยใช้เทคนิคอินดักทีฟฟลูออโรสโคปี
- การทดลองที่ 1.9 พัฒนาริธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลาย แอมโมเนียมซีเตรทในปุ๋ยเคมี
- การทดลองที่ 1.10 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคกลาง
- การทดลองที่ 1.11 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออก
- การทดลองที่ 1.12 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง
- การทดลองที่ 2.1 พัฒนาริธีวิเคราะห์เนื้อดินในดินที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ

- การทดลองที่ 2.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดินโดยเทคนิคการหาค่าสูญเสียน้ำหนักในการเผาไหม้
- การทดลองที่ 3.4 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนในพืช
- การทดลองที่ 4.1 ศึกษาวิธีวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และธาตุอาหารรองในดิน โดยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้
- การทดลองที่ 4.2 ศึกษาการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน โดยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้
- การทดลองที่ 4.3 ศึกษาวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยอินทรีย์โดยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้
- การทดลองที่ 6.1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณและประสิทธิภาพของไรโซเปียมในปุ๋ยชีวภาพ ไรโซเปียม
- การทดลองที่ 6.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการจัดจำแนกไรโซเปียมในปุ๋ยชีวภาพไรโซเปียม

2) โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร ประกอบด้วย

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์วัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง จำนวน 48 วิธี สารกำจัดวัชพืช จำนวน 10 วิธี สารป้องกันกำจัดโรคพืช จำนวน 12 วิธี และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช จำนวน 4 วิธี

- การทดลองที่ 1.1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปี 2559 : บูโพรเฟซิน (buprofezin), ไพริดาเบน (pyridaben), เบตา-ไซฟลูทริน (beta-cyfluthrin) และอีทิโพรล (ethiprole) ปี 2560 : อิมิดาโคลพริด (imidacloprid), อะซิทามิพริด (acetamiprid) และไซเพอร์เมทริน+โพรฟีโนฟอส (cypermethrin+profenofos) ปี 2561 : ฟีนอบูคาร์บ (fenobucarb), เฟนิโตรไทออน (fenitrothion) และลูเฟนนูรอน+โพรฟีโนฟอส (lufenuron+profenofos)
- การทดลองที่ 1.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดวัชพืช ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปี 2559 : ไดยูรอน (diuron) และไซฮาโลฟอป-บิวทิล (cyhalofop-butyl) ปี 2560 : ออกซาไดอะซอน (oxadiazon) และเมทริบูซิน (metribuzin) ปี 2561 : บิสไพริแบค-โซเดียม (bispiribac-sodium) และพาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)
- การทดลองที่ 1.3 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปี 2559 : คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และโทลโคลฟอส-เมทิล (tolclofos-methyl) ปี 2560 : อะซอกซีสโตรบิน

- (azoxystrobin) และเบนโนมิล (benomyl) ปี 2561 : ทีบูโคนาโซล (tebuconazole) และ ไทโอฟาเนต-เมทิล (thiophanate-methyl)
- การทดลองที่ 1.4 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ปี 2559 : กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช : คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil) และคาร์เบนดาซิม (carbendazim) ปี 2560 : กลุ่มสารกำจัดแมลง : คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561 : กลุ่มสารกำจัดแมลง : แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) และกลุ่มสารกำจัดวัชพืช : พาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)
 - การทดลองที่ 1.5 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ปี 2559 : กลุ่มสารกำจัดแมลง : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560 : กลุ่มสารกำจัดวัชพืช : อะซิโทคลอร์ (acetochlor) และอะมีทริน (ametryn)
 - การทดลองที่ 1.6 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ปี 2559 : กลุ่มสารกำจัดวัชพืช : ไกลโฟเซต (glyphosate) และกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช : คาร์เบนดาซิม (carbendazim) ปี 2560 : กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไตรอะโซฟอส (triazophos) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561 : กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไดเมโทเอต (dimethoate) และโพรฟีโนฟอส (profenofos)
 - การทดลองที่ 1.7 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ปี 2559 : กลุ่มสารกำจัดแมลง : แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin), เดลตาเมทริน (deltamethrin), คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2560 : กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไตรอะโซฟอส (triazophos), ไดเมโทเอต (dimethoate), ไดอะซินอน (diazinon) และกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช : เบนโนมิล (benomyl) ปี 2561 : กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไพริมิฟอส-เมทิล (pirimiphos-methyl), อีไทออน (ethion) กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช : คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และกลุ่มสารกำจัดวัชพืช : ไกลโฟเซต (glyphosate)
 - การทดลองที่ 1.8 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคกลาง ปี 2559 : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560 : คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan)
 - การทดลองที่ 1.9 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ใน

- ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออก ปี 2559 : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560 : คาร์บาริล (carbaryl) และเดลตามาเมทริน (deltamethrin)
- การทดลองที่ 1.10 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ปี 2559 : อีไทออน (ethion) และโพรฟีโนฟอส (profenofos) ปี 2560 : ไตรอะโซฟอส (triazophos) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561 : เดลตามาเมทริน (deltamethrin) และคาร์บาริล (carbaryl)
 - การทดลองที่ 1.11 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ปี 2559 : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560 : คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) และคาร์บาริล (carbaryl)
 - การทดลองที่ 1.12 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ปี 2559 : เมพิควอตคลอไรด์ (mepiquat chloride) และ 6-เบนซิลอะมีโนพิวรีน (6-benzylaminopurine) ปี 2560 : บูทราลิน (butralin) และไตรเนกซาแพก-เอทิล (trinexapac-ethyl)

3) โครงการที่ 3 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ประกอบด้วย การพัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 24 วิธี ไม่น้อยกว่า 250 ชนิดสาร ดังนี้

- การทดลองที่ 1.1 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง พาราควอต (paraquat) ในดินและน้ำ
- การทดลองที่ 1.2 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ไกลโฟเสต (glyphosate) กรดอะมิโนเมทิลฟอสโฟนิก (aminomethylphosphonic acid) และกลูโฟซิเนต (glufosinate) ในน้ำ
- การทดลองที่ 1.3 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง สไปโรเมซิเฟน (spiromesifen) และอนุพันธ์ ในพืชตระกูลมะเขือ
- การทดลองที่ 1.4 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ไกลโฟเสต (glyphosate) และ กลูโฟซิเนต (glufosinate) ในพืชตระกูล
- การทดลองที่ 1.5 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง เมทอกซีฟีโนไซด์ (methoxyfenozide) ทีบูฟีโนไซด์ (tebufenozide) และโครมาฟีโนไซด์ (chromafenozide) ในผัก ที่มีน้ำและคลอโรฟิลสูง
- การทดลองที่ 1.6 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารโพลินิค

- มิด (flonicamid) และ สารอนุพันธ์ ในพืชตระกูลแตง ด้วยเทคนิค ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS)
- การทดลองที่ 1.7 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 2,4- ดี (2,4- D) และ เอ็มซีพีเอ (MCPA) ในธัญพืช
 - การทดลองที่ 1.8 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง อะมิทราซ (amitraz) และ อนุพันธ์ ในพริก
 - การทดลองที่ 1.9 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม triazole ในดิน
 - การทดลองที่ 1.10 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลงกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย (benzoylurea) ในหน่อไม้ฝรั่ง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS
 - การทดลองที่ 1.11 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืช บิสไพริแบค-โซเดียม (bispyribac- sodium) อิมซาพิก (imazapic) เพนดิเมทาลิน (pendimethalin) และ เฮกซะซีโนน (hexazinone) ในธัญพืช
 - การทดลองที่ 1.12 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของ Chiral Pesticides 6 ชนิด ในมะม่วง โดยใช้คอลัมน์ที่มีความเฉพาะเจาะจง กับเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)
 - การทดลองที่ 1.13 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มโทลเฟนไพเรต (tolfenpyrad) และ ทีบูเฟนไพเรต (tebufenpyrad) ใน มะเขือเทศ โดยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)
 - การทดลองที่ 1.14 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการ QuEChERs เพื่อใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ โดยใช้ แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry /Mass Spectrometry)
 - การทดลองที่ 1.15 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และ ไตรอะซีน (Triazine) ในเนื้อปลา
 - การทดลองที่ 1.16 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของ ออกซีฟลูออรีเฟน (oxyfluorfen) ไพรีดาเบน (pyridaben) ไดฟิโนโคนาโซล (difenoconazole) คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) แลมด้า-ไซฮาโลทริน (L-cyhalothrin) คลอร์ฟินาเพอร์ (chlorfenapyr) เบต้า-ไซฮาโลทริน (beta-

- cyfluthrin) และ เฟนโพรพาทริน (fenpropathrin) ในกลุ่มพืชที่มีปริมาณน้ำสูง (High water content) และกลุ่มพืชที่มีปริมาณความเป็นกรดและน้ำสูง (High acid and high water content)
- การทดลองที่ 1.17 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง ใน มะเขือเทศ ส้ม และ คะน้า ด้วยวิธี ethyl acetate method โดยใช้การวัดด้วย แก๊สโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (Gas Chromatography with Tandem Mass Spectrometric Detection)
 - การทดลองที่ 1.18 การศึกษาผลของสารสกัดจากพืช (Matrix effect) สำหรับการตรวจวิเคราะห์ สาร 129 ชนิด ในผัก ผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERS และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography- Tandem Mass Spectrometry)
 - การทดลองที่ 1.19 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม คาร์บาเมต (carbamate) อย่างรวดเร็วในพริกโดยใช้วิธีวัดสี
 - การทดลองที่ 1.20 การคัดเลือก สารสกัดจากพืชตัวแทน (Representative Matrix) เพื่อการหาปริมาณ สารพิษ ตกค้างในการตรวจวิเคราะห์แบบรวม ในผักและผลไม้ ด้วยเครื่อง แก๊สโครมาโทกราฟี
 - การทดลองที่ 1.21 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ในดินโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟี
 - การทดลองที่ 1.22 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์พิษตกค้างกลุ่ม ไอโซโพรคาร์บ (isoprocarb) ไอโพรวาลิคาร์บ (iprovalicarb) และ ไทโอเบนคาร์บ (thiobecarb) ในธัญพืชด้วยเทคนิค ลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS)
 - การทดลองที่ 1.23 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERs ของ สารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ใน กระเทียม หอมแดง และใบชา (แห้ง)
 - การทดลองที่ 3.1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERs ของ สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) ใน ลำไย ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1
 - การทดลองที่ 3.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในมะม่วง ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 2
 - การทดลองที่ 3.3 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างออร์กาโนฟอสเฟต

- (Organophosphate) และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในมะม่วง ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 8
- การทดลองที่ 3.4 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4
 - การทดลองที่ 3.5 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในมะม่วงของห้องปฏิบัติการ สวพ. 7
 - การทดลองที่ 3.6 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างโดยวิธี QuEChERS ในตัวอย่างผักกลุ่ม High water and chlorophyll content ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4
 - การทดลองที่ 3.7 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ในพริกโดยใช้เครื่อง LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 3
 - การทดลองที่ 3.8 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ด้วยวิธีการ QuEChERS ในพืชที่มีปริมาณน้ำและคลอโรฟิลสูงโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 2
 - การทดลองที่ 3.9 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในมะม่วง ลำไย ทุเรียน และมังคุด ด้วยวิธีการ QuEChERS และเทคนิค โครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรีของห้องปฏิบัติการ สวพ. 6
 - การทดลองที่ 3.10 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และคาร์บาเมต (Carbamate) ในมะเขือ ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 5
 - การทดลองที่ 3.11 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง คาร์เบนดาซิม (carbendazim) ในลำไยและพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1
 - การทดลองที่ 3.12 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERS ของ สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1
 - การทดลองที่ 3.13 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธี QuEChERS ใน ตัวอย่างผลไม้ กลุ่ม High water and low or no chlorophyll content ด้วย เทคนิค LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4

- การทดลองที่ 3.14 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในชมพู่และถั่วฝักยาว ของห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี

2. ผลิตวัสดุอ้างอิงสำหรับการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์

วิธีการดำเนินการ

ทำการจัดเตรียมตัวอย่างตามมาตรฐาน ISO/IEC 17034 : 2016 เพื่อผลิตวัสดุอ้างอิง โดยทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) ความเสถียร (Stable) เพื่อใช้ในการสอบเทียบ (Calibration) ประเมินวิธีวิเคราะห์ และกำหนดค่า (Assigning Value) ให้กับวัสดุ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น วัสดุอ้างอิงหรือตัวอย่างอ้างอิงภายใน (Internal Reference Material; IRM) หมายถึง วัสดุหรือตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในห้องปฏิบัติการ วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Material; CRM) หมายถึง วัสดุหรือตัวอย่างที่มีค่ากำหนด และรับรองโดยองค์กรที่ได้รับการยอมรับในความสามารถทางด้านวิชาการ และวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard Reference Material; SRM) หมายถึง CRM ซึ่งผลิตโดย National Institute of Standard and Technology (NIST) เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ ซึ่งดำเนินการผลิตวัสดุอ้างอิงสำหรับการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1) โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย

การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช 7 ชนิด ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 3.1 การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช
- การทดลองที่ 3.2 การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนบน
- การทดลองที่ 3.3 การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

2) โครงการที่ 3 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

โดยผลิตวัสดุอ้างอิงสารพิษตกค้างที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ พร้อมในการกระจายให้ห้องปฏิบัติการส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร และภาคเอกชน 10 ชนิด ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 2.1 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผักที่มีปริมาณน้ำและคลอโรฟิลสูง และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ
- การทดลองที่ 2.2 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโน-ฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์

- (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผลไม้ที่มีปริมาณน้ำสูง และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ
- การทดลองที่ 2.3 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) และคาร์บาเมต (Carbamate) ใน กล้วย พืช และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ

3. พัฒนาจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit)

วิธีการดำเนินการ

พัฒนาชุดตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และเหล็กในดิน และสำหรับวิเคราะห์คลอไรด์ คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำเพื่อการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรสามารถใช้ข้อมูลผลวิเคราะห์ในการพิจารณาปรับปรุงดิน น้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืช และลดต้นทุนในการผลิตอย่างยั่งยืน จำนวน 12 ชุดตรวจสอบ โดยมีขั้นตอนคือคัดเลือกวิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสมตามวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ หาความสัมพันธ์ระหว่างวิธีวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และเหล็กในดิน คลอไรด์ คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำ โดยใช้วิธีการทำให้เกิดสี (Colorimetric method) หรือการเปรียบเทียบความขุ่น (Turbidimetric method) 1) ดัดแปลงวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ปรับลดระยะเวลา ลดขั้นตอนที่ยุ่งยาก ดัดแปลงวิธีการ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เตรียมตัวอย่างเพื่อใช้ในงานทดลอง วิเคราะห์ทางเคมีด้วยวิธีวิเคราะห์มาตรฐานของห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The Coefficient of Correlation, r) ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบกับวิธีวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของชุดตรวจสอบ โดยตรวจพิสูจน์ค่าความแม่นยำ ความเที่ยงของวิธี พัฒนาเป็นชุดตรวจสอบ และนำไปทดสอบการใช้งานจริงในภาคสนาม สำรวจความพึงพอใจการใช้งาน นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงชุดตรวจสอบให้ใช้งานได้ง่าย สะดวกและแม่นยำมากขึ้น โดยชุดตรวจสอบต้องมีการใช้อุปกรณ์ และสารเคมีที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมวิเคราะห์ความคุ้มค่า โดยเปรียบเทียบต้นทุนการวิเคราะห์ ระยะเวลาการวิเคราะห์ ความยากง่ายหรือความสะดวกของใช้งาน และความสะดวกในการขนส่ง ซึ่งดำเนินการพัฒนาชุดตรวจสอบ ดังต่อไปนี้

โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 5.1 วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน
- การทดลองที่ 5.2 การวิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถันและเหล็กในดิน
- การทดลองที่ 5.3 การวิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย คลอไรด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ไนเตรท และฟอสเฟต ในน้ำ

4. ศึกษาหาความเสถียร และการเสื่อมสภาพของปุ๋ย และวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่เกษตรกร และผู้ประกอบการ

วิธีการดำเนินการ

ทดสอบความเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยโดยประเมินความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารรับรองในปุ๋ยเคมี สามารถนำไปประมาณค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความไม่เสถียร เมื่อเก็บไว้ภายใต้สภาวะที่ต้องการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดได้ ซึ่งใช้หลักการของการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) มาเป็นเครื่องมือทางสถิติที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลข้อมูลทางการวิจัยค่อนข้างมาก หรือการประเมินความเสถียรของวัสดุอ้างอิงหรือวัสดุอ้างอิงรับรองตามข้อกำหนด ISO GUIDE 35 (2006) ซึ่งจากหลักการของ Regression Analysis สามารถประยุกต์ใช้เพื่อทดสอบความเสถียรระยะยาว (Storage conditions, long-term stability) หมายถึงความเสถียรภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่กำหนดซึ่งจะแสดงถึงวันหมดอายุ (Shelf life) หรือวันเสียสภาพของสาร (Life time) และการทดสอบความเสถียรระยะสั้น (Temperature conditions, short-term stability) หมายถึงความเสถียรภายใต้สภาวะของการทดสอบที่อุณหภูมิระดับต่างๆ ในช่วงเวลาสั้นๆ (ดุชฎี และจันทรรัตน์, 2552; จันทรรัตน์, 2557) ศึกษาความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาว (The long-term stability) นำขวดบรรจุตัวอย่างปุ๋ยเคมีทั้งหมด แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมซึ่งเก็บในตู้ดูดความชื้นที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส ความชื้น 5-8%RH และ กลุ่มทดสอบซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 เดือน สุ่มตัวอย่างแต่ละสูตรตามเวลาที่กำหนดมาทดสอบ วิเคราะห์ทางสถิติ Regression Analysis ตาม ISO Guide 35 การศึกษาอิทธิพลของปริมาณยูเรียที่มีผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในตัวอย่างปุ๋ย ที่มียูเรียเป็นส่วนผสม โดยนำปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และสารตัวเติมมาผสมแบบคลุกเคล้าให้เข้ากัน ให้มีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน และยูเรียไนโตรเจน เท่ากับ 0:1, 0.1:1, 0.3:1, 0.4:1, 0.7:1 และ 1:1 วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 วิธีทดสอบ 1.05.02 และ 1.06.01 ตามลำดับ คำนวณร้อยละความแตกต่างสัมพัทธ์ (% Relative Percentage Difference: %RPD) ร้อยละความถูกต้อง (%Accuracy) ร้อยละความคลาดเคลื่อน (% Error) และความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Absolute Error) ของค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน นำผลที่ได้มาพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณยูเรียและผลวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนของปุ๋ยแต่ละสูตร และประเมินการยอมรับผลการวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน โดยเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ที่ได้กับเกณฑ์คลาดเคลื่อนของไนโตรเจน ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อนของปริมาณธาตุอาหารรับรองของปุ๋ยเคมีตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2552 ซึ่งค่าที่ได้จะต้องต่ำกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์คลาดเคลื่อนตามประกาศกระทรวงฯ การศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต (dimethoate), โอมิโทเอต (omethoate) และมาลาไทออน (malathion) ตรวจวิเคราะห์ทางเคมี โดยวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ dimethoate 40%W/V EC จำนวนอย่างน้อย 50 ตัวอย่าง omethoate 50 %W/V EC/SL จำนวนอย่างน้อย 50 ตัวอย่าง และ malathion 83%W/V EC จำนวนอย่างน้อย 50 ตัวอย่าง ด้วยเทคนิค Gas chromatography โดยทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3 เดือน เป็นเวลา 2 ปี โดยเก็บ

ตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง ตู๋เย็น บันทึกผลการวิเคราะห์ ตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพจากตัวอย่างข้อ 4.1 โดยวิเคราะห์ค่าพีเอช (pH) ด้วย เครื่องมือ Auto Titration และปริมาณน้ำ ด้วยเครื่องมือ Karl Fischer Titrator ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างต่อเนื่องทุก ๆ 3 เดือน เป็นเวลา 2 ปี และจัดทำแผนภูมิควบคุม (Control chart) อ้างอิงตามเกณฑ์ค่าความคลาดเคลื่อนของเอฟ เอ โอ (FAO-Specification) ค.ศ. 2010 ซึ่งดำเนินงานวิจัยดังต่อไปนี้

1) โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 1.5 การทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยเคมี
- การทดลองที่ 1.6 อิทธิพลของปริมาณยูเรียที่มีผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในตัวอย่างปุ๋ย ที่มียูเรียเป็นส่วนผสม

2) โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร

- การทดลองที่ 2.1 การศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต (dimethoate), โอมเมโทเอต (omethoate) และมาลาไทออน (malathion)

สถานที่ทำการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
2. ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
3. ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
4. ห้องปฏิบัติการสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
5. ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนากาษตรกาญจนบุรี
6. ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนากาษตรเขตที่ 1 - 8

ระยะเวลาดำเนินงาน

เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2563

ผลการวิจัยและอภิปรายผล (Results and Discussion)

1. พัฒนาริธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตทางการเกษตรของกรมวิชาการเกษตร ทั้งส่วนกลาง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนากาษตรเขตที่ 1-8 ได้ทำการพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์คุณภาพปัจจัยการผลิตของ โดยทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช สารตกค้างของป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อพิสูจน์ยืนยันคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ว่าวิธีวิเคราะห์นี้มีความถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ สามารถอ้างอิงได้ตามมาตรฐานสากล ประเมินผลด้วยวิธีทางสถิติโดยศึกษาความแม่นยำของการวัด (Accuracy) ประเมินด้วย ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับที่ 98-102 ความเที่ยง (Precision) ประเมินด้วย ค่า HORRAT ที่น้อยกว่า 2 วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection, LOD) วัดปริมาณต่ำสุดที่สามารถ

วิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation, LOQ) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานของวิธีวิเคราะห์ (Range) วัดช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งาน (Linearity) ประเมินด้วยค่าสัมประสิทธิ์การตัดล้นใจ ที่มากกว่า 0.995 ผลการประเมินพบว่า ค่าที่ได้ทั้งหมดของวิธีวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล แสดงว่าวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และวิธีวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร พืช ดิน สารธรรมชาติ ที่ห้องปฏิบัติการทั้งส่วนกลาง และส่วนภูมิภาค สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตร ทั้ง 8 เขต ใช้ข้อมูลมีความถูกต้อง แม่นยำ สามารถนำไปใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ และผลสำเร็จของผลงานวิจัยในโครงการ สามารถนำไปขยายผล ใช้เป็นข้อกำหนดที่สำคัญทางด้านวิชาการที่ทำให้ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และผลิตภัณฑ์วัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17025: 2005 ส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์ เพื่อควบคุมคุณภาพของห้องปฏิบัติการมีความน่าเชื่อถือ สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ สร้างความเชื่อมั่นและลดข้อโต้แย้งของผลวิเคราะห์ ที่ใช้ประกอบการดำเนินคดีตามกฎหมาย เพื่อรองรับการดำเนินการตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 และพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ทำให้เกษตรกรได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ

1.1. โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี 10 วิธี ดินและน้ำ 2 วิธี พืช 1 วิธี การพัฒนา และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย พืช ดิน โดยเทคนิค NIR 3 วิธี และการพัฒนาเทคนิคระบบการวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ 2 วิธี ได้แก่

- 1.1.1. โพลีเอทิลีนที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีโดยเทคนิคเฟลมโฟโตเมทรี
- 1.1.2. แอมโมเนียมไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์
- 1.1.3. ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยเคมีโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟ
- 1.1.4. ความชื้นในปุ๋ยเคมี
- 1.1.5. ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยโดยเทคนิคคอมบัสชัน
- 1.1.6. ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมี โดยเทคนิค ICP
- 1.1.7. ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลาย แอมโมเนียมซีเตรทในปุ๋ยเคมี
- 1.1.8. ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคกลาง
- 1.1.9. ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออก
- 1.1.10. ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง
- 1.1.11. เนื้อดินในดินที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ
- 1.1.12. อินทรีย์วัตถุในดินโดยเทคนิคการหาค่าสูญเสียน้ำหนักในการเผาไหม้
- 1.1.13. ไนเตรทในพืช
- 1.1.14. ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และธาตุอาหารรองในดิน โดยเทคนิค NIR
- 1.1.15. ความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน โดยเทคนิค NIR
- 1.1.16. ไนโตรเจนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์ โดยเทคนิค NIR

1.1.17. ปริมาณและประสิทธิภาพของโรโซเปียมในปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม

1.1.18. การจัดจำแนกโรโซเปียมในปุ๋ยชีวภาพโรโซเปียม

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1.1.1. โฟทอสเปียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีโดยเทคนิคเฟลมโฟโตเมทรี

การศึกษาและพัฒนาวิธีวิเคราะห์โฟทอสเปียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีด้วยเทคนิคเฟลมโฟโตเมทรี (Flame photometry) เพื่อเปรียบเทียบผลของการเติมและไม่เติมสารลดการรบกวนทางเคมี (Suppressor) ต่อปริมาณโฟทอสเปียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงประกอบปุ๋ยเชิงผสมแบบปั้นเม็ดปุ๋ยเชิงผสมแบบคลุกเคล้า และปุ๋ยเชิงผสมแบบเกร็ด จำนวน 37 ตัวอย่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณโฟทอสเปียมที่ละลายน้ำจากวิธีวิเคราะห์ที่เติมสารลดการรบกวนทางเคมีมีค่ามากกว่าวิธีวิเคราะห์ที่ไม่เติมสารลดการรบกวนทางเคมีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 25 ตัวอย่าง และจากการเปรียบเทียบความเที่ยง (Precision) โดยใช้สมการของ Horwitz's Ratio พบว่า ค่าความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ที่ไม่เติมสารลดการรบกวนทางเคมีไม่ผ่านเกณฑ์กำหนด 2 ตัวอย่าง โดยการไม่เติมสารลดการรบกวนทางเคมีมีผลให้ความเที่ยงของค่าวิเคราะห์ปริมาณโฟทอสเปียมที่ละลายน้ำในตัวอย่างปุ๋ยลดลง 28 ตัวอย่าง ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์โฟทอสเปียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีที่ไม่เติมสารลดการรบกวนทางเคมี พบว่า ช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) ในการวิเคราะห์หาโฟทอสเปียมอยู่ในช่วง 0-24 มิลลิกรัมต่อลิตร เลือกช่วง 0-15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) เท่ากับ 0.9997 เป็นช่วงการใช้งาน (Range) ปริมาณโฟทอสเปียมต่ำที่สุดที่สามารถทดสอบได้ (Limit of Detection; LOD) เท่ากับ 0.07 %K₂O ปริมาณโฟทอสเปียมต่ำที่สุดที่สามารถรายงานผลได้ (Limit of Quantitation; LOQ) เท่ากับ 10.0 %K₂O พิสูจน์ความแม่นยำ (Accuracy) และความเที่ยงโดยการเติมวัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Material; CRM) ลงใน Sample blank (Matrix effect) ความเข้มข้นสูง กลาง และต่ำเท่ากับ 60.34 34.61 และ 10.00 %K₂O พบว่า การประเมินความแม่นยำโดยหา %Recovery อยู่ในช่วง 98-102 ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น และการประเมินความเที่ยงโดยใช้สมการของ Horwitz's Ratio มีค่าน้อยกว่า 2 ทั้ง 3 ระดับความเข้มข้น ซึ่งค่าที่ได้ทั้งหมดนั้นผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล

1.1.2. แอมโมเนียมไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีโดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ ดำเนินการวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี ระหว่าง 2 วิธี คือ ใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (50% NaOH) และใช้แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) ในการกลั่นเปรียบเทียบผลทางสถิติ Paired t-test พบว่า ผลวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนของทั้ง 2 วิธี ในตัวอย่างปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยเชิงผสมที่ไม่มียูเรียเป็นส่วนผสม ไม่แตกต่างกัน แต่ในตัวอย่างปุ๋ยเชิงผสมที่มียูเรียเป็นส่วนผสมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญและจากการหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้เท่ากับ 0.15 และปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดปริมาณได้ โดยมีความแม่นยำและความเที่ยงเท่ากับ 0.50 การพิสูจน์ความแม่นยำ และความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง ได้ %Recovery เท่ากับ 100.38, 100.08 และ 100.09 และค่า HorRat เท่ากับ 0.50 0.54 และ 0.34 ตามลำดับและจากการศึกษาลักษณะเนื้อสาร (Matrix) โดยการวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงรับรองความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง ที่เติมลงในตัวอย่างที่ไม่มีแอมโมเนียมไนโตรเจน ได้ %Recovery เท่ากับ 99.61, 99.18

และ 99.48 และค่า HorRat เท่ากับ 0.51, 0.32 และ 0.34 ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ที่ได้มีค่าความแม่นยำและความเที่ยง ผ่านเกณฑ์การยอมรับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนในปุ๋ยเคมี โดยใช้แมกนีเซียมออกไซด์ เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมกับการใช้งานตาม วัตถุประสงค์

1.1.3. ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยเคมีโดยใช้เทคนิคไมโครเวฟ

การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีพบว่าวิธีการทดสอบ แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง โดยใช้เทคนิคไมโครเวฟชนิดห้องปฏิบัติการเดี่ยวอย่างตัวอย่าง ว่าเป็นความเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้งาน โดยการพิสูจน์ ชัดจำกัดของวิธีทดสอบ ความถูกต้อง และความเที่ยง พบว่าผลการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดง มีค่า LOD เท่ากับ 50.19, 16.96, 3.44, 3.27, 3.34 และ 1.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีค่า LOQ เท่ากับ 85.12, 46.32, 8.18, 14.68, 13.78 และ 5.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงรับรองที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูง มีความเที่ยงและความถูกต้อง โดยมีค่า HorRat น้อยกว่า 1.3 ทุกรายการทดสอบ ทุกระดับความเข้มข้น และมี %Recovery ของการวิเคราะห์ซ้ำแบบต่างเวลากัน ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (0.94%Ca, 1.79%Mg, 2.077%Fe, 0.325%Zn, 0.305%Mn และ 0.1225%Cu) เท่ากับ 101.55, 101.17, 98.36, 98.04, 98.20 และ 100.93 ระดับความเข้มข้นกลาง (21.41%Ca, 12.70%Mg, 10.62%Fe, 38.82%Zn, 14.45%Mn และ 10.71%Cu) %Recovery เท่ากับ 98.82, 99.50, 98.09, 101.78, 99.14 และ 99.75 ตามลำดับ และระดับความเข้มข้นสูง (37.03%Ca, 48.87%Mg, 29.34%Fe, 56.49%Zn, 22.18%Mn และ 58.74%Cu) %Recovery เท่ากับ 100.82, 101.62, 98.38, 101.31, 99.99 และ 98.26 ตามลำดับ การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ทองแดงของตัวอย่างปุ๋ยที่มีลักษณะของเนื้อสาร (matrix) แตกต่างกัน โดยวิเคราะห์ซ้ำแบบต่างเวลา มีความเที่ยงและความถูกต้อง โดยมีค่า HorRat น้อยกว่า 1.3 ทุกรายการทดสอบ ทุกระดับความเข้มข้น มี %Recovery เท่ากับ 101.69, 101.73, 98.80, 98.22, 98.29 และ 101.80 ตามลำดับ %Recovery เท่ากับ 98.44, 100.55, 98.14, 101.08, 98.10 และ 99.72 ตามลำดับ % Recovery เท่ากับ 99.88, 101.70, 100.23, 101.24, 99.68 และ 98.35 ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์ทั้งหมดผ่านเกณฑ์การยอมรับตาม ซึ่งกำหนดให้ %Recovery อยู่จะต้องอยู่ในช่วง 95-105, 97-103 และ 98-102 ตามปริมาณความเข้มข้น และ HorRat \leq 1.3 ดังนั้นวิธีการวิเคราะห์ปริมาณ แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส และทองแดง โดยใช้เทคนิคไมโครเวฟอย่างตัวอย่างมีความเหมาะสม และมีต้นทุนการวิเคราะห์ต่ำกว่าการย่อยด้วยเตาระเหยไฟฟ้า 5.10 บาทต่อตัวอย่าง ใช้ปริมาณกรดน้อยกว่า 10 เท่า โดยใช้เวลาการวิเคราะห์เท่ากัน

1.1.4. ความชื้นในปุ๋ยเคมี

พัฒนาวิธีวิเคราะห์ความชื้นในปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ โดยประกอบด้วย 3 เทคนิค ได้แก่เทคนิคที่ 1 เทคนิค Inhouse method ดัดแปลงจาก AOAC Official Method 950.01 (Oven drying) เทคนิคที่ 2 เทคนิค Vacuum-Desiccation Methods 965.08 A. Method I (Vacuum desiccator) และเทคนิคที่ 3 เทคนิค Vacuum-Desiccation Methods 965.08 B. Method II (Vacuum oven) พบว่าปุ๋ยเชิงผสมแบบคลุกเคล้าปุ๋ยเชิงผสมแบบปั้นเม็ด ปุ๋ยเชิงผสมแบบเกล็ด ปุ๋ยเชิงเดี่ยวและเชิงประกอบมีค่าความชื้นของตัวอย่างปุ๋ยทั้ง 3 เทคนิคมีค่าความชื้นไปใน

ทิศทางเดียวกัน คือมีค่าความชื้นไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์ตามมาตรฐานพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 จากการวิเคราะห์สารตัวเติมและตัวอย่างปุ๋ยเคมีแบบคลุกเคล้า ที่มีปริมาณธาตุอาหารรับรอง สูตรต่ำ กลาง และเข้มข้น พบว่า ความชื้นของสารตัวเติม เมื่อเปรียบเทียบกันทั้ง 3 เทคนิค ได้ค่า $t_{Stat} > t_{Critical}$ แสดงว่าค่าความชื้นเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ทั้ง 3 เทคนิค แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ทั้ง 3 เทคนิค พบว่าปุ๋ยเคมีแบบคลุกเคล้า สูตรต่ำมีความชื้นมากกว่าสูตรกลาง และสูตรสูง เนื่องมาจากปุ๋ยสูตรต่ำมีปริมาณสารตัวเติมมากกว่าสูตรกลาง และสูตรเข้มข้น ดังนั้นสารตัวเติมจึงมีความสำคัญในการผลิตปุ๋ยเคมีเชิงผสมแบบคลุกเคล้า และตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่มีโมเลกุลของน้ำเป็นส่วนประกอบ เช่น คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4 \cdot H_2O$) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4 \cdot H_2O$, $MgSO_4 \cdot 6H_2O$, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$) ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4 \cdot H_2O$) บอแรกซ์ ($Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$) กรดบอริก (Boric acid) แคลเซียมไนเตรท ($5Ca(NO_3)_2 \cdot NH_4NO_3 \cdot 10H_2O$) แมกนีเซียมไนเตรท ($Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$) แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) เมื่อนำตัวอย่างปุ๋ยเม็ดดังกล่าวมาทดสอบทั้ง 3 เทคนิค พบว่า ลักษณะของตัวอย่างเปลี่ยนแปลงสภาพ เช่น สีเปลี่ยนไปจากสีแดง ปุ๋ยบางส่วนละลาย ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Limit of Detection; LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of Quantitation; LOQ) เทคนิคที่ 1 LOD เท่ากับ 0.037% LOQ เท่ากับ 0.072%, เทคนิคที่ 2 LOD เท่ากับ 0.004% LOQ เท่ากับ 0.046% และเทคนิคที่ 3 LOD เท่ากับ 0.062% LOQ เท่ากับ 0.139% การหาความเที่ยงของตัวอย่างปุ๋ยที่มีความชื้นต่ำ กลาง และสูง ของ 3 เทคนิค พบว่า เทคนิคที่ 1 มีค่าความเที่ยงมากกว่าเทคนิคที่ 2 และเทคนิคที่ 3 และทั้ง 3 เทคนิคเหมาะสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยเคมี แต่วิธีวิเคราะห์ความชื้นทั้ง 3 เทคนิคยังไม่เหมาะสมสำหรับตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่มีโมเลกุลของน้ำเป็นส่วนประกอบและปุ๋ยกลุ่มไนเตรท

1.1.5. ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยโดยเทคนิคคอมบัสชัน

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยโดยเทคนิคคอมบัสชัน โดยดำเนินงานในปีงบประมาณ 2559-2562 เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม 2559 ถึงเดือนกันยายน 2561 ณ กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี ดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ระหว่าง 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 โดยเทคนิคเจลดทาล (Kjeldahl Method) และ วิธีเทคนิคคอมบัสชัน (Combustion Method) เปรียบเทียบผลทางสถิติ Paired t-test พบว่าผลวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของทั้ง 2 วิธี ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน และจากการหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 0.02 และ 0.06 และปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดปริมาณได้ โดยมีความแม่นยำและความเที่ยงเท่ากับ 0.24 และ 0.198 การพิสูจน์ความแม่นยำ และความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง ในปุ๋ยเคมี ได้ %Recovery เท่ากับ 99.5, 100.19 และ 99.94 และค่า HorRat เท่ากับ 0.84, 0.41 และ 0.08 และปุ๋ยอินทรีย์ ได้ %Recovery 100.49, 98.50 และ 98.54 และค่า HorRat เท่ากับ 0.33, 0.37 และ 0.15 ตามลำดับ ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ที่ได้มีค่าความแม่นยำและความเที่ยง ผ่านเกณฑ์การยอมรับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยวิธีเทคนิคคอมบัสชัน (Combustion Method) เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์

1.1.6. ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมี โดยเทคนิค ICP

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมี โดยวิธีเทคนิคอินดักทีฟลีคอปเปิลพลาสมาออปติคอลลิมิสชันสเปกโตรเมทรี โดยศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์กับวิธีของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเทคนิคอินดักทีฟลีคอปเปิลพลาสมาออปติคอลลิมิสชันสเปกโตรเมทรี พบว่า เทคนิคอินดักทีฟลีคอปเปิลพลาสมาออปติคอลลิมิสชันสเปกโตรเมทรี ให้ผลวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมีเชิงประกอบและเชิงผสมสูงกว่าเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรี การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีด้วยเครื่อง ICO-OES พบว่า การหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Limit of Detection; LOD) เท่ากับ 0.0021 และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of Quantitation; LOQ) เท่ากับ 0.0070 จึงพิสูจน์ LOQ ที่ระดับ 0.0112 % ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0111%P₂O₅ %Recovery เท่ากับ 98.68% และค่า HorRat เท่ากับ 0.22 จากการพิสูจน์ความถูกต้องและความเที่ยงโดยใช้วัสดุอ้างอิงรับรองที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (1.0244%P₂O₅) ระดับความเข้มข้นกลาง (16.50%P₂O₅) และระดับความเข้มข้นสูง (61.71% P₂O₅) ได้ค่า %Recovery เท่ากับ 100.46, 108.77 และ 101.75 ตามลำดับ และความเที่ยง (Precision) มีค่า HorRat เท่ากับ 0.07, 0.89 และ 0.21 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับ ส่วนที่ความเข้มข้น 16.50%P₂O₅ มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) %Recovery เท่ากับ 108.77 ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (อยู่ในช่วง 98-102%) การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมีของตัวอย่างปุ๋ยที่มีลักษณะของเนื้อสาร (Matrix) แตกต่างกัน โดยการเติมวัสดุอ้างอิงรับรอง ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (1.0244%P₂O₅) ระดับความเข้มข้นกลาง (16.50%P₂O₅) และระดับความเข้มข้นสูง (61.71% P₂O₅) ได้ค่า %Recovery เท่ากับ 99.69, 108.35 และ 101.81 ตามลำดับ และความเที่ยง (Precision) มีค่า HorRat เท่ากับ 0.16, 1.17 และ 0.25 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับ ส่วนที่ความเข้มข้น 16.50%P₂O₅ มีค่าความถูกต้อง (Accuracy) %Recovery เท่ากับ 108.35 ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (อยู่ในช่วง 98-102%) จากการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมีโดยวิธีเทคนิคอินดักทีฟลีคอปเปิลพลาสมาออปติคอลลิมิสชันสเปกโตรเมทรี พบว่า เทคนิคอินดักทีฟลีคอปเปิลพลาสมาออปติคอลลิมิสชันสเปกโตรเมทรี ยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมดในปุ๋ยเคมีในช่วงระดับความเข้มข้นกลาง

1.1.7. ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลาย แอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี

พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมีด้วยเทคนิคใช้ suction และเทคนิคไม่ใช้ suction เพื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท(CIP) ในปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยเชิงผสมครบคลุมสูตรต่ำ กลาง และสูง จำนวน 36 ตัวอย่าง พบว่า ค่าเฉลี่ยของ CIP₂O₅ของทั้งสองเทคนิคไม่แตกต่างกัน ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีของสองเทคนิค พบว่า ช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 1-9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9962 และ 0.9971 ช่วงการใช้งานความเข้มข้น 1-7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งช่วงการใช้งานไม่มีผลกระทบจากลักษณะเนื้อสาร (Matrix effect) ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Limit of Detection; LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of Quantitation; LOQ) ของเทคนิคใช้ suction เท่ากับ 0.027% CIP₂O₅ และ 0.090% CIP₂O₅ ส่วนเทคนิคไม่ใช้ suction เท่ากับ 0.012% CIP₂O₅ และ 0.040% CIP₂O₅ จากการหาความเที่ยงของตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ระดับความ

เข้มข้นต่ำกลางและสูง พบว่า เทคนิคใช้ suction ได้ค่า HorRat เท่ากับ 1.03, 0.56 และ 1.04 ตามลำดับ และเทคนิคไม่ใช้ suction ได้ค่า HorRat เท่ากับ 0.75, 0.49 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ทั้งหมดนั้นผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล ดังนั้นการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซีเตรทในปุ๋ยเคมีสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งสองเทคนิค

1.1.8. ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคกลาง

ห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมีของสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 (สวพ.5) มีความประสงค์จะขยายขอบข่ายการให้บริการวิเคราะห์ธาตุอาหารรองซึ่งได้แก่ แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) และ กำมะถัน (S) ในปุ๋ยเคมี ให้แก่พนักงานเจ้าหน้าที่ของ สวพ.5 เพื่อใช้กำกับดูแลคุณภาพปุ๋ยเคมีในเขตรับผิดชอบและผู้ประกอบการที่มีความประสงค์จะขึ้นทะเบียนปุ๋ยเคมี เพื่อความเชื่อมั่นในผลการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมีจึงดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารรองดังกล่าว จากการ Validate พบว่า CaO มีช่วงที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง และเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ คือ 0-250 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient เท่ากับ 0.997 มีค่าต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Limit of Detection; LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ และรายงานผลให้ (Limit of Quantitation; LOQ) เท่ากับ 0.04% และ 1.31 % ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่า Accuracy และ Precision วัสดุอ้างอิงมาตรฐานที่ความเข้มข้นของ CaO เท่ากับ 1.31%, 29.95% และ 51.80% พบว่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับทั้งหมด จากการ Validate วิธีวิเคราะห์ MgO พบว่าช่วงที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรง และเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์คือ 0-100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient เท่ากับ 0.998 มีค่า LOD และ LOQ เท่ากับ 0.015% และ 0.40% ตามลำดับ และมีค่า Accuracy และ Precision จากการวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงมาตรฐานที่ความเข้มข้นของ MgO เท่ากับ 0.40, 21.03 และ 81.03 พบว่าอยู่ในเกณฑ์ยอมรับทั้งหมด ส่วนการ Validate วิธีวิเคราะห์ S พบว่าช่วงที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงและเหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ คือ 0-50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient เท่ากับ 0.997 มีค่า LOD และ LOQ เท่ากับ 0.13 % และ 0.74 % ตามลำดับ และมีค่า Accuracy และ Precision จากการวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงมาตรฐานที่ความเข้มข้นของ S เท่ากับ 0.74%, 17.79% และ 33.07% พบว่าค่า Accuracy ประเมินจาก %Recovery ผ่านเกณฑ์ยอมรับ 1 ค่าคือ 33.07% ส่วนค่า Precision พบว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับทั้งหมด

1.1.9. ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียง

การทดลองได้ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการตรวจสอบเพื่อยืนยันความเหมาะสมของวิธีที่ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 นำมาใช้ในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีเป็นการสร้างความเชื่อมั่นด้านการตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย เพื่อให้บริการทางวิชาการ และการดำเนินการทางกฎหมาย โดยการยืนยันคุณลักษณะเฉพาะของวิธีวิเคราะห์ (Method Performance Characteristics) และประเมินด้วยวิธีทางสถิติว่าวิธีวิเคราะห์นี้มีความถูกต้องและเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน คุณลักษณะเฉพาะของวิธีเหล่านี้

ได้แก่ ความแม่นยำ (Accuracy) โดยทำการประเมินค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (%Recovery) ของตัวอย่างอ้างอิง ที่ความเข้มข้นระดับสูง (ที่ความเข้มข้น CaO 43.6%, MgO 21.03% และ S 24.20%) ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ 100.83, 100.97, และ 98.67 ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นระดับกลางที่ CaO 31.48% และ S 17.8% ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ 99.59 และ 98.77 ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นระดับต่ำที่ระดับ CaO 1.3%, MgO 2.97% และ S 14.3%) ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ 102.38, 97.39, 98.16 ตามลำดับ และจากการประเมินค่าความเที่ยง (Precision) โดยพิจารณาจากค่า HORRAT ค่าความเที่ยงของทุกระดับความเข้มข้นอยู่ในเกณฑ์ยอมรับคือน้อยกว่า 2 และได้ทำการประเมิน Intermediate Precision ค่าความเที่ยงของทุกระดับความเข้มข้นอยู่ในเกณฑ์ยอมรับคือน้อยกว่า 2 ความเป็นเส้นตรง (linearity) พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงเส้นทุกธาตุจากการประเมินพบว่า และขีดจำกัดของการตรวจวัด (LOQ) อยู่ที่ CaO 0.4% MgO 0.2% และ S 0.2% และเมื่อประเมินความถูกต้อง ความแม่นยำ และความเป็นเส้นตรง พบว่า ผ่านเกณฑ์ประเมิน ซึ่งทำให้สามารถยืนยันได้ว่าวิธีการวิเคราะห์ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีที่ห้องปฏิบัติการสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 6 ใช้อยู่มีความน่าเชื่อถือสามารถนำไปเป็นวิธีมาตรฐานในการทดสอบ และสามารถนำไปใช้สำหรับให้บริการแก่เกษตรกรผู้ประกอบการ และการดำเนินการตามกฎหมายได้

1.1.10. ธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมีของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารรอง (แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน) ในปุ๋ยเคมีเป็นการพัฒนา ปรับปรุง หรือดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์ให้มีความเหมาะสมกับห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีของ Official methods of analysis of fertilizers (The National Institute of Agriculture Sciences, 1987) และคู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี (2551) สำหรับการวิเคราะห์แคลเซียม และแมกนีเซียม ส่วนการวิเคราะห์กำมะถันปฏิบัติตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 ตรวจสอบคุณลักษณะต่างๆ คือ 1) ความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐาน (Range) 2) พิสัยนัยความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานสำหรับใช้งาน (Linearity) 3) ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Limit of detection; LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantification; LOQ) 4) ความถูกต้องของการวิเคราะห์ (Accuracy) ที่ระดับสูง กลาง และต่ำ และ 5) ความแม่นยำของการวิเคราะห์ (Precision) ทั้งแบบทวนซ้ำ (Repeatability precision) และ แบบการทำซ้ำ (Intermediate precision) โดยวิเคราะห์วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified reference material; CRM) พบว่า Range ของวิธีวิเคราะห์แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน อยู่ในช่วง 0 - 20 mg/L Ca, 0 - 9 mg/L Mg และ 10 - 80 mg/L SO_4^{2-} ตามลำดับ Linearity ของวิธีวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0 - 10 mg/L Ca, 0 - 5 mg/L Mg และ 10 - 50 mg/L SO_4^{2-} ตามลำดับ LOD ของวิธีวิเคราะห์ได้ค่าเท่ากับ 0.4704%CaO, 0.4758%MgO และ 0.0351%S ตามลำดับ LOQ ของวิธีวิเคราะห์ได้ค่าเท่ากับ 1.5680%CaO, 1.5860%MgO และ 0.1170%S และ Accuracy ของแคลเซียมที่ระดับสูง กลาง และต่ำ ได้ค่า Mean Recovery เท่ากับ 99.51, 100.91 และ 99.92 ตามลำดับ แมกนีเซียมได้ค่า Mean Recovery เท่ากับ 100.05, 101.17 และ 100.14 ตามลำดับ และ Mean Recovery ของกำมะถัน ได้ค่าเท่ากับ 108.84, 106.09 และ 110.14 % ตามลำดับ Repeatability precision ของแคลเซียมที่ระดับสูง กลาง ต่ำ โดยใช้สมการของ Horwitz's ratio ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.81, 0.48 และ 0.47 ตามลำดับ แมกนีเซียมได้ค่าเท่ากับ

0.93, 0.88 และ 0.17 ตามลำดับ และกำมะถันได้ค่าเท่ากับ 0.99, 1.01 และ 0.80 ตามลำดับ Intermediate precision ของแคลเซียมที่ระดับสูง กลาง และต่ำ โดยใช้สมการของ Horwitz's ratio ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.29, 0.08 และ 0.31 ตามลำดับ แมกนีเซียมได้ค่าเท่ากับ 0.50, 0.93 และ 0.05 ตามลำดับ และกำมะถันได้ค่าเท่ากับ 0.36, 0.76 และ 0.92 ตามลำดับ ซึ่งผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี ผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล ยกเว้น Mean Recovery ของวิธีวิเคราะห์กำมะถันให้ผลวิเคราะห์วัสดุอ้างอิง สูงกว่าเกณฑ์ยอมรับ

1.1.11. เนื้อดินในดินที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ

ศึกษาเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์หาเนื้อดิน 3 วิธี คือ วิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์ วิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และวิธีปิเปต โดยการเตรียมตัวอย่างให้ได้ดินที่ประกอบด้วยอนุภาคทราย ตั้งแต่ร้อยละ 0 จนถึง 100 พบว่า %Recovery ของ %Sand ที่ได้จากการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์ แสดงให้เห็นว่า %Sand ที่ 70-100 % ผ่านเกณฑ์การยอมรับ ส่วนวิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส ที่ 60-100 % ผ่านเกณฑ์การยอมรับ และวิธีปิเปต ผ่านเกณฑ์การยอมรับทั้งหมด คือ ตั้งแต่ 0-100 % เมื่อพิจารณาค่า t-test ของ % Sand ที่ได้จากการเปรียบเทียบวิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์กับวิธีปิเปต และเปรียบเทียบวิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส กับวิธีปิเปตที่ ทุก % Sand มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นที่ 80% แต่เมื่อเปรียบเทียบการนำขนาดเนื้อดินระหว่างวิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์กับวิธีปิเปต แสดงให้เห็นว่าสามารถนำขนาดเนื้อดินได้ขนาดเดียวกันร้อยละ 77 ส่วน วิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 °C กับวิธีปิเปต แสดงให้เห็นว่าสามารถนำขนาดเนื้อดินได้ขนาดเดียวกันร้อยละ 44 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างวิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์ กับวิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 °C แสดงให้เห็นว่าสามารถนำขนาดเนื้อดินได้ขนาดเดียวกันร้อยละ 88 และเมื่อพิจารณาที่ขั้นตอนและเวลาในการวิเคราะห์ วิธีการปิเปตมีขั้นตอนและระยะเวลาที่มากกว่า วิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์ เชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียสดังนั้นสามารถคัดเลือกวิธีวิเคราะห์เนื้อดินระหว่าง วิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์ เชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส และวิธีปิเปตคือวิธีการวัดเชิงกลด้วยไฮโดรมิเตอร์

1.1.12. อินทรีย์วัตถุในดินโดยเทคนิคการหาค่าสูญเสียน้ำหนักในการเผาไหม้

การหาปริมาณอินทรีย์วัตถุโดยการหาค่าการสูญเสียน้ำหนัก โดยศึกษาสภาวะการเตรียมตัวอย่างก่อนเผา ซึ่งได้สภาวะการอบที่ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเผา พบว่าอุณหภูมิการเผาที่เหมาะสมคือ 400 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 12 ชั่วโมง จากนั้นศึกษา Accuracy, Precision, Range, Linearity พบว่า ให้ %Recovery และ %RSD อยู่ในช่วงของเกณฑ์ยอมรับ (AOAC, 2016) ได้ช่วงความเป็นเส้นตรงของระดับ OM ต่ำ กลางและสูง โดยมีสหสัมพันธ์ = 0.999 สรุปได้ว่าวิธีดังกล่าวมีความเหมาะสมในการวิเคราะห์หาปริมาณอินทรีย์วัตถุในห้องปฏิบัติการได้เทียบเท่ากับวิธีของ Walkley and Black (1934)

1.1.13. ไนเตรทในพืช

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ไนเตรทในพืชด้วยวิธี Salicylic acid โดยศึกษาขั้นตอนการสกัดตัวอย่างพืชด้วยวิธีปั่นเหวี่ยงและวิธีการกรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และศึกษาการรบกวนของแอมโมเนียมไนโตรเจนจากการเติมสาร Diammonium hydrogen phosphate พบว่าผลการวิเคราะห์ทางสถิติของทั้งสองวิธีไม่มีความแตกต่างกัน และไม่พบการรบกวนของแอมโมเนียมไนโตรเจน จากนั้นทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี Salicylic acid โดยวิธีการกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ผลการตรวจสอบช่วงของการวัดและช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานที่จะนำมาใช้งานในช่วงความเข้มข้น 0-2.00 และ 0-1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient, r เท่ากับ 0.9994 และ 0.9998 ตามลำดับ พิสูจน์ความเที่ยงที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูงได้ค่า HorRat (Horwitz's ratio) เท่ากับ 0.42, 0.36 และ 0.29 ตามลำดับ และการพิสูจน์ความแม่นยำโดยประเมินจาก %Recovery อยู่ในช่วง 99.87-108.00 ทั้งความเที่ยงและความแม่นยำผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐาน AOAC ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้มีค่าเท่ากับ 0.041 และ 0.106 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมการตรวจสอบความคงทนของวิธีวิเคราะห์จากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดตัวอย่างพืช โดยการประเมินค่าทางสถิติ t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ไนเตรทในพืชด้วยวิธี Salicylic acid เป็นวิธีที่เหมาะสมสามารถนำมาใช้ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืชได้เพราะเป็นวิธีที่ถูกต้อง แม่นยำและน่าเชื่อถือ

1.1.14. ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และธาตุอาหารรองในดิน โดยเทคนิค NIR

การศึกษาวิธีวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของดิน โดยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (Near Infrared Spectroscopy-NIRS) เนื่องจากเป็นวิธีใหม่ที่ได้รับการนิยมนิยมอยู่ในปัจจุบัน เป็นวิธีการวัดแบบไม่ทำลายตัวอย่าง สามารถทำนายค่าทางเคมีได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ ประหยัดเวลา ลดต้นทุนในการใช้สารเคมี และไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ห้องปฏิบัติการจึงมีความสนใจศึกษาเทคนิคใหม่นี้เพื่อนำมาพัฒนาใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยเตรียมตัวอย่างดินและวิเคราะห์ค่าทางเคมีในห้องปฏิบัติการ หาปริมาณค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยวิธีโดยการใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1 แล้วนำไปวัดด้วย pH meter ค่าการนำไฟฟ้าด้วยวิธีโดยการใช้อัตราส่วนของดินต่อน้ำเท่ากับ 1:5 นำส่วนของสารละลายไปวัดด้วย Conductivity meter ปริมาณแคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) ด้วยวิธีโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ Ammonium acetate 1 N ที่ pH 7.0 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วย Atomic absorption spectrophotometer หรือ Inductive couple plasma และปริมาณกำมะถัน (S) ด้วยวิธี Turbidity นำตัวอย่างไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องอินฟราเรดย่านใกล้ (Near-Infrared Spectroscopy, NIRS) ในช่วงความยาวคลื่น 800 ถึง 2500 นาโนเมตร สร้างและปรับปรุงสมการคำนวณด้วยวิธี PLS calibration ได้สมการทำนาย มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, R) เท่ากับ 0.86, 0.86, 0.92, 0.94 และ 0.84 ตามลำดับ ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการทำนายของกลุ่มตัวอย่างสร้างสมการแคลิเบรชัน (Standard error of calibration, SEC) เท่ากับ 0.48, 0.12, 632.03, 51.10 และ 43.44 ตามลำดับ ค่าความผิดพลาดมาตรฐานในการทำนายของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบสมการ (Standard error of prediction, SEP) เท่ากับ 0.46, 0.10, 617.57, 53.76 และ 46.15 ตามลำดับ การศึกษานี้สามารถนำเทคนิค NIR Spectroscopy ไปใช้ในการประเมินค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ได้ในระดับการทำนายเพื่อปริมาณอย่างหยาบหรือประมาณค่าเบื้องต้น (Screening) ปริมาณแคลเซียม (Ca) ปริมาณแมกนีเซียม (Mg)

และปริมาณกำมะถัน (S) ใช้เพื่อการแบ่งปริมาณอย่างหยาบ (Very rough screening) เป็นประโยชน์ต่อการให้บริการวิเคราะห์ดินได้ในระดับหนึ่งรวมทั้งทำให้ประหยัดกำลังคน เวลา สารเคมี และงบประมาณของแผ่นดินได้ และสามารถพัฒนาผลงานวิจัยนี้ในการตรวจสอบคุณสมบัติอื่นของดินและปัจจัยการผลิตทางการเกษตรต่อไป

1.1.15. ความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน โดยเทคนิค NIR

การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายในโดยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ เพื่อเป็นทางเลือกที่มีความสะดวกรวดเร็วในการวิเคราะห์ ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้วิเคราะห์ โดยการรวบรวมตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ให้ครอบคลุมช่วงความเข้มข้นตัวอย่างปุ๋ยเคมี และนำไปวิเคราะห์โดยวิธีของห้องปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตร แล้ววัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง NIR จำนวน 381 ตัวอย่าง พบว่าได้สเปกตรัมและสมการปรับแต่งสเปกตรัมแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) เพื่อใช้เป็นสมการทำนายผลที่มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง (Correlation coefficient; R) ค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ต่ำ (Standard of Calibration : SEC) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมินต่ำ (Standard of Error of Prediction: SEP) พบว่ารายการทดสอบไนโตรเจนทั้งหมดได้สมการทำนายผลที่มีการปรับแต่งสเปกตรัมแบบ Normalization by Maxima*, Second Derivative Smoothing Gap2 (nma,ds2g2) ค่า R 0.9292, ค่า SEC 2.2194, ค่า SEP 2.4472 รายการทดสอบฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) มีการปรับแต่งสเปกตรัมแบบ First Derivative Taylor 3 Points, Normalization between 0 to 1* (dt1,n01) ค่า R 0.9140, ค่า SEC 3.7199, ค่า SEP 3.2735 และรายการทดสอบโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ใช้สเปกตรัมแบบ Original ค่า R 0.8250 ค่า SEC 6.1296 ค่า SEP 6.2192 จากการเตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายในที่มีสูตรต่างๆ จำนวน 14 สูตร วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) โดยวิธีของห้องปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตร และวิธี NIR เพื่อพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One way Analysis of variance) เปรียบเทียบ ค่า F จากการคำนวณ (F - cal) และค่า F จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (F - crit) พบว่า ผลการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของทั้ง 2 วิธีสอดคล้องกันร้อยละ 100 จากงานวิจัยนี้ทำให้กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี ได้วิธีทางเลือกในการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) เพื่อพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันสำหรับตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน ที่มีความสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้วิเคราะห์

1.1.16. ไนโตรเจนฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์ โดยเทคนิค NIR

การศึกษาวิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยอินทรีย์ โดยเทคนิค NIRS เป็นวิธีการวัดแบบไม่ทำลายตัวอย่างสามารถทำนายค่าทางเคมีได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ ลดการใช้สารเคมี และมลภาวะที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ โดยเตรียมตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ให้ครอบคลุมทุกระดับความเข้มข้น และวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดย Kjeldahlmethod ฟอสฟอรัสโดย Spectrophotometric molybdovanadophosphate method และโพแทสเซียมโดย Flame photometric method ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย พบว่าค่าพิสัยอยู่ในช่วง 0.2-4.5, 0.1-6.9 และ 0.2-

6.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นำไปสแกนด้วยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (NIRS) ที่ความยาวคลื่น 800-2500 นาโนเมตร สร้างสมการเพื่อใช้ทำนายค่าด้วยวิธี Partial Least Square (PLS) regression พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient, R) เท่ากับ 0.90, 0.77 และ 0.57 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายกลุ่มตัวอย่าง Calibration (Standard error of Calibration; SEC) เท่ากับ 0.28, 1.03 และ 0.74 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการทำนายกลุ่มตัวอย่าง Validation (Standard error of prediction; SEP) เท่ากับ 0.28, 0.71 และ 0.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทวนสอบความใช้ได้ของวิธีด้วยตัวอย่างปุ๋ยอินทรีย์ พิจารณาความแม่นยำโดยใช้ Paired t-test พบว่าค่า t_{ext} มีค่าน้อยกว่า t_{crit} ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ผลการวิเคราะห์ที่ได้ผ่านเกณฑ์การยอมรับ และพิจารณาความเที่ยงโดยใช้ %RSD พบว่ามีค่า %RSD อยู่ในช่วง 0.04-1.09, 0.02-2.35 และ 0.06-4.76 ตามลำดับ (%RSD \leq 4) สามารถนำสมการมาใช้ประเมินค่าปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในปุ๋ยอินทรีย์ ได้อย่างแม่นยำ และรวดเร็ว สำหรับสมการที่ใช้ทำนายปริมาณโพแทสเซียมยังไม่เหมาะสมที่จะนำวิธี NIRS มาใช้ในการทำนายค่า

กรมวิชาการเกษตร

1.1.17. ปริมาณและประสิทธิภาพของไรโซเบียมในปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

การคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมอ้างอิง เพื่อใช้ควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมสำหรับถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสงทำโดยวัดการตรึงไนโตรเจนด้วยวิธี Acetylene Reduction Assay (ARA) และการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ด้วยวิธี Most Probable Number (MPN) โดยคัดเลือกสายพันธุ์ไรโซเบียมที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนดีที่สุดของถั่วแต่ละชนิดอย่างละ 3 สายพันธุ์ ได้แก่ DASA 01023, 01001, 01014, 02009, 02008, 02002, 03069, 03071 และ 03018 ซึ่งนำมาใช้เป็นเชื้ออ้างอิงในการทดลอง ผลการทดลองพบว่า ที่ความเข้มข้นของเชื้ออย่างน้อย 1.0×10^6 เซลล์/มิลลิลิตร สามารถก่อให้เกิดปมในรากถั่วทั้ง 3 ชนิด อย่างไรก็ตามมีเพียงไรโซเบียมสายพันธุ์ DASA 01001, 01014, 01023 ที่จำเพาะต่อถั่วเหลืองเพียงอย่างเดียว เมื่อตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของวิธีการวิเคราะห์ (method validation) โดยศึกษาความจำเพาะสัมพันธ์และค่าความถูกต้องสัมพันธ์ พบว่าเชื้อไรโซเบียมถั่วเหลือง ถั่วเขียว และถั่วลิสง มีค่าความจำเพาะสัมพันธ์ เท่ากับ 100, 56.94 และ 54.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าความถูกต้องสัมพันธ์ เท่ากับ 100, 71.30 และ 69.44 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่ค่าความไวสัมพันธ์มีค่าเท่ากัน คือ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นไรโซเบียมทั้ง 9 สายพันธุ์ สามารถใช้เป็นเชื้อสายพันธุ์อ้างอิงได้อย่างได้อย่างเหมาะสมในการวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

1.1.18. การจัดจำแนกไรโซเบียมในปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียม

การจำแนกชนิดของเชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเขียว ถั่วลิสง และถั่วเหลืองสายพันธุ์อ้างอิงทั้งหมด 9 สายพันธุ์ ที่คัดเลือกจากประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนดีที่สุด 3 อันดับแรกจากจำนวนทั้งหมด 10 สายพันธุ์ของเชื้อไรโซเบียมแต่ละชนิดถั่ว โดยการเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยไพรเมอร์ fD1 (forward primer) และ rP2 (reverse primer) แล้วนำขึ้นดีเอ็นเอมาหาลำดับเบส จากนั้นทำแผนภูมิวิวัฒนาการ เปรียบเทียบกับลำดับเบสของเชื้อไรโซเบียมอื่น ๆ ที่ใกล้เคียงกันในฐานข้อมูล NCBI ด้วยวิธี Neighbor-joining phylogenetic analysis โดยใช้โปรแกรม MEGA 6.0 พบว่า เชื้อไรโซเบียมถั่วเขียวสายพันธุ์ DASA 02002 02008 และ 02009 จัดอยู่ในกลุ่มของ *Bradyrhizobium japonicum* โดยมีค่า Bootstrap 85% จึงสรุปได้ว่าชนิดของเชื้อไรโซเบียมอ้างอิงสำหรับถั่วเขียวสายพันธุ์ DASA 02002 02008 และ 02009 คือ *B. japonicum* ส่วนเชื้อไรโซเบียมถั่วลิสงสายพันธุ์ DASA 03069 และ 03071 จัดอยู่ในกลุ่มของ *B. yuanmingense* โดยมีค่า Bootstrap 87% ในขณะที่สายพันธุ์ DASA 03018 จัดอยู่ในกลุ่มของ *B. liaoningense* โดยมีค่า Bootstrap 87% จึงทำการยืนยันการจำแนกชนิดด้วย phylogenetic analysis พบว่า *B. yuanmingense* และ *B. liaoningense* มีวิวัฒนาการที่มีความใกล้เคียงกันมาก จึงจัดอยู่ในกลุ่ม (clade) เดียวกัน โดยมีค่า Bootstrap 100% จึงสรุปได้ว่า ชนิดของเชื้อไรโซเบียมถั่วลิสงสายพันธุ์ DASA 03069 และ 03071 คือ *B. yuanmingense* และสายพันธุ์ DASA 03018 คือ *B. liaoningense* ในขณะที่เชื้อไรโซเบียมถั่วเหลืองสายพันธุ์ DASA 01001, DASA 01014 และ DASA 01023 จัดอยู่ในกลุ่มของ *B. japonicum* ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไพรเมอร์ fD1 และ rP2 สามารถใช้ในการจัดจำแนกเชื้อไรโซเบียมสำหรับถั่วเขียว ถั่วลิสง และถั่วเหลืองในระดับชนิด (species) ได้

1.2. โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร ประกอบด้วย การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์วัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร สารออกฤทธิ์

กลุ่มสารกำจัดแมลง จำนวน 48 วิธี สารกำจัดวัชพืช จำนวน 10 วิธี สารป้องกันกำจัดโรคพืช จำนวน 12 วิธี และ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช จำนวน 4 วิธี

- 1.2.1. สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ปี 2559: บูโพรเฟซิน (buprofezin), ไพริดาเบน (pyridaben), เบตา-ไซฟลูทริน (beta-cyfluthrin) และอีทิโพรล (ethiprole) ปี 2560: อิมิดาโคลพริด (imidacloprid), อะซิแทมิพริด (acetamiprid) และไซเพอร์เมทริน + โพรฟีโนฟอส (cypermethrin+profenofos) ปี 2561: ฟีนอบูคาร์บ (fenobucarb), เฟนิโตรไทออน (fenitrothion) และลูเฟนนูรอน+โพรฟีโนฟอส (lufenuron+profenofos)
- 1.2.2. สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดวัชพืช ปี 2559: ไดยูรอน (diuron) และไซฮาโลฟอป-บิวทิล (cyhalofop-butyl) ปี 2560: ออกซาไดอะซอน (oxadiazon) และเมทริบูซิน (metribuzin) ปี 2561: บิสไพริแบค-โซเดียม (bispiribac-sodium) และพาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)
- 1.2.3. สารป้องกันกำจัดโรคพืช ปี 2559: คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และโทลโคลฟอส-เมทิล (tolclofos-methyl) ปี 2560: อะซอกซิสโตรบิน (azoxystrobin) และเบนอิมิล (benomyl) ปี 2561: เทบูโคนาโซล (tebuconazole) และไทโอฟานาต-เมทิล (thiophanate-methyl)
- 1.2.4. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ปี 2559: กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช: คลอโรทาลอนิล (chlorothalonil) และคาร์เบนดาซิม (carbendazim) ปี 2560: กลุ่มสารกำจัดแมลง : คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561: กลุ่มสารกำจัดแมลง: แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) และกลุ่มสารกำจัดวัชพืช: พาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)
- 1.2.5. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ปี 2559: กลุ่มสารกำจัดแมลง : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560: กลุ่มสารกำจัดวัชพืช : อะซิโทคลอร์ (acetochlor) และอะมีทริน (ametryn)
- 1.2.6. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ปี 2559: กลุ่มสารกำจัดวัชพืช: ไกลโฟเซต (glyphosate) และกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช: คาร์เบนดาซิม (carbendazim) ปี 2560: กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไตรอะโซฟอส (triazophos) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561: กลุ่มสารกำจัดแมลง: ไดเมโทเอต (dimethoate) และโพรฟีโนฟอส (profenofos)
- 1.2.7. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ปี 2559: กลุ่มสารกำจัดแมลง: แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin), เดลตามาทริน (deltamethrin), คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2560: กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไตรอะโซฟอส (triazophos), ไดเมโทเอต (dimethoate), ไดอะซินอน (diazinon) และกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช: เบนอิมิล (benomyl) ปี 2561: กลุ่มสารกำจัดแมลง : พิริมิฟอส-เมทิล (pirimiphos-

methyl), อีไทออน (ethion) กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช : คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และ กลุ่มสารกำจัดวัชพืช: ไกลโฟเซต (glyphosate)

- 1.2.8. สารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคกลาง ปี 2559: คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560: คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan)
- 1.2.9. สารกำจัดแมลง ของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออก ปี 2559: คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560: คาร์บาริล (carbaryl) และเดลตาเมทริน (deltamethrin)
- 1.2.10. สารกำจัดแมลง ของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ปี 2559: อีไทออน (ethion) และโพรฟีโนฟอส (profenofos) ปี 2560: ไตรอะโซฟอส (triazophos) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561: เดลตาเมทริน (deltamethrin) และคาร์บาริล (carbaryl)
- 1.2.11. สารกำจัดแมลงของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ปี 2559: คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560: คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) และคาร์บาริล (carbaryl)
- 1.2.12. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ปี 2559: เมพิควอตคลอไรด์ (mepiquat chloride) และ 6-เบนซิลอะมิโนพิวรีน (6-benzylaminopurine) ปี 2560: บูทราลิน (butralin) และไตรเนกซาแพกเอทิล (trinexapac-ethyl)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

- 1.2.1. สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ปี 2559: บุปโรเฟซิน (buprofezin), ไพริดาเบน (pyridaben), เบตา-ไซฟลูทริน (beta-cyfluthrin) และอีทิโพรล (ethiprole) ปี 2560: อิมิดาโคลพริด (imidacloprid), อะซิแทมิพริด (acetamiprid) และไซเพอร์เมทริน + โพรฟีโนฟอส (cypermethrin+profenofos) ปี 2561: ฟีนอบูคาร์บ (fenobucarb), เฟนิโตรไทออน (fenitrothion) และลูเฟนนูรอน+โพรฟีโนฟอส (lufenuron+profenofos) ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ บุปโรเฟซิน (buprofezin), ไพริดาเบน (pyridaben), เบตา-ไซฟลูทริน (beta-cyfluthrin) และอีทิโพรล (ethiprole) ได้ผลดังนี้ ผลการตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ผลการศึกษาพบว่า ช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.2-1.8 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับ buprofezin, pyridaben, beta-cyfluthrin และช่วงความเข้มข้น 0.02-0.18 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับ ethiprole ได้ค่า correlation coefficient (r) ≥ 0.995 อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$ ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) โดยหาค่า %Recovery ความเข้มข้นสารละลายมาตรฐาน ที่เติมลงในสารละลายตัวอย่างมี 3 ระดับความเข้มข้นๆละ 10 ซ้ำ %Recovery ของ buprofezin และ pyridaben ช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 98-102 และ %Recovery ของ beta-cyfluthrin และ ethiprole ช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 97-103 แบบ Repeatability และ Within laboratory reproducibility ความเข้มข้นที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (สำหรับ buprofezin, pyridaben และ beta-

cyfluthrin) และความเข้มข้นที่ระดับ 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (สำหรับ ethiprole) การตรวจสอบ Robustness (เปลี่ยนอุณหภูมิ/อัตราการไหล) และตรวจสอบ Ruggedness (เปลี่ยนเครื่อง/คอลัมน์) ความเข้มข้นที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (สำหรับ buprofezin, pyridaben และ beta-cyfluthrin) และความเข้มข้นที่ระดับ 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (สำหรับ ethiprole) ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) buprofezin เท่ากับ ± 0.2 , pyridaben เท่ากับ ± 1.2 , beta-cyfluthrin เท่ากับ ± 0.04 และ ethiprole เท่ากับ ± 0.13

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ imidacloprid, acetamiprid และ cypermethrin + profenofos ดังนี้ ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ผลการศึกษาพบว่า ช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.01-0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (imidacloprid) ความเข้มข้น 0.01-0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (acetamiprid) ความเข้มข้น 0.05-0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (cypermethrin) ความเข้มข้น 0.1-2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (profenofos) ได้ค่า Correlation coefficient (r) ≥ 0.995 ตรวจสอบช่วงของการใช้งาน (Working range) ผลการศึกษา พบว่า ช่วงของการใช้งาน Working range ความเข้มข้น 0.06-0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (imidacloprid) ความเข้มข้น 0.06-0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (acetamiprid) ความเข้มข้น 0.06-0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (cypermethrin) และ 0.6-1.6 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (profenofos) ได้ค่า Correlation coefficient (r) = 0.99995, 0.99994, 0.99965 และ 0.99962 ตามลำดับ ได้ค่า Correlation coefficient (r) ≥ 0.995 อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ imidacloprid, acetamiprid และ cypermethrin + profenofos ผลการตรวจสอบ Accuracy พบว่า %Recovery อยู่ในเกณฑ์ ซึ่ง cypermethrin ช่วงการยอมรับ 97-103 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 1% ของ AOAC imidacloprid, acetamiprid และ profenofos ช่วงการยอมรับ 98-102 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC ผลการตรวจสอบ precision เกณฑ์ยอมรับค่า HORRAT มีรายละเอียดดังนี้ AOAC, EU และ Codex ยอมรับค่า HORRAT ต้องไม่เกิน 2 ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ imidacloprid, acetamiprid และ cypermethrin + profenofos ให้ผลการทดสอบของค่า HORRAT อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยทำการตรวจสอบ Robustness (เปลี่ยนอัตราการไหล/อุณหภูมิ) และตรวจสอบ Ruggedness (เปลี่ยนคอลัมน์/อุณหภูมิ) ประเมินด้วย HORRAT โดย HORRAT ต้องมีค่าไม่เกิน 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC, EU และ Codex ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) Imidacloprid เท่ากับ 0.34, acetamiprid เท่ากับ 0.21 cypermethrin เท่ากับ 0.04 และ profenofos เท่ากับ 0.40

ปี 2561: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ fenobucarb, fenitrothion lufenuron+profenofos ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ผลการศึกษาพบว่า ช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.06-0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (fenobucarb) ความเข้มข้น 0.60-1.60 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (fenitrothion) ความเข้มข้น 0.06-0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (lufenuron) ความเข้มข้น 0.06-0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (profenofos) ได้ค่า correlation coefficient (r) =

0.99932, 0.99993, 0.99944 และ 0.99992 ตามลำดับ ได้ค่า correlation coefficient (r) ≥ 0.995 อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐาน และสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ fenobucarb, fenitrothion lufenuron+profenofos ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) โดยหาค่า %Recovery พบว่า %Recovery ของ fenobucarb, fenitrothion และ profenofos อยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 98-102 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC และ %Recovery ของ lufenuron อยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 97-103 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 1% ของ AOAC ตรวจสอบความเที่ยง (Precision) สำหรับ Repeatability ความเข้มข้นที่ระดับ 0.125, 0.250 และ 0.375 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (สำหรับ fenobucarb, lufenuron และ profenofos) และความเข้มข้นที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (สำหรับ fenitrothion) ผลการทดสอบ พบว่า มีค่า HORRAT ≤ 2 อยู่ในเกณฑ์การยอมรับตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ fenobucarb, fenitrothion และ lufenuron+profenofos ให้ผลการทดสอบ Precision อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ สำหรับ Within laboratory reproducibility ได้ผลการทดสอบเช่นเดียวกับ Repeatability ตรวจสอบความเที่ยง Robustness/Ruggedness ความเข้มข้นที่ระดับ 0.125, 0.250 และ 0.375 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (สำหรับ fenobucarb, lufenuron และ profenofos) และความเข้มข้นที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร (สำหรับ fenitrothion) ผลการทดสอบ พบว่า มีค่า HORRAT ≤ 2 อยู่ในเกณฑ์การยอมรับตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC ดังนั้นวิธีวิเคราะห์ fenobucarb, fenitrothion และ lufenuron+profenofos ให้ผลการทดสอบ Precision อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) fenobucarb เท่ากับ 0.94, fenitrothion เท่ากับ 1.18 และ lufenuron เท่ากับ 0.09 profenofos เท่ากับ 1.17

- 1.2.2. สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดวัชพืช ปี 2559: ไดยูรอน (diuron) และไซฮาโลฟอป-บิวทิล (cyhalofop-butyl) ปี 2560: ออกซาไดอะซอน (oxadiazon) และเมทริบูซิน (metribuzin) ปี 2561: บิสไพริแบก-โซเดียม (bispiribac-sodium) และพาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)

ปี 2559: การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ diuron และ cyhalofop-butyl ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity)/ ช่วงของการวัด (Working range) พบว่าช่วงของการวัดและช่วงความเป็นเส้นตรง ของ diuron อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.03-0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร และ cyhalofop-butyl อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.1-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99999 และ 0.99951 ตามลำดับ เกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ diuron และ cyhalofop-butyl ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) โดยหาค่า %Recovery พบว่า %Recovery ของ diuron และ cyhalofop-butyl อยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 98 - 102 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ diuron ที่ระดับความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ประเมินแบบ Repeatability พบว่า ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.452, 1.578 และ 0.651 ตามลำดับ ประเมินแบบ Within laboratory reproducibility ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.487, 1.530 และ 1.006 ตามลำดับ สำหรับสารออกฤทธิ์ cyhalofop-butyl ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.30, 0.50 และ 0.90 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวนอย่างละ 10 ซ้ำ พบว่า ประเมินแบบ Repeatability ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.353, 0.250 และ 0.210 ตามลำดับ ประเมินแบบ Within laboratory reproducibility ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.419, 0.353 และ 0.261 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับตามมาตรฐาน AOAC ต้องมีค่า HORRAT ≤ 2 ตรวจสอบ Robustness/Ruggedness ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ diuron 80% WP โดยทำการเปลี่ยนเครื่อง HPLC (ตรวจสอบ Robustness) และเปลี่ยนอัตราการไหล (Flow rate) ในการทดสอบ (ตรวจสอบ Ruggedness) สำหรับ cyhalofop-butyl 10% W/V EC โดยทำการเปลี่ยนเครื่อง GC (ตรวจสอบ Robustness) และเปลี่ยนอัตราการไหล (Flow rate) ในการทดสอบ (ตรวจสอบ Ruggedness) ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวนอย่างละ 10 ซ้ำ พบว่า ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.344, 1.367 และ 1.588 ตามลำดับ สำหรับสารออกฤทธิ์ cyhalofop-butyl 10% W/V EC ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.30, 0.50 และ 0.90 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวนอย่างละ 10 ซ้ำ พบว่า ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.708, 0.585 และ 0.391 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับตามมาตรฐาน AOAC ต้องมีค่า HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) diuron เท่ากับ ± 0.806 และ cyhalofop-butyl เท่ากับ ± 0.961

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ oxadiazon และ metribuzin ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) โดยตรวจสอบช่วงของการวัด (Working range) และ ช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) พบว่าช่วงของการวัด และช่วงความเป็นเส้นตรง oxadiazon และ metribuzin อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า correlation coefficient (r) = 0.9998 และ 0.9999 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับตามมาตรฐาน AOAC ต้องมีค่า $r \geq 0.995$

ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและ สารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ oxadiazon และ metribuzin ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ค่า %Recovery ของ oxadiazon เท่ากับ 99.778, 99.058 และ 99.534 ตามลำดับ และ % Recovery ของ metribuzin เท่ากับ 99.829, 101.260 และ 98.528 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 98 - 102 % ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ตาม AOAC ตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ประเมินแบบ Repeatability และ Within laboratory reproducibility ความเข้มข้นที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร การตรวจสอบ Robustness มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่างในวิธีวิเคราะห์โดยการเปลี่ยนอุณหภูมิ oven ในการทดสอบ พบว่า oxadiazon ความเข้มข้นที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ประเมินด้วย HORRAT ได้ค่าเป็น 0.24, 0.15, 0.07 ตามลำดับ และ metribuzin ประเมินด้วย HORRAT ได้ค่าเป็น 0.29, 0.37 และ 0.38 ตามลำดับ การตรวจ Ruggedness มีการเปลี่ยนแปลงตัวแปรบางอย่างในวิธีวิเคราะห์โดยการเปลี่ยนเครื่อง GC-FID ความเข้มข้นที่ระดับ 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า oxadiazon ได้ประเมินด้วย HORRAT ได้ค่าเป็น 0.24, 0.16 และ 0.11 ตามลำดับ และ metribuzin ประเมินด้วย HORRAT ได้ค่าเป็น 0.28, 0.30 และ 0.34 ตามลำดับ โดย HORRAT ≤ 2 ตามเกณฑ์พิจารณาของ AOAC ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) oxadiazon เท่ากับ ± 0.54 และ metribuzin เท่ากับ ± 0.70

ปี 2561: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ bispyribac-sodium และ paraquat dichloride ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค ว า ม เป็นเส้นตรงของ bispyribac-sodium ทำการศึกษาในช่วง 0.010-1.000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99982 การตรวจสอบความเป็นเส้นตรงของ paraquat dichloride ทำทดสอบในช่วง 0.010-0.500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99997 รวมถึงการตรวจสอบหาช่วงของการวัด bispyribac-sodium ทำทดสอบในช่วง 0.025-0.750 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99983 และ paraquat dichloride ทำทดสอบในช่วง 0.025-0.500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99996 ซึ่งจากผลการทดสอบดังกล่าว ผ่านเกณฑ์ยอมรับตามมาตรฐาน AOAC ต้องมีค่า $r \geq 0.995$ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ bispyribac-sodium และ paraquat dichloride ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) % Recovery ของการวิเคราะห์ bispyribac-sodium ความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบและครอบคลุมช่วงใช้งานในคือ 0.125, 0.250 และ 0.375 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร อยู่ใน ช่วง 100.3-101.4 ซึ่ง%Recovery อยู่ใน ช่วง 98-102 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ตาม AOAC และ %Recovery ของการวิเคราะห์ paraquat dichloride ความเข้มข้นที่ใช้ในการวิเคราะห์และครอบคลุมช่วงใช้งานในคือ 0.125, 0.250 และ 0.375 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 101.7, 100.5 และ 100.3 ตามลำดับ % Recovery อยู่ใน ช่วง 98-102 ตามเกณฑ์พิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC ตรวจสอบความเที่ยง (Precision) แบบ Repeatability ของวิธีวิเคราะห์ bispyribac-sodium ที่ความเข้มข้น 0.125, 0.250 และ 0.375 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.321, 0.334 และ 0.236

ตามลำดับ สำหรับการทดสอบความเที่ยงแบบ Within laboratory reproducibility ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.654, 0.333 และ 0.259 สำหรับ paraquat dichloride ที่ความเข้มข้น 0.125, 0.250 และ 0.375 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.659, 0.520 และ 0.237 ตามลำดับ สำหรับการทดสอบความเที่ยงแบบ Within laboratory reproducibility ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.796, 0.469 และ 0.293 เกณฑ์ยอมรับ HORRAT ≤ 2 ของ AOAC ตรวจสอบ Robustness/Ruggedness สำหรับการตรวจสอบความคงทนของวิธีแบบ Robustness ในการวิเคราะห์ bispyribac-sodium ตามวิธีวิเคราะห์โดยเปลี่ยนปัจจัยในการวิเคราะห์ 3 ปัจจัยคือ เปลี่ยนความเข้มข้นของเฟสเคลื่อนที่เป็นกรดฟอสฟอริก 0.2% ผสม acetonitrile ในอัตราส่วน 50: 50 เปลี่ยนรุ่นของคอลัมน์เป็น C8 ขนาด 30 x 4.6 มิลลิเมตร ขนาดอนุภาค 2.7 ไมโครเมตร และเปลี่ยนอุณหภูมิของคอลัมน์เป็น 35 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบได้ค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.179-0.364 ซึ่งผลการทดสอบผ่านเกณฑ์การยอมรับตามเกณฑ์ AOAC ที่น้อยกว่า 2 และการทดสอบ Robustness ตามวิธีการวิเคราะห์ paraquat dichloride โดยเปลี่ยนเฟสเคลื่อนที่เป็น สารละลายผสมของ 1-heptane sulfonic acid sodium salt 0.01 M เติม Triethylamine 0.035 M ปรับ pH ด้วยกรดฟอสฟอริกเท่ากับ 3.5 ผสมกับ Acetonitrile ในอัตราส่วน 70 : 30 และเปลี่ยนอุณหภูมิของคอลัมน์เป็น 35 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบได้ค่า HORRAT อยู่ในระหว่าง 0.318-0.932 ซึ่งผลการทดสอบผ่านเกณฑ์การยอมรับตามเกณฑ์ AOAC ที่น้อยกว่า 2 ผลการทดสอบความทนของวิธีแบบ Ruggedness ตามวิธีวิเคราะห์ bispyribac-sodium ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนเครื่อง/รุ่นของ HPLC จากเดิม Agilent 1290 เป็น Agilent 1100 และเปลี่ยนผู้ทำการทดสอบ ได้ผลการทดสอบ ค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.596-0.819 การทดสอบ Ruggedness ของการวิเคราะห์ paraquat dichloride โดยตรวจสอบตามวิธีวิเคราะห์ paraquat dichloride ทำการทดสอบโดยเปลี่ยนเครื่อง/รุ่นของ HPLC จากเดิม Agilent 1290 เป็น Agilent 1100 และเปลี่ยนผู้ทำการทดสอบ ได้ผลการทดสอบค่า ค่า HORRAT อยู่ระหว่าง 0.874-0.969 ซึ่งผลการทดสอบผ่านเกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ตามเกณฑ์ AOAC ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) bispyribac-sodium เท่ากับ ± 0.14 และ paraquat dichloride เท่ากับ ± 0.78

- 1.2.3. สารป้องกันกำจัดโรคพืช ปี 2559: คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และโทลโคลฟอส-เมทิล (tolclofos-methyl) ปี 2560: อะซอกซีสโตรบิน (azoxystrobin) และเบนโนมิล (benomyl) ปี 2561: ทีบูโคนาโซล (tebuconazole) และ ไทโอฟาเนต-เมทิล (thiophanate-methyl)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ carbendazim และ tolclofos-methyl ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) การทดสอบ carbendazim อยู่ในช่วง 0.001-0.200 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99996 และ tolclofos-methyl อยู่ในช่วง 0.010-2.500 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99991 สำหรับ Working Range ของ carbendazim อยู่ในช่วง 0.050-0.150 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99998 และ tolclofos-methyl อยู่ในช่วง 0.50-1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99994 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและ สารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ carbendazim และ tolclofos-methyl ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) โดยหาค่า

%Recovery พบว่า %Recovery ของ carbendazim และ tolclofos-methyl อยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 98-102 ตามเกณฑ์ของ AOAC ตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ทำ Repeatability ของ carbendazim ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ tolclofos-methyl 0.50, 1.00 และ 1.40 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า HORRAT ≤ 2 ตรวจสอบ Robustness/Ruggedness สำหรับ carbendazim เป็นอัตราการไหลจาก 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที เป็น 0.8 มิลลิลิตรต่อนาที ในส่วน tolclofos-methyl เปลี่ยนอุณหภูมิ จาก 220 เป็น 230 องศาเซลเซียส carbendazim ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.66, 1.09 และ 1.10 สำหรับ tolclofos-methyl ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.35, 0.30 และ 0.41 เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) carbendazim เท่ากับ ± 0.54 และ tolclofos-methyl เท่ากับ ± 0.30

ปี 2560 : ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ azoxystrobin และ benomyl ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) การทดสอบ azoxystrobin อยู่ในช่วง 0.10-2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99985 และ benomyl อยู่ในช่วง 0.01-0.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99955 สำหรับ Working Range ของ azoxystrobin อยู่ในช่วง 0.25-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99949 และ benomyl อยู่ในช่วง 0.02-0.20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า correlation Coefficient (r) เท่ากับ 0.99835 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ azoxystrobin และ benomyl ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) โดยหาค่า %Recovery พบว่า %recovery ของ azoxystrobin และ benomyl อยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 98-102 ตามเกณฑ์ของ AOAC ตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ทำ Repeatability ของ azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0.50, 1.00 และ 1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ benomyl ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า HORRAT น้อยกว่า 2 ตรวจสอบ Robustness/Ruggedness Robustness ของ azoxystrobin ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.56, 0.30 และ 0.40 และ benomyl ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.51, 0.89 และ 0.42 Ruggedness ของ azoxystrobin ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.56, 0.30 และ 1.51 และ benomyl ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.51, 0.89 และ 0.42 เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์การยอมรับ AOAC : HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) azoxystrobin เท่ากับ ± 0.27 และ benomyl เท่ากับ ± 1.47

ปี 2561 : ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ tebuconazole และ thiophanate-methyl ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) การทดสอบ tebuconazole อยู่ในช่วง 0.4-1.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99985 และ thiophanate-methyl อยู่ในช่วง 0.12-0.28 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและ สารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ tebuconazole และ

thiophanate-methyl ตรวจสอบความถูกต้อง (Accuracy) โดยหาค่า %Recovery พบว่า %Recovery ของ tebuconazole และ thiophanate-methyl อยู่ในช่วงเกณฑ์การยอมรับที่ 98 - 102 % ตามเกณฑ์ของ AOAC ตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ทำ Repeatability ของ tebuconazole ที่ความเข้มข้น 0.50, 1.00 และ 1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ thiophanate-methyl ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า HORRAT น้อยกว่า 2 ตรวจสอบ Robustness/Ruggedness Robustness ของ tebuconazole ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.52, 0.34 และ 0.39 และ thiophanate-methyl ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.32, 0.36 และ 0.32 Ruggedness ของ tebuconazole ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.56, 0.35 และ 0.51 และ thiophanate-methyl ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.23, 0.24 และ 0.40 เกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่า HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) azoxystrobin เท่ากับ ± 0.52 และ benomyl เท่ากับ ± 1.01

- 1.2.4. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคเหนือตอนบน ปี 2559: กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช: คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil) และคาร์เบนดาซิม (carbendazim) ปี 2560: กลุ่มสารกำจัดแมลง: คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561: กลุ่มสารกำจัดแมลง: แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) และกลุ่มสารกำจัดวัชพืช: พาราควอต ไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ chlorothalonil และ carbendazim ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ในช่วงความเข้มข้น 0.1-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.3-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99998 (chlorothalonil) และ ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.1-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.3-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99998 (carbendazim) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและ สารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ chlorothalonil และ carbendazim ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ chlorothalonil และ carbendazim เท่ากับ 99.90, และ 99.97 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ chlorothalonil ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ carbendazim ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) chlorothalonil เท่ากับ ± 0.80 และ carbendazim เท่ากับ ± 0.50

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ สาร carbaryl และ carbosulfan ด้วยเทคนิค HPLC ใช้คอลัมน์ชนิด ODS ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ในช่วงความเข้มข้น 0.05-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.3-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99998 (carbaryl) และ ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.05-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.3-1.5

มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.997 (carbosulfan) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและ สารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ carbaryl และ carbosulfan ตรวจสอบ Precision, Robustness และ Ruggedness ของ carbaryl ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ carbosulfan ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่ง Robustness เปลี่ยนคอลัมน์จาก Hypersil ODS C18 เป็น Hypersil BDS C18 ค่า Ruggedness โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากผู้วิเคราะห์ 2 ราย ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT \leq 2 ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ carbaryl และ carbosulfan เท่ากับ 100.03 และ 100.03 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) carbaryl เท่ากับ ± 0.52 และ carbosulfan เท่ากับ ± 0.12

ปี 2561: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ lambda-cyhalothrin และ paraquat dichloride ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ lambda-cyhalothrin ตามสภาวะการวิเคราะห์พบเป็นเส้นตรงในช่วง 0.05-2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation correlation (r) เท่ากับ 0.99990 และ Working range ได้ช่วงของการใช้งานอยู่ในช่วง 0.3-1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation correlation (r) เท่ากับ 0.99994 ค่า Linearity ของ paraquat dichloride ตามสภาวะการวิเคราะห์พบเป็นเส้นตรงในช่วง 0.05-2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation correlation (r) เท่ากับ 0.99981 และ Working range ได้ช่วงของการใช้งานอยู่ในช่วง 0.3-1.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation correlation (r) เท่ากับ 0.99995 ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและ สารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ lambda-cyhalothrin และ paraquat dichloride ผลการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) ของสาร lambda-cyhalothrin และ paraquat dichloride ตรวจสอบค่า Precision และ Robustness/Ruggedness การทดสอบ Precision ของการวิเคราะห์ lambda-cyhalothrin โดยตรวจสอบจากค่า Repeatability ที่ 3 ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.7745, 0.9780 และ 1.0218 และ Intermediate Precision ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 1.1736, 1.1233 และ 0.9755 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์การยอมรับ AOAC : HORRAT \leq 2 การทดสอบ Robustness/Ruggedness ของการวิเคราะห์ lambda-cyhalothrin โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โดยมีการเปลี่ยนคอลัมน์ในการวิเคราะห์ ได้ค่า HORRAT ของ Column Ultra-1 เท่ากับ 0.6706 HORRAT ของ Column HP-5 เท่ากับ 0.5687 และ Ruggedness โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากผู้วิเคราะห์ 2 คน ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.5986 และ 0.6336 ผ่านเกณฑ์การยอมรับ AOAC: HORRAT \leq 2 การทดสอบ Precision ของการวิเคราะห์ paraquat dichloride โดยตรวจสอบจากค่า Repeatability ที่ 3 ระดับความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.4685, 0.4777 และ 0.4482 ผ่านเกณฑ์การยอมรับ Codex, EU: HORRAT \leq 2 การทดสอบ Robustness/Ruggedness ของการวิเคราะห์ paraquat dichloride โดยการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์โดยมีการเปลี่ยนคอลัมน์ในการวิเคราะห์ ได้ค่า HORRAT ของ Column Hypersil ODS C18 เท่ากับ 0.1361 เท่ากับ 0.6706 HORRAT ของ Column Hypersil BDS C18 เท่ากับ 0.1125 และ Ruggedness โดยการ

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากผู้วิเคราะห์ 2 คน ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.0920 และ 0.1430 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) lambda-cyhalothrin เท่ากับ ± 0.20 และ paraquat dichloride เท่ากับ ± 0.21

- 1.2.5. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง ปี 2559: กลุ่มสารกำจัดแมลง: คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560: กลุ่มสารกำจัดวัชพืช: อะซิโทคลอร์ (acetochlor) และอะมีทริน (ametryn)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.1-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.15-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 (chlorpyrifos) และ ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.15-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.15-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 (cypermethrin) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและ สารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ chlorpyrifos และ cypermethrin เท่ากับ 100.0 และ 100.0 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ chlorpyrifos ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.6, 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ cypermethrin ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.6, 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC: HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) chlorpyrifos และ cypermethrin เท่ากับ ± 1.24 และ ± 1.13 ตามลำดับ

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.1-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.15-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 (chlorpyrifos) และ ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.15-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.15-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 (cypermethrin) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและ สารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ chlorpyrifos และ cypermethrin เท่ากับ 100.0 และ 100.0 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ chlorpyrifos ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.6 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ cypermethrin ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.6 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC: HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) chlorpyrifos และ cypermethrin เท่ากับ ± 1.24 และ ± 1.13 ตามลำดับ

ปี 2561: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ acetochlor และ ametryn ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.1-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.15-1.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 (acetochlor) และ ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.1-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.15-1.25 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 1.00000 (ametryn) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ acetochlor และ ametryn ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ acetochlor และ ametryn เท่ากับ 100.0 และ 100.0 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ acetochlor ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.6, 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ ametryn ที่ความเข้มข้น 0.2, 0.6 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT \leq 2 ความไม่แน่นอนของ acetochlor และ ametryn เท่ากับ ± 0.33 และ ± 0.76 ตามลำดับ

- 1.2.6. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ปี 2559: กลุ่มสารกำจัดวัชพืช: ไกลโฟเซต (glyphosate) และกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช: คาร์เบนดาซิม (carbendazim) ปี 2560: กลุ่มสารกำจัดแมลง: ไตรอะโซฟอส (triazophos) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561: กลุ่มสารกำจัดแมลง: ไดเมโทเอต (dimethoate) และโพรฟิโนฟอส (profenofos)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ glyphosate และ carbendazim ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) สำหรับ glyphosate ช่วงการใช้งาน (Working range) มีช่วงความเป็นเส้นตรงครอบคลุมค่าความเข้มข้น 0.75-4.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ให้ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.75-2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation of determination (R^2) เท่ากับ 0.99936 สำหรับ carbendazim ช่วงการใช้งาน (Working range) มีช่วงความเป็นเส้นตรงครอบคลุมค่าความเข้มข้น 0.025-0.250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ให้ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.05-2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation of determination (R^2) เท่ากับ 0.99963 ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ glyphosate และ carbendazim การทดสอบค่า Accuracy ของ glyphosate พิจารณา % Recovery ได้ค่า % Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น เท่ากับ 99.77, 98.93 และ 101.45 ตามลำดับ สำหรับ carbendazim ได้ค่า %Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น เท่ากับ 100.86, 98.67 และ 98.94 ตามลำดับ โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วง 98-102 ตามเกณฑ์การพิจารณา สำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10 % ของ AOAC การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ glyphosate มีค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.41 และ มีค่า HORRAT ในรูปของ Reproducibility เท่ากับ 0.57 ตามลำดับ สำหรับ carbendazim มีค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.58 และ มีค่า HORRAT ในรูปของ Reproducibility ได้ค่า เท่า 0.15 (เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT

ของ AOAC ≤ 2) การตรวจสอบความทนของวิธี (Robustness/Ruggedness) ของ glyphosate โดยการปรับ
 ภาวะของเครื่องมือด้วยการเปลี่ยนความยาวคลื่นจาก 195 นาโนเมตร เป็น 198 นาโนเมตร ได้ค่า HORRAT
 เท่ากับ 0.50 ค่า Ruggedness ทดสอบโดยการเปลี่ยน Column จาก Column Waters Column
 WATWAT02770 IC-Pak Anion HC Column ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร, ความยาว 150 มิลลิเมตร,
 เป็น Column SUPELCO LC-SAX 58996 Column Number 181675 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.4 มิลลิเมตร,
 ความยาว 250 มิลลิเมตร, particle size 5 ไมโครเมตร ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.83 สำหรับ carbendazim ค่า
 Robustness โดยการปรับภาวะของเครื่องมือด้วยการเปลี่ยนความยาวคลื่นจาก 254 นาโนเมตร เป็น 257 นาโน
 เมตร ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.14 ค่า Ruggedness โดยการเปลี่ยน Column จาก Agilent Column
 ZORBAX Eclipse XDB-C18 Analytical ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.6 มิลลิเมตร, ความยาว 150 มิลลิเมตร
 particle size 5 ไมโครเมตร เป็น Agilent Column ZORBAX Eclipse plus C18 Rapid Resolution HT
 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.4 มิลลิเมตร, ความยาว 77 มิลลิเมตร, particle size 1.8 ไมโครเมตร ได้ค่า HORRAT
 เท่ากับ 0.07 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) glyphosate เท่ากับ ± 0.71 ,
 carbendazim เท่ากับ ± 0.72

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ triazophos และ
 carbosulfan ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity)/ ช่วงของการวัด (Working range) สำหรับ
 triazophos ตรวจสอบความเป็นเส้นตรง (Working range/Linearity) ของสาร triazophos ได้ค่า Working
 range เป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น
 0.25-2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation of determination (R^2) เท่ากับ 0.99986 (เกณฑ์ยอมรับ
 ที่ Correlation of determination (R^2) ≥ 0.995 (AOAC)) สำหรับ carbosulfan ผลการตรวจสอบความเป็น
 เส้นตรง (Working range/Linearity) ของสาร carbosulfan ได้ค่า Working range เป็นเส้นตรงในช่วงความ
 เข้มข้น 0.025-0.250 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ให้ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.05-0.20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร
 โดยมีค่า Correlation of determination (R^2) เท่ากับ 0.99985 (เกณฑ์ยอมรับที่ Correlation of
 determination (R^2) ≥ 0.995 (AOAC)) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank
 สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ triazophos และ carbosulfan การ
 ทดสอบหาค่า accuracy ของ triazophos พิจารณา %Recovery ได้ค่า %Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น
 เท่ากับ 101.10, 99.00 และ 98.01 สำหรับ carbosulfan ได้ค่า %Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น เท่ากับ
 99.14, 99.50 และ 101.53 โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วง 98-102 ตามเกณฑ์การพิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า
 10% ของ AOAC การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ triazophos มีค่า HORRAT ในรูปของ
 Repeatability เท่ากับ 0.17 และ มีค่า HORRAT ในรูปของ Reproducibility เท่ากับ 0.58 ตามลำดับ สำหรับ
 carbosulfan มีค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.66 และ มีค่า HORRAT ในรูปของ
 Reproducibility ได้ค่า เท่ากับ 0.48 (เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ของ AOAC ยอมรับที่ ≤ 2) การตรวจสอบ
 ความทนของวิธี (Robustness/Ruggedness) ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ triazophos ในรูปของ
 Robustness ทดสอบโดยการปรับสภาวะของเครื่อง GC โดยเปลี่ยนอุณหภูมิของ Oven (Oven Temperature)

จาก 240 องศาเซลเซียส เป็น 250 องศาเซลเซียส ค่า Ruggedness เปลี่ยนรุ่นเครื่องมือได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.63 และ 0.27 ตามลำดับ สำหรับ carbosulfan ผลตรวจสอบ Robustness ทดสอบโดยการปรับสภาวะของเครื่องมือ โดยเปลี่ยนอุณหภูมิของคอลัมน์ จาก 40 องศาเซลเซียส เป็น 25 องศาเซลเซียส ค่า Ruggedness เปลี่ยนคอลัมน์ชนิดเดียวกันอีกอันหนึ่ง ได้ค่าความทนของวิธี (Robustness /Ruggedness) วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ carbosulfan ในรูปของ Precision ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.43 และ 0.85 ตามลำดับ เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ของ AOAC ยอมรับที่ ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) triazophos เท่ากับ ± 0.60 , carbosulfan เท่ากับ ± 0.36

ปี 2561: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ dimethoate และ profenofos ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) สำหรับ dimethoate ตรวจสอบช่วงการใช้งาน (Working range) มีช่วงความเป็นเส้นตรงครอบคลุมค่าความเข้มข้น 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตรวจสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity) ให้ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.50-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation of determination (R^2) เท่ากับ 0.99939 สำหรับ profenofos ตรวจสอบช่วงการใช้งาน (Working range) มีช่วงความเป็นเส้นตรงครอบคลุมค่าความเข้มข้น 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตรวจสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity) ให้ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation of determination (R^2) เท่ากับ 0.99991 เกณฑ์ยอมรับที่ Correlation of determination (R^2) ≥ 0.995 (AOAC) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ dimethoate และ profenofos การทดสอบหาค่า Accuracy ของ dimethoate จากการทดสอบหาค่า Accuracy ที่ 3 ระดับ ความเข้มข้น %Recovery เท่ากับ 101.50, 99.40 และ 99.93 สำหรับ profenofos ที่ 3 ระดับ ความเข้มข้น % recovery เท่ากับ 100.51, 99.88 และ 99.49 โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วง 98-102 ตามเกณฑ์การพิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ dimethoate มีค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.42 และ มีค่า HORRAT ในรูปของ Reproducibility เท่ากับ 0.64 ตามลำดับ สำหรับ profenofos มีค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.35 และ มีค่า HORRAT ในรูปของ Reproducibility ได้ค่า เท่ากับ 0.47 (เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ของ AOAC ยอมรับที่ ≤ 2 การตรวจสอบความทนของวิธี (Robustness/Ruggedness) ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ dimethoate ในรูปของ Robustness ทดสอบโดยการปรับสภาวะของเครื่อง GC โดยเปลี่ยนอุณหภูมิของ Oven (Oven Temperature) จาก 240 องศาเซลเซียส เป็น 250 องศาเซลเซียส ค่า Ruggedness เปลี่ยนรุ่นเครื่องมือได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.49 และ 0.47 ตามลำดับ สำหรับ profenofos ผลตรวจสอบ Robustness ทดสอบโดยการปรับสภาวะของเครื่องมือ โดยเปลี่ยนอุณหภูมิของคอลัมน์ จาก 260 องศาเซลเซียส เป็น 250 องศาเซลเซียส ค่า Ruggedness เปลี่ยนรุ่นเครื่องมือ ได้ค่าความทนของวิธี (Robustness/Ruggedness) ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.49 และ 0.57 ตามลำดับ เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ของ AOAC ยอมรับที่ ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) dimethoate เท่ากับ ± 0.48 , profenofos เท่ากับ ± 0.54

- 1.2.7. สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ปี 2559: กลุ่มสารกำจัดแมลง: แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin), เดลตามาเทริน (deltamethrin), คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2560: กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไตรอะโซฟอส (triazophos), ไดเมโทเอต (dimethoate), ไดอะซินอน (diazinon) และกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช: เบนโนมิล (benomyl) ปี 2561: กลุ่มสารกำจัดแมลง: พิริมีฟอส-เมทิล (pirimiphos-methyl), อีไทออน (ethion) กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช: คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และกลุ่มสารกำจัดวัชพืช: ไกลโฟเซต (glyphosate)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ lambda-cyhalothrin, deltamethrin, carbaryl และ carbosulfan ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) lambda-cyhalothrin ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01-2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.997 ความเป็นเส้นตรง (linearity) ที่ความเข้มข้น 0.01-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.997 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) deltamethrin ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.10-2.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.998 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.10-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) carbaryl ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 ความเป็นเส้นตรง (linearity) ที่ความเข้มข้น 0.01-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) carbosulfan ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.01-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐาน และสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ lambda-cyhalothrin, deltamethrin, carbaryl และ carbosulfan การทดสอบหาค่า accuracy ของ lambda-cyhalothrin พิจารณา % Recovery ได้ค่า % Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.5, 1.0, 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 101.13, 100.51 และ 100.13 สำหรับ deltamethrin ได้ค่า % Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.03, 100.69 และ 100.90 สำหรับ carbaryl ได้ค่า % Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.3, 0.5 และ 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 101.53, 101.23 และ 101.04 สำหรับ carbosulfan ได้ค่า % Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.3, 0.5 และ 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.11, 100.73 และ 100.83 โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วง 98-102 ตามเกณฑ์การพิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ lambda-cyhalothrin มีค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.65, 0.37 และ 0.69 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.60 และ 0.53 สำหรับ deltamethrin ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.85, 1.23, 10.3 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 1.56 และ 0.76

สำหรับ carbaryl ได้ค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.45, 0.45 และ 0.35 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.41 และ 0.36 สำหรับ carbosulfan ได้ค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.17, 1.29 และ 0.55 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.67 และ 0.64 เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ของ AOAC ยอมรับที่ ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) lambda-cyhalothrin เท่ากับ ± 0.08 , deltamethrin เท่ากับ ± 0.11 , carbaryl เท่ากับ ± 2.58 , carbosulfan เท่ากับ ± 1.03

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ triazophos, dimethoate, diazinon และ benomyl ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) triazophos ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.10-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99505 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.01-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99927 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) dimethoate ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.1-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99600 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.01-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99793 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) diazinon ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99518 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.01-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99870 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) benomyl ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.10-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99729 ความเป็นเส้นตรง (linearity) ที่ความเข้มข้น 0.10-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99558 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐาน และสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ triazophos, dimethoate, diazinon และ benomyl การทดสอบหาค่า Accuracy ของ triazophos ได้ค่า %Recovery ที่ความเข้มข้น คือ 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 99.22 และ 98.84 สำหรับ dimethoate ได้ค่า %Recovery ที่ความเข้มข้น คือ 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.49 และ 99.69 สำหรับ diazinon ได้ค่า %Recovery ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.47 และ 99.85 สำหรับ benomyl ได้ค่า % Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.3 และ 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.24 และ 99.75 โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วง 98-102 ตามเกณฑ์การพิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ triazophos มีค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.16, 0.16 และ 0.31 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.20 และ 0.28 สำหรับ dimethoate ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.26, 0.69 และ 0.27 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.39 และ 0.17 สำหรับ diazinon ได้ค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.45, 0.32 และ 0.14 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.14 และ 0.47 สำหรับ benomyl ได้ค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.38, 0.15 และ 0.21 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.42 และ 0.78

เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ของ AOAC ยอมรับที่ ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) triazophos เท่ากับ ± 0.75 , dimethoate เท่ากับ ± 0.90 , diazinon เท่ากับ ± 1.01 , carbosulfan เท่ากับ ± 0.87

ปี 2561: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ pirimiphos-methyl, ethion, carbendazim และ glyphosate ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) pirimiphos-methyl ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.50-1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.05-2.01 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) ethion ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.03-0.99 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.03-1.99 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99983 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) carbendazim ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01-0.99 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.997 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.01-1.18 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.998 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) glyphosate ช่วงของการวัด (Working range) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01-0.99 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่าค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.998 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) ที่ความเข้มข้น 0.01-1.97 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999 (เกณฑ์มาตรฐาน AOAC > 0.995) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ pirimiphos-methyl, ethion, carbendazim และ glyphosate การทดสอบหาค่า accuracy ของ pirimiphos-methyl ได้ค่า %Recovery ที่ความเข้มข้น คือ 0.5 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 101.09 100.35 และ 100.35 ตามลำดับ สำหรับ ethion ได้ค่า %Recovery ที่ความเข้มข้น คือ 0.5 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 99.89, 99.45 และ 99.68 สำหรับ carbendazim ได้ค่า %Recovery ที่ความเข้มข้น 0.3 0.5 และ 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.90, 100.82 และ 99.64 สำหรับ glyphosate ได้ค่า %Recovery ที่ 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.3 และ 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.13, 100.26 และ 99.99 โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วง 98-102 ตามเกณฑ์การพิจารณาสำหรับสารที่มีปริมาณมากกว่า 10% ของ AOAC การตรวจสอบความเที่ยง (Precision) ของวิธีวิเคราะห์หาปริมาณ pirimiphos-methyl มีค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.32, 0.21 และ 0.33 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.20 และ 0.20 สำหรับ ethion ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.41, 0.28 และ 0.45 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.38 และ 0.42 สำหรับ carbendazim ได้ค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 0.19, 0.25 และ 0.31 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.62 และ 0.56 สำหรับ glyphosate ได้ค่า HORRAT ในรูปของ Repeatability เท่ากับ 1.75, 0.55 และ 1.21 ค่า Robustness/Ruggedness ได้ค่า HORRAT 0.38, 0.46, 0.56 และ 0.59 เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ของ

AOAC ยอมรับที่ ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) pirimiphos-methyl เท่ากับ ± 1.46 , ethion เท่ากับ ± 1.52 , carbendazim เท่ากับ ± 1.36 , glyphosate เท่ากับ ± 1.46

1.2.8. สารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคกลาง ปี 2559: คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560: คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.1-1.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.1-1.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99900 (chlorpyrifos) และ ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.1-1.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.1-1.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99800 (cypermethrin) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ chlorpyrifos เท่ากับ 99.45 และ cypermethrin เท่ากับ 100.04 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ที่ความเข้มข้น 0.3, 0.5, 0.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC: HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) chlorpyrifos เท่ากับ ± 1.04 และ cypermethrin เท่ากับ ± 1.35

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ carbaryl และ carbosulfan ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ carbaryl และ carbosulfan ในช่วงความเข้มข้น 0.01-0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.01-0.16 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99900 และ 0.99900 ตามลำดับ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ carbaryl และ carbosulfan ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ carbaryl เท่ากับ 99.8 และ carbosulfan เท่ากับ 100.7 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ carbaryl และ carbosulfan ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC: HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) carbaryl เท่ากับ ± 1.04 และ carbosulfan เท่ากับ ± 1.35

1.2.9. สารกำจัดแมลง ของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออก ปี 2559: คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560: คาร์บาริล (carbaryl) และเดลตาเมทริน (deltamethrin)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ในช่วงความเข้มข้น 0.25-2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.25-2.5 มิลลิกรัมต่อ

มิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99989 (chlorpyrifos) และ ค่า Linearity ในช่วง ความเข้มข้น 0.25-2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.25-2.5 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99909 (cypermethrin) ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมา รบกวน peak ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ chlorpyrifos เท่ากับ 100.4 และ cypermethrin เท่ากับ 101.1 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT \leq 2 ค่าความไม่แน่นอนของการ วัด (Measurement Uncertainty) chlorpyrifos เท่ากับ ± 1.05 และ cypermethrin เท่ากับ ± 1.02

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ carbaryl และ deltamethrin ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ carbaryl และ deltamethrin ในช่วงความเข้มข้น 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99750 สำหรับ deltamethrin ในช่วงความเข้มข้น 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99573 ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โคร มาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ carbaryl และ deltamethrin ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ carbaryl ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 101.6 สำหรับ deltamethrin ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อ มิลลิลิตร เท่ากับ 101.2 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision, Robustness และ Ruggedness ของ carbaryl ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.845, 0.731 และ 1.053 ค่า Robustness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.745, 0.883 และ 0.692 ค่า Ruggedness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.519, 0.840 และ 0.647 สำหรับ deltamethrin ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 1.207, 0.957 และ 0.893 ค่า Robustness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.905, 0.811 และ 0.708 ค่า Ruggedness ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.720, 0.529 และ 0.714 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC: HORRAT \leq 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) carbaryl เท่ากับ ± 0.96 และ deltamethrin เท่ากับ ± 0.42

- 1.2.10. สารกำจัดแมลง ของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ปี 2559: อีไธออน (ethion) และโปรเฟโน ฟอส (profenofos) ปี 2560: ไตรอะโซฟอส (triazophos) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) ปี 2561: เดลตาเมทริน (deltamethrin) และคาร์บาริล (carbaryl)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ethion และ profenofos ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ ethion และ profenofos ในช่วงความเข้มข้น 0.25-2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.25- 2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99980 และ 0.99967 ตามลำดับ

ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ ethion และ profenofos ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ ethion เท่ากับ 100.1 และ profenofos เท่ากับ 101.1 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ ethion ความเข้มข้น 0.4, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ profenofos ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT \leq 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) ethion เท่ากับ ± 0.96 และ profenofos เท่ากับ ± 0.90

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ triazophos และ carbosulfan ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ triazophos ในช่วงความเข้มข้น 0.25 – 2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99906 สำหรับ carbosulfan ในช่วงความเข้มข้น 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99573 ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ triazophos และ carbosulfan ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ triazophos เท่ากับ 99.5 และ carbosulfan เท่ากับ 99.0 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ triazophos ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับ carbosulfan ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT \leq 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) triazophos เท่ากับ ± 0.72 และ carbosulfan เท่ากับ ± 0.74

ปี 2561: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ deltamethrin และ carbaryl ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ deltamethrin ความเป็นเส้นตรงในช่วง 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99986 และ Working range ได้ช่วงของการใช้งานอยู่ในช่วง 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99990 ค่า Linearity ของ carbaryl ความเป็นเส้นตรงในช่วง 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99985 และ Working range ได้ช่วงของการใช้งานอยู่ในช่วง 0.25-2.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99980 ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ deltamethrin และ carbaryl ผลการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) ของสาร deltamethrin ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ค่า %Recovery เท่ากับ 100.4, 99.8, 98.2 สำหรับ carbaryl ที่ความเข้มข้น 0.4, 1.0 และ 1.2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ค่า %Recovery เท่ากับ 100.0, 100.8 และ 100.9 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision, Robustness และ Ruggedness ของ deltamethrin ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0 และ 1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.66, 0.82 และ 0.82 และ Interme diate precision ได้ค่า HORRAT เฉลี่ย เท่ากับ 0.69 ค่า Robustness จากการทดลอง

ในสภาวะการทดสอบเดียวกัน แต่เปลี่ยนอุณหภูมิของ Oven จาก 260 องศาเซลเซียส เป็น 265 องศาเซลเซียส พบว่าได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.19, 0.43 และ 0.32 ค่า Ruggedness เปรียบเทียบผู้ทดสอบ ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.36 และ 0.37 สำหรับ carbaryl ที่ความเข้มข้น 0.2, 1.0 และ 1.2 ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.09, 0.34 และ 0.22 และ Intermediate precision ได้ค่า HORRAT เฉลี่ย เท่ากับ 0.25 ค่า Robustness เปลี่ยนอัตราส่วน Mobile phase (ACN:H₂O) จาก 55:45 เป็น 50:50 พบว่าได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.11, 0.11 และ 0.13 ค่า Ruggedness เปรียบเทียบผู้ทดสอบ ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.08 และ 0.31 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) deltamethrin เท่ากับ ± 0.08 และ carbosulfan เท่ากับ ± 1.55

1.2.11. สารกำจัดแมลงของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ปี 2559: คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560: คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) และคาร์บาริล (carbaryl)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ในช่วงความเข้มข้น 0.25-2.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.25-1.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99990 และ 0.99990 ตามลำดับ ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐาน และสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ chlorpyrifos เท่ากับ 100.3 และ cypermethrin เท่ากับ 99.0 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ chlorpyrifos และ cypermethrin ความเข้มข้น 0.4, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT ≤ 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) chlorpyrifos เท่ากับ ± 0.29 และ cypermethrin เท่ากับ ± 0.33

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ carbosulfan และ carbaryl ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) /ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ carbosulfan และ carbaryl ในช่วงความเข้มข้น 0.10-1.80 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 0.20-1.40 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99998 ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ carbosulfan และ carbaryl ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ carbosulfan ความเข้มข้น 0.05, 0.1 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.90, 101.20 และ 101.26 ตามลำดับ และ %Recovery ของ carbaryl ความเข้มข้น 0.20, 0.60 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เท่ากับ 100.90, 101.20 และ 101.26 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision, Robustness และ Ruggedness ของ carbosulfan ค่า Precision แบบ Repeatability ที่ความเข้มข้น 0.05, 0.10 และ 0.15 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.313, 0.328 และ 0.230 และ แบบ Within laboratory

reproducibility ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.277, 0.221 และ 0.270 ค่า Robustness เปลี่ยนอัตราส่วน mobile phase จากเดิมอัตราส่วนของ methanol: water เท่ากับ 88: 12 เป็น methanol: water เท่ากับ 80: 20 ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.417, 0.407 และ 0.445 ค่า Ruggedness เปลี่ยนผู้ทดสอบ ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.237, 0.158 และ 0.555 สำหรับ carbaryl ที่ความเข้มข้น 0.20, 0.60 และ 1.00 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Precision แบบ Repeatability ได้ค่า HORRAT 0.404, 0.388 และ 0.352 ค่า Robustness เปลี่ยนอัตราส่วน mobile phase จากเดิมอัตราส่วนของ acetonitrile: water เท่ากับ 45: 55 เป็น acetonitrile: water เท่ากับ 55: 45 ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.302, 0.302 และ 0.243 ค่า Ruggedness เปลี่ยนผู้ทดสอบ ได้ค่า HORRAT เท่ากับ 0.118, 0.328 และ 0.225 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC: HORRAT \leq 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) carbosulfan เท่ากับ ± 0.73 และ carbaryl เท่ากับ ± 0.64

1.2.12. สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ปี 2559: เมพิควอตคลอไรด์ (mepiquat chloride) และ 6-เบนซิลอะมิโนพิวรีน (6-benzylaminopurine) ปี 2560: บูทราลิน (butralin) และ ไตรเนกซาแพกเอทิล (trinexapac-ethyl)

ปี 2559: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ mepiquat chloride และ 6-benzylaminopurine ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) / ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ mepiquat chloride ในช่วงความเข้มข้น 50-1000 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 100-600 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99981 สำหรับ 6-benzylaminopurine ในช่วงความเข้มข้น 1-100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 10-50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99960 ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ mepiquat chloride และ 6-benzylaminopurine ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ mepiquat chloride เท่ากับ 99.0 และ 6-benzylaminopurine เท่ากับ 99.7 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ mepiquat chloride และ 6-benzylaminopurine ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT \leq 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) mepiquat chloride เท่ากับ ± 0.150 และ 6-benzylaminopurine เท่ากับ ± 0.038

ปี 2560: ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ trinexapac ethyl และ butralin ตรวจสอบช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) / ช่วงของการวัด (Working range) ค่า Linearity ของ butralin ในช่วงความเข้มข้น 25-500 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 25-250 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99995 สำหรับ trinexapac-ethyl ในช่วงความเข้มข้น 5-100 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Working range ช่วงความเข้มข้น 5-50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99998 ตรวจสอบ Specificity/Selectivity พบว่า โครมาโทแกรมของ Blank สารมาตรฐานและสารตัวอย่าง ไม่มี peak อื่นใดมารบกวน peak ของ butralin และ trinexapac-ethyl ตรวจสอบ Accuracy ได้ค่าเฉลี่ย %Recovery ของ butralin เท่ากับ 100.2 และ trinexapac-ethyl เท่ากับ 100.2 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC ตรวจสอบ Precision Robustness Ruggedness ของ butralin และ trinexapac-ethyl

ได้ค่า HORRAT ผ่านเกณฑ์ยอมรับ AOAC : HORRAT \leq 2 ค่าความไม่แน่นอนของการวัด (Measurement Uncertainty) butralin เท่ากับ ± 0.11 และ trinexapac-ethyl เท่ากับ ± 0.41

1.3. โครงการที่ 3 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช
ประกอบด้วย การพัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 24 วิธี ไม่น้อยกว่า 100 ชนิดสาร ดังนี้

- 1.3.1. สารพิษตกค้าง พาราควอต (paraquat) ในดินและน้ำ
- 1.3.2. สารพิษตกค้าง ไกลโฟเสต (glyphosate) กรดอะมิโนเมทิลฟอสโฟนิค (aminomethyl phosphonic acid) และ กลูโฟซิเนต (glufosinate) ในน้ำ
- 1.3.3. สารพิษตกค้าง สไปโรเมซิเฟน (spiromesifen) และอนุพันธ์ ในพืชตระกูลมะเขือ
- 1.3.4. สารพิษตกค้าง ไกลโฟเสต (glyphosate) และ กลูโฟซิเนต (glufosinate) ในพืชตระกูล
- 1.3.5. สารพิษตกค้าง เมทอกซีฟีโนไซด์ (methoxyfenozide) ทีบูฟีโนไซด์ (tebufenozide) และโครมาฟีโนไซด์ (chromafenozide) ในผัก ที่มีน้ำและคลอโรฟิลสูง
- 1.3.6. สารพิษตกค้างของสารโพลนิคามิด (flonicamid) และ สารอนุพันธ์ ในพืชตระกูลแตง ด้วยเทคนิค ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS)
- 1.3.7. สารพิษตกค้าง 2,4- ดี (2,4- D) และ เอ็มซีพีเอ (MCPA) ในธัญพืช
- 1.3.8. สารพิษตกค้าง อะมิทราซ (amitraz) และ อนุพันธ์ ในพริก
- 1.3.9. สารพิษตกค้างกลุ่ม triazole ในดิน
- 1.3.10. สารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลงกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย (benzoylurea) ในหน่อไม้ฝรั่ง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS
- 1.3.11. สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืช บิสไพริแบค-โซเดียม (bispyribac- sodium) อิมาซาพิก (imazapic) เพนดิเมทาลิน (pendimethalin) และ เฮกซะซีโนน (hexazinone) ในธัญพืช
- 1.3.12. สารพิษตกค้างของ Chiral Pesticides 6 ชนิด ในมะม่วง โดยใช้คอลัมน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)
- 1.3.13. สารพิษตกค้างกลุ่มโทลเฟนไพเรต (tolfenpyrad) และ ทีบูเฟนไพเรต (tebufenpyrad) ในมะเขือเทศ โดยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)
- 1.3.14. สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ โดยใช้ แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry /Mass Spectrometry)
- 1.3.15. สารพิษตกค้างของสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และ ไตรอะซีน (Triazine) ในเนื้อปลา

- 1.3.16. สารพิษตกค้างของ ออกซีฟลูอออร์เฟน(oxyfluorfen) ไพริดาเบน (pyridaben) ไดฟิโนโคนาโซล (difenoconazole) คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) แลมด้า-ไซฮาโลทริน (L-cyhalothrin) คลอร์ฟิเนาเพอร์ (chlorfenapyr) เบต้า-ไซฮาโลทริน (beta-cyfluthrin) และ เฟนโพรพาทริน (fenpropathrin) ในกลุ่มพืชที่มีปริมาณน้ำสูง (High water content) และกลุ่มพืชที่มีปริมาณความเป็นกรดและน้ำสูง (High acid and high water content)
- 1.3.17. สารพิษตกค้าง ใน มะเขือเทศ ส้ม และ คენัว ด้วยวิธี ethyl acetate method โดยใช้การวัดด้วย แก๊สโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (Gas Chromatography with Tandem Mass Spectrometric Detection)
- 1.3.18. สารสกัดจากพืช (Matrix effect) สำหรับการตรวจวิเคราะห์ สาร 129 ชนิด ในผัก ผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERS และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography- Tandem Mass Spectrometry)
- 1.3.19. สารพิษตกค้างกลุ่ม คาร์บาเมต (carbamate) อย่างรวดเร็วในพริกโดยใช้วิธีวัดสี
- 1.3.20. สารสกัดจากพืชตัวแทน (Representative Matrix) เพื่อการหาปริมาณสารพิษ ตกค้างในการตรวจวิเคราะห์แบบรวม ในผักและผลไม้ ด้วยเครื่อง แก๊สโครมาโทกราฟี
- 1.3.21. สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ในดินโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี
- 1.3.22. สารพิษตกค้างกลุ่ม ไอโซพรคาร์บ (isoprocarb) ไอโพรวาลิคาร์บ (iprovalicarb) และ ไทโอเบนคาร์บ (thiobecarb) ในธัญพืชด้วยเทคนิค ลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS)
- 1.3.23. สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERS ของสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ใน กระเทียม หอมแดง และใบชา (แห้ง)
- 1.3.24. สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERS ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) ในลำไย ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1
- 1.3.25. การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (organochlorine) และไพรีทรอยด์ (pyrethroid) ในดิน ด้วยวิธีการ QuEChERS โดยใช้แก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรีของห้องปฏิบัติการ สวพ.2
- 1.3.26. สารพิษตกค้างออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ใน มะม่วง ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 8
- 1.3.27. สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4
- 1.3.28. สารพิษตกค้าง ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในมะม่วงของห้องปฏิบัติการ สวพ. 7

- 1.3.29. สารพิษตกค้างโดยวิธี QuEChERS ในตัวอย่างผักกลุ่ม High water and chlorophyll content ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4
- 1.3.30. สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ในพริกโดยใช้เครื่อง LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 3
- 1.3.31. สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ด้วยวิธีการ QuEChERS ในพืชที่มีปริมาณน้ำและคลอโรฟิลสูงโดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 2
- 1.3.32. สารพิษตกค้างออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในมะม่วง ลำไย ทูเรียน และมังคุด ด้วยวิธีการ QuEChERS และเทคนิค โครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรีของห้องปฏิบัติการ สวพ. 6
- 1.3.33. สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และคาร์บาเมต (Carbamate) ในมะเขือ ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 5
- 1.3.34. สารพิษตกค้าง คาร์เบนดาซิม (carbendazim) ในลำไยและพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1
- 1.3.35. สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERS ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1
- 1.3.36. สารพิษตกค้างด้วยวิธี QuEChERS ในตัวอย่างผลไม้กลุ่ม High water and low or no chlorophyll content ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4
- 1.3.37. สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในชมพูและถั่วฝักยาว ของห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1.3.1. สารพิษตกค้าง พาราควอต (paraquat) ในดินและน้ำ
 ผลการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์เพื่อให้ได้วิธีที่สามารถทำได้รวดเร็ว และมีความถูกต้อง โดยใช้เทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) สกัดตัวอย่างดินโดยใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้นและน้ำกลั่นปริมาตร 25 และ 75 มิลลิลิตร ตามลำดับ ต้มระเหยควบแน่นเพื่อสกัดตัวอย่างนาน 2 ชั่วโมง ดูดซับอนุภาคด้วย Cation exchange resin และกำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย solid phase extraction (SPE) cartridge กรองผ่าน syringe filter ชนิด PTFE ตรวจสอบวิเคราะห์ด้วย HPLC ตัวตรวจวัดชนิด Diode Array Detector (DAD) ที่ความยาวคลื่น 258 นาโนเมตร แยกสารด้วยคอลัมน์ชนิด reverse phase Ffp ใช้ 250 มิลลิเมตร ลาร์ ammonium formate (pH 3.7) และ acetonitrile อัตราส่วน 80:20 เป็นสารตัวพา ผลการทดสอบความเป็นเส้นตรงที่ระดับความเข้มข้น 0.02-2.70 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ได้ค่า Correlation coefficient เท่ากับ 0.9999 เมื่อนำไปทดสอบกับตัวอย่างดินต่างชนิดกัน (ดินทรายปนร่วน ดินร่วนปนทราย และดินร่วนเหนียวปน

ทราย) ค่าร้อยละการได้คืนกลับ (%Recovery) ระหว่าง 71-115 ทดสอบตัวอย่างน้ำโดยกำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย Si-OH SPE cartridge กรองผ่าน syringe filter ชนิด PTFE และทำการตรวจวัดด้วย HPLC-DAD เมื่อนำไปทดสอบกับตัวอย่างน้ำต่างชนิดกัน (น้ำกลั่น น้ำผิวดิน และน้ำประปา) ได้ค่า %Recovery ระหว่าง 97-109 ซึ่งค่า %Recovery ที่ได้ทั้งในตัวอย่างดินและน้ำพบว่าอยู่ในเกณฑ์การยอมรับและมีค่า Relative standard deviation (%RSD) น้อยกว่า 20% ผลการทดสอบช่วงของความเข้มข้นที่ทดสอบ (Range) และความเป็นเส้นตรง (Linearity) ในการทดสอบตัวอย่างดินอยู่ในช่วง 0.1-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) มากกว่า 0.998 ส่วนในการทดสอบตัวอย่างน้ำพบว่า range และ linearity อยู่ในช่วง 0.25-20 ไมโครกรัมต่อลิตร ได้ค่า Correlation Coefficient มากกว่า 0.996 ค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (Limit of Detection; LOD) และค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้อย่างถูกต้อง (Limit of Quantitation; LOQ) ของการทดสอบตัวอย่างดิน เท่ากับ 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนการทดสอบตัวอย่างน้ำ มีค่า LOD และ LOQ เท่ากับ 0.25 และ 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ความแม่นยำ (Accuracy) ของการทดสอบตัวอย่างดินโดยทดสอบที่ความเข้มข้น 0.1, 1 และ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่า %Recovery ระหว่าง 89-91 ส่วนการทดสอบน้ำ ทดสอบที่ความเข้มข้น 1, 10 และ 20 ไมโครกรัมต่อลิตร ได้ค่า %Recovery ระหว่าง 77-85 ความเที่ยง (Precision) พิจารณาจากค่า HORRAT ที่ได้จากการทดสอบ fortified sample ทั้งในตัวอย่างดินและน้ำ พบว่ามีค่าน้อยกว่า 2 ซึ่งผลการทดสอบที่ได้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับรวมทั้งมี Accuracy และ Precision

1.3.2. สารพิษตกค้าง ไกลโฟเสต (glyphosate) กรดอะมิโนเมทิลฟอสโฟนิก

(aminomethylphosphonic acid) และ กลูโฟซิเนต (glufosinate) ในน้ำ

ผลการพัฒนา และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างไกลโฟเสต (glyphosate) กรดอะมิโนเมทิลฟอสโฟนิก (Aminomethylphosphonic acid; AMPA) และกลูโฟซิเนต (glufosinate ammonium) ในน้ำ ใช้สาร 9-fluorenylmethyl methoxycarbonyl chloride (FMOC) ในสารละลายบอเรต บัฟเฟอร์ (Borate buffer) เพื่อเปลี่ยนรูปสารในการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatograph ที่ต่อกับตัวตรวจวัดชนิด Fluorescence Detector (FLD) การตรวจสอบความได้ของวิธีทดสอบ ที่ความเข้มข้นระหว่าง 0.04-9.0 ไมโครกรัม ต่อมิลลิลิตร ได้ค่าเปอร์เซ็นต์การกลับคืน (%Recovery) 78-105 ค่าขีดจำกัดการวิเคราะห์ (Limit of Detection; LOD) 0.05 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าขีดจำกัดการรายงานผล (Limit of Quantitation; LOQ) 0.15 ไมโครกรัมต่อลิตร ค่าเปอร์เซ็นต์การเบี่ยงเบน (%RSD) น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำไปใช้เป็นวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในตัวอย่างน้ำของห้องปฏิบัติการได้

1.3.3. สารพิษตกค้าง สไปโรมีซิเฟน (spiromesifen) และอนุพันธ์ ในพืชตระกูลมะเขือ

ผลการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างสไปโรมีซิเฟน (spiromesifen) และสารอนุพันธ์สไปโรมีซิเฟน-อินอล (spiromesifen-enol) ในตัวอย่างพืชตระกูลมะเขือ โดยใช้เทคนิค Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสม พบว่า spiromesifen และ spiromesifen-enol มีค่า retention time ที่ 6.81 นาที และ 3.96 นาที ให้ช่วงความเป็นเส้นตรงสำหรับการตรวจวิเคราะห์ที่ความเข้มข้น 0.005-0.50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่า $R^2 = 0.9998$ และ 0.9993 ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี ได้แก่ วิธี original QuEChERS วิธี EN QuEChERS และวิธีการสกัดด้วย ethyl acetate ผลจากการศึกษาพบว่าการสกัดด้วย ethyl acetate ให้ค่าร้อยละการได้กลับคืน (%Recovery) ที่ดีกว่าการสกัดด้วยวิธี QuEChERS ทั้ง 2 วิธี โดยให้ %Recovery เฉลี่ย สำหรับ spiromesifen และ spiromesifen-enol เท่ากับ 105 และ 87 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการสกัดด้วย ethyl acetate ในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ spiromesifen และ spiromesifen-enol ในตัวอย่างมะเขือเปราะ โดยศึกษาช่วงการใช้งาน/ความเป็นเส้นตรงของวิธีการวิเคราะห์ (Working range/linearity) สำหรับสารทั้งสองชนิด พบว่าอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.01-0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า $R^2 > 0.995$ และให้ขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD) และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (LOQ) เท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากการศึกษาความถูกต้อง (Accuracy) โดยประเมินจาก %Recovery ทำการสกัดสารที่ 3 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ พบว่าสาร spiromesifen และ spiromesifen-enol ให้ %Recovery เท่ากับ 73-102 และ 76-92 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ สำหรับการพิสูจน์ความเที่ยง (Precision) ประเมินจากค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) พบว่า อยู่ในช่วง 3-6 และ 2-7 ตามลำดับ โดยวิธีการดังกล่าวที่พัฒนาขึ้นนี้ พบว่าสามารถนำไปใช้วิเคราะห์สารพิษตกค้าง spiromesifen และสารอนุพันธ์ในพืชตระกูลมะเขือชนิดต่าง ๆ ได้

1.3.4. สารพิษตกค้าง ไกลโฟเซต (glyphosate) และ กลูโฟซิเนต (glufosinate) ในพืชตระกูลส้ม

ผลการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในส้ม โดยไกลโฟเซตใช้เทคนิค GC-MS/MS และกลูโฟซิเนต ใช้เทคนิค LC-MS/MS พบว่า วิธีที่ดัดแปลงวิธีสกัดตามวิธีของ Borjesson and Torstensson (2000) โดยสกัดด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกและ clean up ด้วย SPE ชนิด ion exchange resin ให้ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ โดยเมื่อทำการทดสอบความแม่นยำ พิจารณาร้อยละการได้กลับคืนเฉลี่ยของสารทั้งสองชนิดอยู่ในช่วงร้อยละ 86-100 และ 73-82 ค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของไกลโฟเซตและกลูโฟซิเนตพบอยู่ในช่วงร้อยละ 11-13 และ 3-14 สำหรับช่วงความเป็นเส้นตรงสำหรับไกลโฟเซตและกลูโฟซิเนตพบว่า ให้ช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.005-0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ 0.01-1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยให้ค่า ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มากกว่า 0.995 มีขีดจำกัดของการตรวจวัด (LOD) ไกลโฟเซตและกลูโฟซิเนตเท่ากับ 0.02 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (LOQ) ของไกลโฟเซตและกลูโฟซิเนตเท่ากับ 0.05 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งวิธีวิเคราะห์นี้สามารถใช้เป็นวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างในส้ม

1.3.5. สารพิษตกค้าง เมทอกซีฟิโนไซด์ (methoxyfenozide) ทีบูฟิโนไซด์ (tebufenozide) และโครมาฟิโนไซด์ (chromafenozide) ในผัก ที่มีน้ำและคลอโรฟิลล์สูง

ผลพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง methoxyfenozide, tebufenozide และchromafenozide ในผักที่มีน้ำและคลอโรฟิลล์สูง โดยเลือกค่น้ำเป็นตัวแทนพืชที่ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดตัวอย่างเพื่อหาวิธีที่เหมาะสม 2 วิธี ได้แก่ วิธี QuEChERS (EN15662, 2008) และ วิธี ethyl acetate (Pihlstrom *et al.*, 2007) โดยศึกษาที่ความเข้มข้นในตัวอย่าง 3 ระดับความเข้มข้นๆ ละ 5 ซ้ำ ดังนี้ methoxyfenozide ที่ 0.005-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, tebufenozide ที่ 0.01-1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ chromafenozide ที่ 0.01-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างโดยใช้เทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS) จากผลการศึกษาพบว่าวิธีการสกัดตัวอย่างด้วยวิธี QuEChERS ให้ค่าร้อยละการกลับคืน (%recovery) ดีกว่าการสกัดตัวอย่างด้วยวิธี ethyl acetate ซึ่งมี %recovery อยู่ในช่วง 50-123 และมี %RSD ในช่วง 1-24 จึงใช้วิธี QuEChERS มาตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ตาม parameter ต่างๆ ในตัวอย่างค่น้ำ พบว่ามีช่วงความเป็นเส้นตรงของวิธีวิเคราะห์ (Range/linearity) อยู่ที่ 0.005-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีความแม่นยำ (Accuracy) โดยประเมินจากร้อยละการกลับคืน (%Recovery) อยู่ในช่วง 93-104 มีความเที่ยง (Precision) โดยประเมินจาก %RSD มีค่าอยู่ในช่วง 2-9 วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง methoxyfenozide, tebufenozide และ chromafenozide ในผักที่มีน้ำและคลอโรฟิลล์สูง มีความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณได้ (LOQ) เท่ากับ 0.005, 0.01 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และมีความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ (LOD) เท่ากับ 0.001, 0.002 และ 0.003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

1.3.6. สารพิษตกค้างของสารฟโลนิคามิด (flonicamid) และ สารอนุพันธ์ ในพืชตระกูลแตง ด้วยเทคนิค ลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS)

ผลการพัฒนาวิธีวิเคราะห์หาสารตกค้างของสารฟโลนิคามิด (flonicamid) และสารอนุพันธ์ทั้งสองชนิดคือ TFNA และ TFNG ในพืชตระกูลแตง (แตงกวา แคนตาลูป และแตงโม) ซึ่งพัฒนาขั้นตอนการสกัดสารจากวิธี QuEChERS (EN15662) ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างด้วยเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี ใช้ acetonitrile ในสภาวะกรด (กรดฟอร์มิก 1% V/V) เป็นสารละลายในการสกัด และ partition ด้วยเกลือโซเดียมคลอไรด์ ตรวจสอบความเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้น 0.005-0.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรพบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) > 0.990 ทำการเติมสารมาตรฐานกลุ่มฟโลนิคามิดที่ 4 ระดับ คือ 0.01 0.02 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในตัวอย่างแตงกวา พบว่าให้ค่าร้อยละการกลับคืนมาของสารอยู่ในช่วง 70-120 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (RSD) อยู่ในช่วง 5.56-9.16 ชัดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณในตัวอย่างแตงกวา แคนตาลูป และแตงโม มีค่าเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วิธีการตรวจวิเคราะห์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้สามารถนำไปใช้ในการตรวจหาสารพิษตกค้างของสารฟโลนิคามิดและสารอนุพันธ์

1.3.7. สารพิษตกค้าง 2,4- ดี (2,4- D) และ เอ็มซีพีเอ (MCPA) ในธัญพืช

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ 2,4-D และ MCPA ในตัวอย่างธัญพืช โดยใช้ลูกเดือย และถั่วเหลืองเป็นธัญพืชตัวแทนด้วยเครื่อง LC-MS/MS จากการเปรียบเทียบของ 3 วิธีคือ วิธี Ethyl acetate extraction (Pihlstrom *et al.*, 2007), QuEChERS EN (EN 15622, 2008) และ Acidified

QuEChERS (EURL, 2015) วิธีที่มีผลการทดสอบที่ดีที่สุดคือวิธี Acidified QuEChERS (EURL, 2015) มีช่วงการใช้งานอยู่ที่ 0.01-0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม LOD และ LOQ เท่ากับ 0.005 และ 0.010 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ มี Accuracy โดย %Recovery อยู่ในช่วง 81-119 ผ่านเกณฑ์ยอมรับ 70-120 Precision อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ โดยค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.0009-0.019 เกณฑ์การยอมรับค่า HORRAT ≤ 2 และ Matrix Effect มีผลกระทบเฉพาะการตรวจวิเคราะห์ MCPA ในตัวอย่างถั่วเหลือง ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์ MCPA ในถั่วเหลือง ต้องเตรียมสารมาตรฐานในสารละลายตัวอย่างที่สกัดด้วยวิธี Acidified QuEChERS (EURL, 2015)

1.3.8. สารพิษตกค้าง อะมิทราซ (amitraz) และ อนุพันธ์ ในพริก

ผลการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะมิทราซและสารอนุพันธ์ในพริก โดยใช้เทคนิค Liquid Chromatography Tandem Spectrometry (LC-MS/MS) ได้สถานะที่เหมาะสมในการแยกสารมาตรฐานอะมิทราซและสารอนุพันธ์ออกจากกัน และมีความจำเพาะเจาะจงสูงในการตรวจวิเคราะห์ โดยศึกษาเปรียบเทียบในพริก 2 ชนิด ได้แก่ พริกจินดาแดง และพริกมันดำ ทดสอบวิธีการสกัดตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ สกัดด้วยวิธี Original QuEChERS (Anatassiades *et al.*, 2003) วิธี EN QuEChERS (Anatassiades *et al.*, 2008) และวิธี Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV, 2010) ในพริกจินดาแดง พบว่าได้ค่า %Recovery ที่แตกต่างกัน ดังนี้ วิธี Original QuEChERS ได้ค่า recovery amitraz และ DMPF เฉลี่ยร้อยละ 52 และ ร้อยละ 78 ตามลำดับ วิธี EN QuEChERS Recovery ได้ค่า Recovery amitraz และ DMPF เฉลี่ยร้อยละ 57 และ ร้อยละ 85 ตามลำดับ ส่วนวิธี Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV, 2010) ได้ค่า recovery amitraz และ DMPF เฉลี่ยร้อยละ 86 และ ร้อยละ 153 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกวิธีการเตรียมตัวอย่างแบบ EN QuEChERS มาใช้ในการศึกษา DMPF และเลือกวิธีการสกัดแบบ Ethyl acetate Extraction (EURL-FV) มาใช้ในการสกัด Amitraz ส่วนในพริกมันดำ เลือกวิธีการสกัดแบบ EN QuEChERS มาใช้ในการศึกษา ดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ ทดสอบช่วงของการวัด (Range) และความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 0.01-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มากกว่า 0.995 และยืนยันผลการทดสอบด้วย % Recovery ที่ช่วงความเข้มข้น 0.01, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า %Recovery อยู่ในช่วง ร้อยละ 83 -104 ในพริกจินดาแดง และช่วงร้อยละ 75-105 ในพริกมันดำ และ สำหรับความเที่ยง (precision) มีค่า %RSD อยู่ระหว่าง ช่วงร้อยละ 1.8 – 11.4 ในพริกจินดาแดง และช่วงร้อยละ 3.23 -11.91 ในพริกมันดำ ปริมาณต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้ (Limits Of Detection; LOD) และปริมาณต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้เชิงปริมาณ (Limited Of Quantitation; LOQ) เท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

1.3.9. สารพิษตกค้างกลุ่ม triazole ในดิน

ผลการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มไตรอะโซล (triazole) ชนิด เตตราโคนาโซล (tetraconazole) เฮกซะโคนาโซล (hexaconazole) โพรพิโคนาโซล (propiconazole) และ ไดฟีโนโคนาโซล (difenoconazole) ในตัวอย่างดินทราย โดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟีอิเล็กตรอนแคพเจอร์ดีเทคเตอร์ (GC-ECD) ภายใต้สภาวะการทดลองที่เหมาะสม ได้ค่า Retention time เท่ากับ 12.560, 15.574, 19.405 และ 32.525 นาที ตามลำดับ เปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี พบว่าวิธีการสกัดด้วย acetonitrile ให้ค่าร้อยละการได้กลับคืน (%Recovery) ที่ดีกว่าการสกัดอีกสองวิธี โดยได้ %Recovery เฉลี่ย สำหรับ

tetraconazole hexaconazole propiconazole และ difenoconazole เท่ากับ 99 105 104 และ 113 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธีการสกัดด้วย acetonitrile สำหรับการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ tetraconazole hexaconazole propiconazole และ difenoconazole ในตัวอย่างดินทราย ได้ช่วงการใช้งาน/ความเป็นเส้นตรงของวิธีทดสอบ (range/linearity) สำหรับ tetraconazole อยู่ในช่วง 0.0100 ถึง 0.2411 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม hexaconazole อยู่ในช่วง 0.0103 ถึง 0.3697 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม propiconazole อยู่ในช่วง 0.0207 ถึง 0.7460 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ difenoconazole อยู่ในช่วง 0.0255 ถึง 0.6119 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า R^2 มากกว่า 0.995 ได้ขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD) เท่ากับ 0.005, 0.005, 0.010 และ 0.013 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (LOQ) เท่ากับ 0.01, 0.01, 0.02 และ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากการประเมิน Accuracy มีค่า %Recovery เท่ากับ 74-82, 72-109, 82-113 และ 88-95 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และความเที่ยง (Precision) ประเมินจากค่า %RSD พบอยู่ในช่วง 6-10, 4-9, 4-12, และ 5-10 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ วิธีที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้วิเคราะห์สารพิษตกค้าง tetraconazole hexaconazole propiconazole และ difenoconazole ในดินร่วนปนทรายและดินเหนียวที่ระดับ LOQ ได้โดยมีความถูกต้องแม่นยำ

1.3.10. สารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลงกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย (benzoylurea) ในหน่อไม้ฝรั่ง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS

ผลการพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย 5 ชนิด ได้แก่ diflubenzuron, triflumuron, teflubenzuron, lufenuron และ flufenoxuron ในหน่อไม้ฝรั่ง โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีสกัดตัวอย่าง 2 วิธี ได้แก่ วิธี QuEChERS : EN 15662 และ SweEt method ที่ความเข้มข้น 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (n=10) พบว่า % Recovery ของวิธี QuEChERS : EN 15662 อยู่ในช่วง 86-97 ส่วนวิธี SweEt method อยู่ในช่วง 28 – 52 จึงเลือกวิธี QuEChERS : EN 15662 ในการศึกษาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ศึกษาความเหมาะสมของปริมาณ GCB ในขั้นตอนการขจัดสิ่งเจือปนในตัวอย่างปริมาณ 50, 25, 15 และ 5 มิลลิกรัม ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า GCB 15 mg ให้ค่า %Recovery อยู่ในเกณฑ์กำหนดคือ 70 - 120 ดังนั้นจึงเลือกใช้วิธี QuEChERS และขจัดสิ่งเจือปนในตัวอย่างด้วย GCB 15 มิลลิกรัม ในการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย 5 ชนิด ในหน่อไม้ฝรั่ง ผลการทดสอบมีดังนี้ การศึกษา Matrix effect พบว่าไม่มีผลกระทบจากสิ่งเจือปนในตัวอย่าง (matrix) จึงสามารถใช้สารมาตรฐานที่เตรียมในด้วยตัวทำละลายอะซิโตนไตรลในการหาปริมาณสารได้ พบว่าช่วงของการทดสอบอยู่ในช่วง 0.02-0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนการศึกษา Accuracy ที่ระดับความเข้มข้น 0.02, 0.05, 0.10, 0.15 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าให้ค่า % Recovery อยู่ในช่วง 83-105 และมีค่า % RSD อยู่ในช่วง 2.04-8.52 วิธีวิเคราะห์นี้ให้ค่า LOD และ LOQ เท่ากับ 0.01 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การศึกษา Intra-laboratory reproducibility ที่ความเข้มข้น 0.02-0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า % RSD อยู่ในช่วง 3.0-11.4 ส่วนการศึกษาค่าปริมาณต่ำสุดของสารกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย 5 ชนิด ที่เครื่อง LC-MS/MS สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ (IDL) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.05-0.17 นาโนกรัม และจากการศึกษาความทนของวิธีวิเคราะห์ที่ความเข้มข้นของสารในตัวอย่าง 0.02, 0.10 และ 0.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยปรับเปลี่ยนปริมาตรการฉีดสารตั้งแต่ 5, 3 และ 7 ไมโครลิตร พบว่าให้ค่า %Recovery และ %RSD อยู่ในเกณฑ์กำหนด

1.3.11. สารพิษตกค้างของสารกำจัดวัชพืช บิสไพริแบค-โซเดียม (bispyribac-sodium) อิมาชาพิก (imazapic) เพนดิเมทาลิน (pendimethalin) และเฮกซะซีโนน (hexazinone) ในธัญพืช

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง บิสไพริแบค-โซเดียม อิมาชาพิก เพนดิเมทาลิน และ เฮกซะซีโนนในถั่วเหลือง โดยใช้เทคนิค Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometer (LC-MS/MS) ทำการสกัดด้วยวิธี QuEChERS-one-step extraction /cleanup ได้ทำการเปรียบเทียบวิธีการกำจัดสิ่งปนเปื้อน 4 วิธี ได้แก่ (1) เจือจางตัวอย่าง (2) PSA (3) C18 และ (4) MgSO₄ พบว่าวิธีกำจัดสิ่งปนเปื้อนโดยใช้ PSA ให้ค่าร้อยละการกลับคืนดีกว่าวิธีอื่น ในการพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีการโดยใช้เทคนิค fortified sample สาร บิสไพริแบค-โซเดียม (bispyribac-sodium) อิมาชาพิก (imazapic) เพนดิเมทาลิน (pendimethalin) และ เฮกซะซีโนน (hexazinone) ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ พารามิเตอร์ที่ใช้ทดสอบได้แก่ Linearity, Range, Accuracy, Precision, LOD และ LOQ ผลการวิเคราะห์พบว่า Linearity และ Range มีค่า correlation coefficient มากกว่า 0.995 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดย Range ของการทดสอบอยู่ในช่วง 0.01-0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การพิสูจน์ accuracy จากการหาค่า % Recovery อยู่ในช่วง 69-118 precision

ของสารพิษตกค้างให้ค่า HORRAT ไม่เกิน 2 และ %RSD น้อยกว่า 20 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้
สำหรับค่า LOD เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOQ เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

กรมวิชาการเกษตร

1.3.12. สารพิษตกค้างของ Chiral Pesticides 6 ชนิด ในมะม่วง โดยใช้คอลัมน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงกับเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)

ผลการพัฒนาและตรวจสอบสารพิษตกค้าง chiral pesticides 6 ชนิด (benalaxyl, difenoconazole, fenamiphos, indoxacarb, paclobutrazol และ quizalofop-ethyl) ในมะม่วงด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี โดยใช้คอลัมน์ amylose chiral stationary phase (i-Amylose-1 column) ภายใต้ gradient elution ระหว่าง acetonitrile กับ 2 mM ammonium acetate ในน้ำ ในการหาชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง chiral pesticides ในมะม่วง สกัดตัวอย่างด้วยวิธี QuEChERS (EN 15662, 2008) และ cleaned-up ด้วยตัวดูดซับของแข็ง จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้าง chiral pesticides ทั้ง 6 ชนิด มีค่าเฉลี่ยของการกลับคืนอยู่ในช่วงร้อยละ 80-103 ซึ่งมีความเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยไม่เกิน 11 ซัดจำกัดของการตรวจพบ เท่ากับ 0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ ซัดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (LOQ) เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ ได้มีการศึกษาตัวแปรต่างๆ ประกอบด้วย ความเฉพาะเจาะจง ผลกระทบของเมทริกซ์ ความแม่นยำ ความเที่ยง ช่วงของการทดสอบ และ ความเป็นเส้นตรง จากผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง chiral pesticides ทั้ง 6 ชนิดในมะม่วงมีความน่าเชื่อถือ

1.3.13. สารพิษตกค้างกลุ่มโทลเฟนไพเรต (tolfenpyrad) และ ทีบูเฟนไพเรต (tebufenpyrad) ในมะเขือเทศ โดยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)

ผลการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างโทลเฟนไพเรต และ ทีบูเฟนไพเรตในมะเขือเทศ ด้วยเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี ให้ได้สภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง โดยพัฒนาวิธีวิเคราะห์ QuEChERS multiresidue method พิษตัวแทนคือ มะเขือเทศ พริก และมะเขือเปราะ ดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานดังนี้ ความเป็นเส้นตรง และช่วงของการวัด ของวิธีตรวจวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.005-0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่า R^2 มากกว่า 0.995 และยืนยันผลการทดสอบด้วย ความแม่นยำ และความเที่ยงของทุกระดับความเข้มข้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ความแม่นยำ (%Recovery) ทุกระดับความเข้มข้น มีค่า %Recovery อยู่ในช่วง 70-120 ความเที่ยงที่ระดับความเข้มข้น 0.005-0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม % RSD มีค่า ≤ 20 และ LOD มีค่าเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOQ มีค่าเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.3.14. สารพิษตกค้างในผักและผลไม้ โดยใช้ แก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry /Mass Spectrometry)

ผลการศึกษาหาวิธี และ สภาวะที่เหมาะสมสำหรับใช้ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร โดยเลือกศึกษาวัตถุที่มีพิษการเกษตร bromfeninfos-methyl, bromfenvinphos, bromophos-ethyl, bromophos-methyl, carbophenothion, chlorfenvinphos, chlorthiophos, coumaphos, edifenphos, ethion, fenamiphos, fenchlorphos, fenthion, iodofenphos, leptophos, malathion, methacrifos,

profenofos, prothiofos, sulfotep, sulprofos, tebufos, tetrachlorvinfos และ tolclufos-methyl โดยใช้ GC-MS/MS วิเคราะห์หาชนิดและปริมาณหลังจากการสกัดด้วยวิธี QuEChERS โดยใช้ตัวอย่างมะม่วงเป็นตัวแทนของผลไม้ที่มีไขมันและคลอโรฟิลล์ปริมาณน้อย จากผลการทดลองวิธีการตรวจวิเคราะห์นี้ยอมรับได้ โดยให้ค่า %Recovery ของวิธีตรวจวิเคราะห์อยู่ในช่วง 74-118 และวิธีการตรวจวิเคราะห์นี้ให้ค่า RSD น้อยกว่า 20%

1.3.15. สารพิษตกค้างของสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และ ไตรอะซีน (Triazine) ในเนื้อปลา

ผลการวิธีการวิเคราะห์สารพิษตกค้างในเนื้อปลาที่สามารถตรวจวิเคราะห์สารหลายชนิดได้ในคราวเดียวนั้น จะต้องมีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยาก เหมาะกับวัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือที่มีอยู่ และที่สำคัญต้องให้ผลการทดสอบถูกต้อง และแม่นยำ ในการทดลองนี้ จึงได้พัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ออร์กาโนคลอรีน ไพรีทรอยด์ คาร์บาเมต และไตรอะซีนในเนื้อปลา ที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ในคราวเดียว โดยทำการสกัดตัวอย่างด้วย acetonitrile ใช้เครื่องปั่นความเร็วรอบสูง (Homogenizer) แยกและกำจัดสิ่งปนเปื้อนด้วย SPE ชนิด C₁₈ และ florisil ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 2 มิลลิลิตร แยกตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas chromatograph ที่มีตัวตรวจวัดแตกต่างกัน ได้แก่ GC-ECD, GC-FPD และ GC-NPD พบว่าให้ผลการทดสอบความแม่นยำ (Accuracy) ประเมินจาก %Recovery ระหว่าง 70-120 และมีความเที่ยง (Precision) ให้ผลการทดสอบ %RSD ระหว่าง 2-18 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ ค่า LOD ของวิธีทดสอบมีค่าระหว่าง 0.0005-0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า LOQ ของการทดสอบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเท่ากับ 0.01 และ 0.003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนกลุ่มไพรีทรอยด์ คาร์บาเมต และไตรอะซีน เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีนี้ พบว่ามีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้เป็นวิธีทดสอบของห้องปฏิบัติการในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในเนื้อปลาได้

1.3.16. สารพิษตกค้างของ ออกซีฟลูออรีเฟน (oxyfluorfen) ไพรีดาเบน (pyridaben) ไดฟิโนโคนาโซล (difenoconazole) คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) แลมด้า-ไซฮาโลทริน (L-cyhalothrin) คลอร์ฟิเนาเพอร์ (chlorfenapyr) เบต้า-ไซฮาโลทริน (beta-cyfluthrin) และ เฟนโพรพาทริน (fenpropathrin) ในกลุ่มพืชที่มีปริมาณน้ำสูง (High water content) และกลุ่มพืชที่มีปริมาณความเป็นกรดและน้ำสูง (High acid and high water content)

ใช้วิธี ethyl acetate extraction โดยสกัดตัวอย่างด้วย ethyl acetate NaHCO₃ และ Na₂HO₄ นำส่วนที่สกัดได้ไปกรองด้วยตัวกรองชนิด PTFE ขนาด 0.2 ไมโครเมตร และนำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์-แมสสเปกโตรมิเตอร์ ใช้ matrix-matched calibration standards ของสารสกัดจากตัวอย่างในการหาปริมาณสารพิษตกค้าง ทำการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ตามพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ Range/linearity, Accuracy และ Limit of Quantitation (LOQ) มีผลการทดสอบดังนี้

1) มะเขือเทศและผักกาดหอม

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สาร 6 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, oxyfluorfen L-cyhalothrin, chlorfenapyr, pyridaben และ fenpropathrin ในตัวแทนพืชที่มีน้ำสูง (High water content) คือมะเขือเทศและผักกาดหอม ผลการทดสอบพบว่า มี Linearity/range ของวิธีวิเคราะห์ โดยมีค่า Correlation of Determination (R^2) จากความสัมพันธ์เชิงเส้นใช้เกณฑ์ยอมรับ ค่า $R^2 \geq 0.99$ ในช่วง 0.005-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Accuracy ทดสอบที่ 0.005, 0.01, 0.02 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า Mean recovery อยู่ในช่วง 70-112 Precision มีค่า % RSD_r (Repeatability) อยู่ในช่วง 1-14 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือมีผลทดสอบค่าเฉลี่ยของ %Recovery อยู่ในช่วง 70-120 และ %RSD น้อยกว่า 20 และมีค่า Limit of Quantification (LOQ) เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

กรมวิชาการเกษตร

2) องุ่น และ กีวี

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สาร 8 ชนิด chlorpyrifos, oxyfluorfen L-cyhalothrin, chlorfenapyr, fenpropathrin, pyridaben, cyfluthrin และ difenoconazole ในตัวแทนพืชที่มีความเป็นกรดและน้ำสูง (High acid content and water content) คือองุ่น และ กีวี มีผลการทดสอบ ดังนี้ Range /linearity อยู่ในช่วง 0.005-0.1, 0.01-0.1 และ 0.02-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามชนิดสารและตัวอย่าง Accuracy พบว่า %Recovery อยู่ในช่วง 88-127 Precision มีค่า % RSD_r อยู่ในช่วง 1.6-18.6 และ Limit of Quantitation (LOQ) จากการทดสอบในตัวอย่างองุ่น มีวัตถุที่มีพิษ 5 ชนิด ได้แก่ chlorpyrifos, oxyfluorfen L-cyhalothrin, chlorfenapyr fenpropathrin และ pyridaben มีค่า LOQ เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วน cyfluthrin มีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ difenoconazole มีค่า LOQ เท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนตัวอย่าง กีวี มีวัตถุที่มีพิษ 3 ชนิด คือ chlorpyrifos, oxyfluorfen และ difenoconazole มีค่า LOQ เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วน วัตถุที่มีพิษ chlorfenapyr fenpropathrin L-cyhalothrin pyridaben และ cyfluthrin มีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เปรียบเทียบผลทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ

เตรียมตัวอย่าง มะเขือเทศเพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการทดสอบ โดย ปั่นตัวอย่างมะเขือเทศกับน้ำแข็งแห้ง แบ่งตัวอย่างเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ ส่วนที่สองเติมสาร oxyfluorfen, pyridaben, chlorpyrifos, L-cyhalothrin, chlorfenapyr, beta-cyfluthrin difenoconazole และ fenpropathrin เพื่อใช้เป็นตัวอย่างทดสอบให้มีความเข้มข้นที่ระดับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผสมให้เข้ากัน แบ่งตัวอย่างใส่ขวด เก็บที่ตู้แช่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง โดยสุ่มตัวอย่างมะเขือเทศจากที่ทำ fortified sample จำนวน 10 ตัวอย่าง ทำการทดสอบแบบ duplicate ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างโดยด้วยวิธี ethyl acetate ด้วยเครื่อง GC-MS/MS และประเมินผลเพื่อตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างวิเคราะห์ผลด้วยการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนภายในตัวอย่าง (Within sample variation) โดย Cochran's maximum variance test ($p < 0.05$) ผลการเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนภายในตัวอย่าง (Within sample variation) โดย Cochran's maximum variance test ($p < 0.05$) พบว่าไม่มีค่า Outliers ของตัวอย่างที่เตรียม เปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของผลการวิเคราะห์ของแต่ละตัวอย่าง (Between sample variation) จากการวิเคราะห์ One-way ANOVA พบว่าค่า F ของ beta-cyfluthrin, chlorfenapyr, chlorpyrifos, difenoconazole, fenpropathrin, L-cyhalothrin, oxyfluorfen และ pyridaben เท่ากับ 0.433, 0.027, 0.037, 0.543, 0.634, 0.724, 0.540 และ 0.740 ซึ่งน้อยกว่าค่า F_{crit} 3.02 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สรุปได้ว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน

เปรียบเทียบผลทดสอบระหว่าง 2 ห้องปฏิบัติการ โดยตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธี ethyl acetate ด้วยเครื่อง GC-MS/MS ใช้ การประเมินด้วย t-Test พบว่ามีเพียงสาร fenpropathrin L-cyhalothrin และ pyridaben ที่มีค่า $t_{stat} < t_{critical}$ ที่แสดงว่าผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ ไม่มีความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.3.17. สารพิษตกค้าง ใน มะเขือเทศ ส้ม และ คะน้า ด้วยวิธี ethyl acetate method โดยใช้การวัดด้วย แก๊สโครมาโท กราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (Gas Chromatography with Tandem Mass Spectrometric Detection)

ผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์แบบรวม (multi-residue method) สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชกลุ่มไพรีทรอยด์ ออร์กาโนฟอสฟอรัส ออร์กาโนไนโตรเจน ออร์กาโนคลอรีน และ สารป้องกันกำจัดวัชพืชกลุ่ม Herbicide Methyl Ester จำนวน 162 ชนิดในผักและผลไม้ โดยใช้ คะน้า มะเขือเทศ และส้มเป็นพืชตัวแทนด้วยวิธี ethyl acetate method (EURL-FV, 2010) ของหน่วยงาน the National Food Administration (NFA) ประเทศ Sweden ทำการสกัดโดยซั่งตัวอย่าง น้ำหนัก 10 ± 0.1 กรัม ลงใน Centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม Ethyl Acetate ปริมาตร 20 ± 0.1 มิลลิลิตร เติม NaHCO_3 จำนวน 3 กรัม และ Na_2SO_4 จำนวน 10 กรัม แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารตกค้างด้วยเครื่องโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC-MS/MS) triple quadrupole, multiple reaction monitoring (MRM) ทำการทดลองที่ระดับความเข้มข้นของวัตถุมีพิษ 4 ระดับ คือ 0.01, 0.02, 0.04 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ระดับความเข้มข้นละ 5 ซ้ำ โดยใช้ matrix-matched standards เพื่อลดปัญหาสารรบกวนในตัวอย่ง (matrix effects) ผลการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีโดยมีความแม่นยำ (accuracy) %Recovery ในช่วง 70-120 และความเที่ยง (precision) ที่ประเมินด้วย %RSD และ HORRAT มีค่า 0.67–19.90 และ 0.04–1.60 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity of working range) ระหว่าง 0.01-2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่า Correlation coefficients $r \geq 0.995$ ค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารในตัวอย่งที่สามารถตรวจพบได้โดยมีความแม่นยำและความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Limit of quantitation; LOQ) เท่ากับ 0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารในตัวอย่งที่สามารถตรวจพบได้ (Limit of detection; LOD) เท่ากับ 0.005-0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นวิธีนี้จึงมีประสิทธิภาพสะดวกรวดเร็วและเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 162 ชนิดในพืชกลุ่มผักใบ กลุ่มตระกูลแตงและมะเขือ และผลไม้ตระกูลส้ม ที่ทำเป็นงานประจำและต้องการผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำด้วยเทคนิค GC-MS/MS

1.3.18. สารสกัดจากพืช (Matrix effect) สำหรับการตรวจวิเคราะห์ สาร 129 ชนิด ในผัก ผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERS และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography- Tandem Mass Spectrometry)

ผลการศึกษาผลของการสกัดพืช (Matrix effect) สำหรับการการตรวจวิเคราะห์สาร 129 ชนิดในผักผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERS และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรมิเตอร์ (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry) โดยเลือกตัวแทนพืช 5 ชนิด ได้แก่ ส้ม (mandarin) ตัวแทนจากกลุ่มผลไม้ตระกูลส้ม (Citrus fruit) พบว่าผลการทดสอบสารส่วนใหญ่มี matrix effect มะม่วง (mango) ตัวแทนจากกลุ่มผลไม้เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้ (Assoerted tropical and sub tropical fruit: inedible peel) พบว่าสารส่วนใหญ่มี matrix

effect และการศึกษาผลของการสกัดพืช (Matrix effect) สำหรับการตรวจวิเคราะห์สาร 129 ชนิด ในพืช ชนิดอื่นได้แก่ มะเขือเทศ (tomato) คะน้า (Chinese kale) และกะเพรา (holy basil) โดยนำตัวแทนของมะเขือเทศ คะน้า และกะเพรา มาปั่นด้วยไนโตรเจนเหลว ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นทำการสกัดตามวิธี การหาปริมาณสารพิษตกค้างในกลุ่มผักใบ ผลไม้ตระกูลส้มและมะม่วงโดยวิธี QuEChERs ด้วย LC-MS/MS (method: TM-T04-R05) โดยตรวจวิเคราะห์สาร 129 ชนิดในผักผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERs และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรเมตรี ศึกษาผลของการสกัดพืช (Matrix effect) โดยเปรียบเทียบความเข้มข้นจากสมการเส้นตรงของ standard in matrix และ standard in solvent โดยค่า %ME มีค่าน้อยกว่า 10 % แสดงว่าความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างกัน (NATA, 2018) คือไม่เกิดสิ่งรบกวนจากตัวอย่าง สำหรับการตรวจวิเคราะห์สาร 129 ชนิดในผักผลไม้ โดยสกัดตัวอย่างด้วยวิธี QuEChERs และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography-Tandam Mass Spectrometry โดยเลือกตัวแทนพืชได้แก่

1) ส้ม (mandarin) ตัวแทนจากกลุ่มผลไม้ตระกูลส้ม (Citrus fruit) พบว่าผลการทดสอบสารส่วนใหญ่มี matrix effect

2) มะม่วง (mango) ตัวแทนจากกลุ่มผลไม้เขตร้อนและกึ่งเขตร้อนที่เปลือกบริโภคไม่ได้ (Assoerted tropical and sub tropical fruit: inedible peel) พบว่าสารส่วนใหญ่ไม่มี matrix effect มีสารเพียง 11 ชนิดที่มี matrix effect

3) มะเขือเทศ พบว่าผลการทดสอบสารส่วนใหญ่ไม่มี matrix effect มีสารเพียง 8 ชนิดที่มี matrix effect

4) คะน้า ตัวแทนจากกลุ่มผักใบ (leafy vegetable) พบว่าสารส่วนใหญ่มี matrix effect

5) กะเพรา ตัวแทนจากกลุ่มพืชสมุนไพร (herb) พบว่าสารส่วนใหญ่มี matrix effect

การตรวจวิเคราะห์สาร 129 ชนิดในส้ม มะม่วง มะเขือเทศ คะน้า และกะเพรา โดยสกัดตัวอย่างด้วยวิธี QuEChERs และตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography-Tandam Mass Spectrometry ต้องใช้สารมาตรฐานที่เตรียมจากสารละลายตัวอย่างที่สกัดโดยวิธี QuEChERs

1.3.19. สารพิษตกค้างกลุ่ม คาร์บาเมต (carbamate) อย่างรวดเร็วในพริกโดยใช้วิธีวัดสี สวพ. 4

สถานะที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์สารกลุ่มคาร์บาเมตด้วยวิธีวัดสีในตัวอย่างพริก โดยอาศัยการทำปฏิกิริยาระหว่างสารกลุ่มคาร์บาเมตกับสารพาราไนโตรอะนิลีน (p-nitroaniline) (N. Chu and S. Fan, 2009) ในสถานะเบสที่เหมาะสม สำหรับค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ที่ λ_{max} ของสารกลุ่มคาร์บาเมต จำนวน 4 ชนิดสาร (carbofuran, isoprocarb, propoxur และ fenobucarb) ด้วยเทคนิคการวัดสี พบว่า ค่า λ_{max} อยู่ในช่วง 507-515 nm ปริมาตรที่เหมาะสมของสาร 2.0 M NaOH ในการปฏิกิริยา คือ 2.0 มิลลิลิตร pH เท่ากับ 12.37 สาร 0.05% PNA ปริมาตร 1.0 มิลลิลิตร pH เท่ากับ 12.42 สาร 0.2% NaNO₂ ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร pH เท่ากับ 12.42

ทดสอบหาวิธีการสกัดตัวอย่าง ด้วยตัวทำละลาย ที่แตกต่างกัน 6 ชนิด พบว่าสารละลาย acetonitrile สามารถสกัดสารพิษตกค้างกลุ่มคาร์บาเมตได้เหมาะสม ส่วน calibration curve ที่ใช้ในการหาปริมาณสาร ใช้การเติมสารลงในตัวอย่างและสกัดและสกัดด้วย acetonitrile

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ พบว่าค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) อยู่ในช่วง 0.50-8.00 มิลลิกรัม/ลิตร ค่า R^2 เท่ากับ 0.999 (เกณฑ์มาตรฐาน > 0.995) การทดสอบหาค่า Limit of Determination (LOD) และ Limit of quantitation (LOQ) พบว่าค่า LOD เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่า LOQ เท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การทดสอบ Accuracy พบว่าผลการทดสอบผ่าน เกณฑ์การยอมรับ ตามเกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Precision, %RSD เกณฑ์ยอมรับค่า HORRAT (Horwitz' s ratio)

1.3.20. สารสกัดจากพืชตัวแทน (Representative Matrix) เพื่อการหาปริมาณสารพิษ ตกค้างในการตรวจวิเคราะห์แบบรวม ในผักและผลไม้ ด้วยเครื่อง แก๊สโครมาโทกราฟี

ผลการศึกษาเพื่อคัดเลือก matrix จากตัวอย่างพืชผักและผลไม้ สำหรับใช้เป็นตัวแทนที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ representative matrix standard สำหรับใช้เปรียบเทียบวิธีการตรวจวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและอนุพันธ์จำนวน 77 ชนิด ด้วยวิธี ethyl acetate method (EURL-FV,2010) ทำการสกัดโดยชั่งตัวอย่างน้ำหนัก 10 ± 0.1 กรัม ลงใน Centrifuge tube ขนาด 50 มิลลิลิตร เติม Ethyl Acetate ปริมาตร 20 ± 0.1 มิลลิลิตร เติม NaHCO_3 จำนวน 3 กรัม และ Na_2SO_4 จำนวน 10 กรัม แล้วนำไปตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชด้วยเครื่องโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์(GC-MS/MS) triple quadrupole, multiple reaction monitoring (MRM) ใช้สารละลายมาตรฐาน Matrix ในคะน้า เป็นตัวแทนกลุ่มผักใบ (Leafy vegetables) ใช้สารละลายมาตรฐาน Matrix ในมะเขือเทศ เป็นตัวแทนกลุ่มพืชตระกูลแตงและมะเขือ (Fruiting vegetables) และใช้สารละลายมาตรฐาน Matrix ในส้มเป็นตัวแทนผลไม้ตระกูลส้ม (Citrus fruits) ทดสอบที่ระดับ LOQ 0.01 และ 0.02 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ผลการทดสอบพบว่า Matrix Standard ส้ม และ Matrix Standard คะน้า สามารถใช้เป็น calibration curve ทดแทนกันได้ เมื่อทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง ส้ม และ คะน้า จำนวน 37 ชนิดสาร ที่ไม่เกิด Matrix effects ผลการทดสอบผ่านเกณฑ์ยอมรับ โดยมีค่า %ME น้อยกว่า ± 20 มีค่า %Recovery เฉลี่ย อยู่ในช่วง 70-120 HORRAT และ % RSD อยู่ในช่วง 0.08-0.93 และ 8.4-19.6 ตามลำดับ ดังนั้นวิธีนี้จึงมีประสิทธิภาพ รวดเร็วและสะดวก ช่วยลดขั้นตอนและความลำบากในการเตรียม Matrix-matched standards และเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการตรวจวิเคราะห์สารตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในผักและผลไม้กลุ่มผักใบ และผลไม้ตระกูลส้ม ที่ทำเป็นงานประจำและต้องการผลการวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ถูกต้องแม่นยำด้วยเทคนิค GC-MS/MS

1.3.21. สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ในดินโดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ประยุกต์วิธี QuEChERS and soil analysis. An Overview. โดยสกัดตัวอย่างดินทราย ด้วย acetonitrile เขย่าด้วยเครื่องเขย่าแนวตั้ง (funnel shaker) 30 นาทีเติม magnesium sulfate และ sodium chloride เขย่าด้วย Vortex mixer นำไป Centrifuge และแบ่งสารละลายมา clean up โดย dispersive โดยใช้ MgSO_4 และ PSA ตรวจวิเคราะห์ โดยใช้เครื่อง LC-MS/MS

ผลการทดสอบ Specificity เครื่อง LC-MS/MS มีความเฉพาะเจาะจง และไม่พบสารตกค้างที่ศึกษาใน solvent blank และ matrix blank ส่วน working range ของวิธีทดสอบอยู่ในช่วง 10-500 นาโนกรัมต่อกรัม Linearity ให้ค่า Correlation coefficient มากกว่า 0.995 ส่วนการทดสอบ accuracy โดยการตรวจวิเคราะห์ fortified sample ที่ระดับความเข้มข้น 10, 100 และ 500 นาโนกรัมต่อกรัม trueness มีค่า %Recovery ในช่วง 84-107 และ Precision มีค่า Relative standard deviations (%RSD) ระหว่าง 0.5-4.9 (n=10) ผ่านเกณฑ์ยอมรับตามเอกสารหมายเลข SANTE/11945/2015 ที่กำหนด Recovery ระหว่าง 70-120 และ RSD<20% พบว่าให้ค่า LOQ เท่ากับ 10 นาโนกรัมต่อกรัม %Recovery อยู่ในช่วง 84-105 ส่วนค่า %RSD อยู่ในช่วง 0.9-4.9 และมี Signal to Noise Ratio (S/N) ในช่วง 40-879 และค่า LOD เท่ากับ 1 นาโนกรัมต่อกรัม Signal to Noise Ratio (S/N) ในช่วง 9-56

1.3.22. สารพิษตกค้างกลุ่ม ไอโซโพรคาร์บ (isoprocarb) ไอโพรวาลิคาร์บ (iprovalicarb) และ ไทโอบเนคาร์บ (thiobecarb) ในธัญพืชด้วยเทคนิค ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS)

ผลการพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง วิธี QuEChERS (Anastassiades et al., 2003) โดยชั่งตัวอย่างบดละเอียด 5 กรัม ลงในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ทิ้งไว้อย่างน้อย 30 นาที หลังจากนั้นเติม 10 มิลลิลิตร ของ acetonitrile ปิดฝาเขย่า vortex 30 วินาที สกัดด้วย magnesium sulphate, sodium chloride, di-sodium hydrogen citrate และ tri-sodium citrate dehydrate นำไป centrifuge จากนั้นกรองสารละลายส่วนใสผ่าน PTFE filter ขนาด 0.2 ไมโครเมตร นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ isoprocarb, iprovalicarb และ thiobecarb ในตัวอย่างข้าว และ ถั่วเหลือง พบว่า Working range/ linearity ของวิธีวิเคราะห์ อยู่ในช่วง 0.005-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่า Correlation coefficient (r) มากกว่า 0.990 ส่วน accuracy ทดสอบที่ความเข้มข้นในตัวอย่าง 6 ระดับ ในช่วง 0.005-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี %Recovery อยู่ในช่วง 70-113 และ %RSD อยู่ในช่วง 1.0-6.9 ซึ่งเกณฑ์ยอมรับ %Recovery อยู่ในช่วง 60-120 และ % RSD <20, ค่า LOQ และ LOD เท่ากับ 0.01 และ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

1.3.23. สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERS ของสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ใน กระเทียม หอมแดง และใบชา (แห้ง)

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ พบว่าวิธีวิเคราะห์มี selectivity ในการตรวจวิเคราะห์ สำหรับสารทำให้สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ ดังนี้ หอมแดง (แห้ง) และ กระเทียม (แห้ง) ได้แก่ สารกลุ่ม Pyrethroid 7 ชนิด Organophosphate 11 ชนิด ส่วน ใบชา (แห้ง) ได้แก่ สารกลุ่ม Pyrethroid 7 ชนิด Organophosphate 15 ชนิด ผลการศึกษา matrix effect พบว่า ทั้งสารกลุ่ม Pyrethroid และ Organophosphate มีสารบางชนิดที่มีค่า %ME ของสารที่มีค่ามากกว่า 20% แสดงว่าเกิดสิ่งรบกวนจากตัวอย่าง ดังนั้น จึงเตรียมสารมาตรฐานในสารละลายตัวอย่างที่สกัดด้วยวิธี QuEChERS Method ในการสร้าง calibration curve การทดสอบ Accuracy โดยการตรวจวิเคราะห์ fortified sample โดย Pyrethroid ทดสอบที่ความเข้มข้นในตัวอย่าง 3 ระดับ ในช่วง 0.05-1.0 ไมโครกรัมต่อกรัม (n=5) และ Organophosphate ทดสอบที่ความ

เข้มข้นในตัวอย่าง 3 ระดับ ในช่วง 0.05-2.0 ไมโครกรัมต่อกรัม (n=5) พบว่า %Recovery ผ่านเกณฑ์ยอมรับ (% Recovery ในช่วง 60-120, %RSD มีค่า HORRAT < 2) ส่วน LOD และ LOQ พบว่าสารกลุ่ม Pyrethroid มี LOD อยู่ในช่วง 0.005-0.02 ไมโครกรัมต่อกรัม และ LOQ อยู่ในช่วง 0.01-0.02 ไมโครกรัมต่อกรัม สารกลุ่ม Organophosphate มี LOD อยู่ในช่วง 0.005-0.03 ไมโครกรัมต่อกรัม และ LOQ อยู่ในช่วง 0.02-0.05 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีการพิสูจน์ Range/linearity ของวิธีวิเคราะห์สารกลุ่ม Pyrethroid ที่ระดับ LOQ-1.00 ไมโครกรัมต่อกรัม และสารกลุ่ม Organophosphate ที่ระดับ LOQ-2.00 ไมโครกรัมต่อกรัม พบว่า Correlation coefficient (r) > 0.995

1.3.24. สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERs ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) ในลำไย ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1

ผลการตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม Organophosphate 30 ชนิด Organochlorine 3 ชนิด และ Pyrethroid 7 ชนิด ด้วยเครื่อง GC-MS/MS และ สารกลุ่ม Carbamate 19 ชนิด ตรวจวิเคราะห์ ด้วยเครื่อง LC-MS/MS

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการ QuEChERs ในลำไยสด โดยการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ พบว่าสารกลุ่ม Organophosphate 29 ชนิด ทดสอบ Accuracy ที่ 3 ระดับความเข้มข้นในตัวอย่าง ในช่วง 0.01, 0.05 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ 13 ชนิด และสารทุกชนิดผ่านเกณฑ์ยอมรับ ที่ 0.05 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ชนิด โดยมี % Recovery อยู่ในช่วง 60-120 โดยมี HORRAT < 2 ค่า LOD ในช่วง 0.005-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOQ ในช่วง 0.01-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สารกลุ่ม Organochlorine 3 ชนิด alpha-endosulfan, beta-endosulfan และ endosulfan sulfate ทดสอบ Accuracy ที่ 3 ระดับความเข้มข้นในตัวอย่างที่ 0.01, 0.05 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ผ่านเกณฑ์ยอมรับทั้ง 3 ชนิด มี %Recovery อยู่ในช่วง 96-119 โดยมี HORRAT < 2 ค่า LOD 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOQ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สารกลุ่ม Pyrethroid 7 ชนิด ทดสอบ Accuracy ที่ 3 ระดับความเข้มข้นในตัวอย่างที่ 0.01, 0.05 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าสารที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ 2 ชนิด ผ่านเกณฑ์ยอมรับ ที่ 0.05 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี 5 ชนิด ผ่านเกณฑ์ยอมรับ ที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี 6 ชนิด มี %Recovery อยู่ในช่วง 77-125 โดยมี HORRAT < 2 ค่า LOQ 0.01-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOD 0.005-0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สารกลุ่ม Carbamate 19 ชนิดทดสอบ Accuracy ที่ 4 ระดับความเข้มข้นในตัวอย่างที่ 0.005, 0.01, 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีสารที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ 3 ชนิด ผ่านเกณฑ์ยอมรับ ที่ 0.01, 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี 15 ชนิด ผ่านเกณฑ์ยอมรับ ที่ 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มี 18 ชนิด โดยมี %Recovery อยู่ในช่วง 60-120 โดยมี HORRAT < 2 ค่า LOD ในช่วง 0.005-0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOQ ในช่วง 0.01-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.3.25. การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในดิน ด้วยวิธีการ QuEChERS โดยใช้แก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรีของห้องปฏิบัติการ สวพ. 2

การพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ พบว่า Working Range/Linearity ของวิธีทดสอบ ในช่วง 0.005-1.0 ไมโครกรัมต่อกรัม ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มากกว่า 0.995 ยกเว้น methamidophos, mevinphos, omethoate, dicrotophos monocrotophos, dimethoate, alpha-endosulfan, azinphos และ cyfluthrin ซึ่งยังให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ไม่ผ่านเกณฑ์ Accuracy ประเมินจากค่า %Recovery พบว่าที่ความเข้มข้นระดับต่ำมีค่า อยู่ในช่วง 43-150, ที่ความเข้มข้นระดับกลาง อยู่ในช่วง 43-150, และที่ความเข้มข้นระดับสูง อยู่ในช่วง 70-112 ส่วน Precision โดยใช้ HORRAT ประเมินค่าอยู่ในช่วง 0.2-1.9 ยกเว้น methamidophos, mevinphos, dicrotophos monocrotophos, dimethoate, alpha-endosulfan, azinphos และ cyfluthrin ให้ค่า HORRAT > 2 ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การยอมรับ ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 ไมโครกรัมต่อกรัม และ 0.30 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่า LOD อยู่ในช่วง 0.003-0.005 ไมโครกรัมต่อกรัม และ LOQ อยู่ในช่วง 0.01-0.02 ไมโครกรัมต่อกรัม ยกเว้น mevinphos, dimethoate, phosalone ได้ค่า LOD 0.01 ไมโครกรัมต่อกรัม และ LOQ 0.05 ไมโครกรัมต่อกรัม methamidophos, dicrotophos, monocrotophos, alpha-endosulfan, azinphos, และ EPN ได้ค่า LOD 0.02 ไมโครกรัมต่อกรัม และ LOQ 0.07 ไมโครกรัมต่อกรัม นอกจากนี้พบว่า omethoate ให้ค่า LOD, LOQ ที่สูง คือ 0.40 ไมโครกรัมต่อกรัม และ 1.00 ไมโครกรัมต่อกรัม

1.3.26. สารพิษตกค้างออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในมะม่วง ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 8

สารกลุ่ม Organophosphate มี Working range/linearity ที่ 0.01-2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมี Correlation coefficient; $r \geq 0.995$) การทดสอบ accuracy ที่ 0.01, 0.1 และ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี %Recovery ในช่วง 95-111 และ Precision แบบ Repeatability มี %RSD ในช่วง 1.0-12.1 แบบ Reproducibility มี %RSD ในช่วง 1.0-10.3 มีค่า LOD อยู่ในช่วง 0.006-0.007 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่า LOQ ที่ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สารกลุ่ม Pyrethroid มี Working range/linearity ที่ 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมี Correlation coefficient; $r \geq 0.995$) การทดสอบ Accuracy ที่ 0.01, 0.1 และ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี %Recovery ในช่วง 90-101 และ Precision แบบ Repeatability มี %RSD ในช่วง 2.2-10.7 แบบ Reproducibility มี %RSD ในช่วง 0.8-2.9 มีค่า LOD ที่ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่า LOQ ที่ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.3.27. สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4

ศึกษาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ 6 ชนิด ได้แก่ lambda cyhalothrin, permethrin, cyfluthrin, cypermethrin, fenvalerate และ deltamethrin ในพริก โดยใช้วิธีที่พัฒนามาจากวิธีของ Steinwandter (1985) ในการสกัดตัวอย่างใช้ acetone และ dichloromethane ใช้ sodium sulphate กำจัดน้ำในกระบวนการสกัดตัวอย่าง และลดปริมาตรเพื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง (preconcentration) ทำความสะอาด (clean up) ด้วยสารละลาย hexane : dichloromethane ตรวจสอบชนิดและปริมาณโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง (Gas Chromatograph ชนิด Electron Capture Detector)

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ มีดังนี้ การทดสอบ Matrix blank กับ Spiked matrix blank พบว่าสัญญาณของ Matrix blank ไม่มีการรบกวนจากสารอื่นในตัวอย่างแสดงว่ามี Selectivity / Specificity ส่วน Range / Linearity ของการทดสอบ อยู่ระหว่าง 0.01 - 4.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม Linearity มีค่า Correlation coefficient (R^2) > 0.995 ผลการทดสอบ Accuracy ที่ความเข้มข้น 0.005, 0.10, 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ พบว่า %Recovery อยู่ในช่วง 70.5-99.5 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตาม Codex กำหนดไว้ ส่วน Precision มีค่า %RSD ในช่วง 1.3-10.3 อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของ AOAC กำหนดไว้ ส่วน ค่า LOQ เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า LOD เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.3.28. สารพิษตกค้าง ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในมะม่วงของห้องปฏิบัติการ สวพ. 7

ตรวจวิเคราะห์สารกลุ่ม Organophosphate 5 ชนิด ได้แก่ diazinon, pirimiphos-methyl, chlorpyrifos, pirimiphos-ethyl และ ethion (ตรวจวิเคราะห์ด้วย FPD-Detector) กลุ่ม organochlorine 9 ชนิด ได้แก่ gamm-HCH, heptachlor, aldrin, dicofol, 2,4-DDE, α -endosulfan, β -endosulfan, 2,4-DDD และ dieldrin สารกลุ่ม Pyrethroid 2 ชนิด ได้แก่ permethrin และ cypermethrin (ตรวจวิเคราะห์ด้วย ECD-Detector)

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารกลุ่ม Organophosphate, Organochlorine และ Pyrethroid ในมะม่วง และผักกาดก้านขาว โดยใช้วิธีที่พัฒนามาจากวิธีของ Steinwandter (1985) พบว่า มี Working range/linearity ที่ 0.01- 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมี Correlation coefficient; $r \geq 0.995$) การทดสอบ Accuracy ในมะม่วง และผักกาดก้านขาว ที่ 7 ระดับความเข้มข้น ในช่วง 0.01-4.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี % Recovery อยู่ในเกณฑ์ยอมรับ คือ %Recovery ในช่วง 70-120 และ Horrat < 2 มีค่า LOD เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOQ ที่ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.3.29. สารพิษตกค้างโดยวิธี QuEChERS ในตัวอย่างผักกลุ่ม High water and chlorophyll content ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4

การทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ QuEChERS ตัวอย่าง ถั่วฝักยาว คื่นช่าย และผักกาดขาว พบว่ามีความเฉพาะเจาะจง (Specificity / Selectivity) จากการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของสารพิษ

ตกค้าง ในพืชผัก High water and chlorophyll (ชนิดพืช : ถั่วฝักยาว ค่ะน้ำ ผักกาดขาว) จำนวน 20 ชนิดสาร ได้แก่ oxamyl, methomyl, monocrotophos, dicrotophos, dimethroate, aldicarb, propoxur, dichlorvos, carbofuran, carbaryl, Isoprocarb, methidathion, fenobucarb, promecarb, triazophos, azinphos-ethyl, pirimiphos-methyl, EPN, profenofos และ pirimiphos-ethyl ด้วยเทคนิค LC-MS/MS พบว่ามี Specification /selectivity ที่ดี ผลการทดลองพบว่าโครมาโตแกรมของสารมาตรฐานไม่มีสัญญาณรบกวน Working range/linearity ของสารในสารละลาย อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.005-2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมี ค่า r ผ่านเกณฑ์การยอมรับคือ $r \geq 0.995$ ประเมิน accuracy ที่ระดับความเข้มข้นในตัวอย่าง 3 ระดับความเข้มข้น คือ 0.01, 0.50 และ 2.00 ไมโครกรัมต่อกรัม พบว่าทุกระดับความเข้มข้นที่ทดสอบมีค่า %Recovery, % RSD และ HORRAT อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถยอมรับได้ มีค่า LOD เท่ากับ 0.005, 0.01 และ 0.05 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่า LOQ เท่ากับ 0.01 และ 0.10 ไมโครกรัมต่อกรัม ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ QuEChERS ของสารพิษตกค้าง ในพืชผัก High water and chlorophyll (ชนิดพืช : ถั่วฝักยาว ค่ะน้ำ ผักกาดขาว) จำนวน 17 ชนิดสาร ได้แก่ acephate, acetamiprid, acetochlor, alachlor, azoxystrobin, fenthion, indoxacarb, metalaxyl, methoxyfenozide, mevinphos, prometon, pyrazosulfuron-ethyl, temephos, thiacloprid, thiamethoxam, thiobencarb และ trifloxystrobin ด้วยเทคนิค LC-MS/MS พบว่ามี Specification /selectivity ที่ดี Working range/linearity ของสารในสารละลาย อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.005-2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยมี ค่า r ผ่านเกณฑ์การยอมรับคือ $r \geq 0.995$ ประเมิน Accuracy ที่ระดับความเข้มข้นในตัวอย่าง 3 ระดับความเข้มข้น คือ สูง กลาง และต่ำ พบว่าทุกระดับความเข้มข้นมีค่า %Recovery, % RSD และ HORRAT อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถยอมรับได้ มีค่า LOD เท่ากับ 0.001, 0.005 , และ 0.01 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่า LOQ เท่ากับ 0.005, 0.01 และ 0.05 ไมโครกรัมต่อกรัม

1.3.30. สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ในพริกโดยใช้เครื่อง LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 3

ศึกษาวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์แกโนฟอสเฟต และสารกลุ่มอื่นๆ จำนวน 15 ชนิด ได้แก่ azoxystobin, chlorpyrifos, diazinon, dichlorvos, EPN, ethion, imidacloprid, malathion, parathion-methyl, pirimiphos-ethyl, pirimiphos-methyl, phosalone, prochloraz, profenophos และ triazophos ในตัวอย่างพริกได้พัฒนาวิธีสกัดแบบ QuEChERS วิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ พบว่าทั้ง 15 ชนิดสาร มี Range/linearity ของวิธีทดสอบในช่วง 10-500 นาโนกรัมต่อกรัม ค่า LOQ เท่ากับ 10 นาโนกรัมต่อกรัมซึ่ง Accuracy มี %Recovery ในช่วง 62-105 Precision มี %RSD ในช่วง 1.6-14.5 มี Signal to noise ratio ในช่วง 27-879 สำหรับ ค่า LOD ส่วนใหญ่มีค่าเท่ากับ 1 นาโนกรัมต่อกรัม ยกเว้น azoxystobin, dichlorvos, EPN, Imidacloprid และ parathion-methyl มีค่า LOD เท่ากับ 3 นาโนกรัมต่อกรัม ซึ่งที่ระดับ LOD มี Signal to noise ratio ในช่วง 9-88 ส่วนการทดสอบ Accuracy โดยการตรวจวิเคราะห์ Fortified sample ที่ระดับความเข้มข้น 100, 200 และ 500 นาโนกรัมต่อกรัมทั้ง 15 ชนิดสาร มีค่า %Recovery ในช่วง 72.9-113.6 ค่า Relative standard deviations (%RSD) ระหว่าง 0.61 – 4.78 (n=10) ผ่านเกณฑ์ SANTE/11945/2015 ที่กำหนด RSD <20%

1.3.31. สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัด โรคพืช (Fungicide) ด้วยวิธีการ QuEChERs ในพืชที่มีปริมาณน้ำและคลอโรฟิลสูงโดยใช้เทคนิค โครมาโทกราฟแมสสเปกโทรเมตรี ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 2

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการสกัดตัวอย่างกะหล่ำปลี ได้แก่ ชนิด และ ปริมาณ ของ extraction solvent เช่น acetonitrile, 1% acetic acid in acetonitrile, acetone+dichloromethane ชนิดและปริมาณของสารสกัดสำเร็จรูป แบบ Original QuEChERs กับ EN QuEChERs ชนิดและปริมาณสารการ clean- up ตัวอย่าง เปรียบเทียบการสกัดตัวอย่างแบบใช้มือเขย่า กับ เครื่อง homogenizer โดยประเมินจาก % Recovery สรุปวิธีทดสอบดังนี้ ซั่งตัวอย่างกะหล่ำปลี 10.00 กรัม ลง ในหลอด centrifuge ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารมาตรฐานผสมที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ทดสอบ 6 ซ้ำ จากนั้นเติม acetonitrile 10.0 มิลลิลิตร ปิดฝาเขย่าด้วยมือประมาณ 30 วินาที เติมสารผสมของ MgSO₄ 4.0 กรัม, NaCl 1.0 กรัม, SCTD 1.0 กรัม, และ SCDS 0.5 กรัม เขย่าด้วยมือและเครื่องเขย่า vortex ประมาณ 1 นาที นำไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4000 rpm 5 นาที จากนั้นดูดส่วนใส 2.0 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอด centrifuge ขนาด 15 มิลลิลิตร เติมสารผสมระหว่าง MgSO₄ 150.0 มิลลิกรัม PSA 50.0 มิลลิกรัม GCB 7.7 มิลลิกรัม และ C18EC 50 มิลลิกรัม เขย่าด้วยมือและเครื่องเขย่า vortex ประมาณ 1 นาที นำไป centrifuge ที่ ความเร็วรอบ 4000 rpm 5 นาที กรองสารละลายส่วนที่ใสผ่าน syringe filter membrane ขนาด 0.2 ไมโครลิตร ลงใน vial ขนาด 1.5 มิลลิลิตร นำไปตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง LC-MS MS การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์

1) ตัวอย่างกะหล่ำปลี Range/ linearity- ของวิธีการอยู่ในช่วง 0.002-0.7 ไมโครกรัม ต่อกรัม โดยค่า r อยู่ในช่วง 0.9950-0.9998 ระดับความเข้มข้น 0.002-0.7 ไมโครกรัมต่อกรัม ของการวิเคราะห์ ปริมาณสารตกค้าง ยกเว้น aldicarb-sulfoxide, aldicarb-sulfone, methomyl, dicrotophos, imazalil, thiobencarb, และ benfuracarb มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) < 0.9950 LOD ของสารพิษตกค้างแต่ละชนิด อยู่ในช่วง 0.003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่า LOQ ที่ได้มีความเข้มข้นที่ 0.005-0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้น aldicarb-sulfoxide, carbofuran-3-keto, thiobencarb, indoxacarb, และ benfuracarb ไม่สามารถ คำนวณค่า LOD และ LOQ ได้เนื่องจากให้ค่า %recovery ไม่ผ่านเกณฑ์ accuracy ศึกษา 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.005, 0.01 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจากผลการทดลองพบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่า %Recovery อยู่ในช่วง 68-110 , 64-113 และ 68-109 ตามลำดับ ยกเว้น aldicarb-sulfoxide, aldicarb, carbofuran-3-keto, thiobencarb, indoxacarb, และ benfuracarb ให้ค่า %RSD \geq 20 และ %Recovery ไม่ผ่านเกณฑ์ Intermediate precision ได้ค่า HORRAT อยู่ในระหว่าง 0.08-1.17, 0.05-1.64 และ 0.11-1.06 ตามลำดับ ยกเว้น aldicarb-sulfoxide, aldicarb, carbofuran-3-keto, thiobencarb, indoxacarb, และ benfuracarb ให้ค่า HORRAT $>$ 2 หรือ % Recovery ไม่ผ่านเกณฑ์

2) ตัวอย่างผักกาดหอม matrix effect พบว่าสารปนเปื้อนในตัวอย่างไม่มีผลกระทบต่อ การทดสอบ ยกเว้น carbofuran-3-keto Range / linearity ของวิธีการอยู่ในช่วง Working range ซึ่งเป็นช่วง

ความเข้มข้นระหว่าง 0.002-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ cyproconazole, tebuconazole และ indoxacarb ช่วงความเข้มข้นระหว่าง 0.002-0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ carbaryl ช่วงความเข้มข้นระหว่าง 0.002-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ aldicarb-sulfoxide, carbofuran, 3-hydroxy carbofuran, methiocarb, และ triazophos ช่วงความเข้มข้นระหว่าง 0.002-0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ aldicarb-sulfone, methomyl, dicrotophos, mevinphos, aldicarb, propoxur, pirimicarb, imazalil, ethiofencarb, isoprocarb, dimethomorph, fenobucarb, promecarb, iprovalicarb, diazinon, และ ethion ช่วงความเข้มข้นระหว่าง 0.005-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ 3-keto carbofuran ช่วงความเข้มข้นระหว่าง 0.005-0.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของการวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง ได้แก่ thiobencarb ยกเว้น benfuracarb ไม่สามารถประเมินความเป็นเส้นตรงได้เนื่องจาก % Recovery ไม่ผ่านเกณฑ์ LOD ของสารพิษตกค้างแต่ละชนิด พบว่าอยู่ในช่วง 0.003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และค่า LOQ ที่ได้มีความเข้มข้นที่ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้น aldicarb-sulfoxide ได้ค่า LOQ ที่ได้มีความเข้มข้นที่ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนั้นพบว่า 3-keto carbofuran, thiobencarb และ benfuracarb ไม่สามารถประเมินค่า LOD และ LOQ ได้เนื่องจาก %Recovery ไม่ผ่านเกณฑ์ Accuracy ศึกษา 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.005, 0.01 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นอย่างน้อย 10 ข้ำ ผลการตรวจสอบ พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้ค่า Mean %Recovery อยู่ในช่วง 60-120 , 73-120 และ 89-114 ตามลำดับ ยกเว้นที่ความเข้มข้นระดับต่ำ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า % recovery ไม่ผ่านเกณฑ์ ได้แก่ 3-keto carbofuran, thiobencarb, และ benfuracarb ที่ความเข้มข้นระดับกลาง 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า % recovery ไม่ผ่านเกณฑ์ ได้แก่ carbofuran, thiobencarb, และ benfuracarb ความเข้มข้นระดับสูง 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า % Recovery ไม่ผ่านเกณฑ์ ได้แก่ carbofuran, และ benfuracarb

- 1.3.32. สารพิษตกค้างออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในมะม่วง ลำไย ทูเรียน และมังคุด ด้วยวิธีการ QuEChERS และเทคนิค โครมาโทกราฟี แมสสเปกโตรเมตรีของห้องปฏิบัติการ สวพ. 6

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ In house method base on QuEChERS ด้วยเทคนิค LC-MS/MS สารกลุ่ม Organophosphate 19 ชนิด ในตัวอย่างมะม่วง พบว่า Range/ linearity อยู่ในช่วง 0.01-2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลทดสอบ Accuracy และ Precision ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี % recovery อยู่ในช่วง 70-120 และ ค่า HORRAT <2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ, LOD เท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOQ เท่ากับ 0.01 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ วิธีทดสอบ In house method base on QuEChERS ด้วยเทคนิค GC-MS/MS สารกลุ่ม Organophosphate 21 ชนิด สารกลุ่ม Pyrethroid 4 ชนิดในตัวอย่างมังคุด พบว่า Range/ linearity อยู่ในช่วง 0.01-0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่า $R^2 > 0.995$ ผลทดสอบ Accuracy ที่

ความเข้มข้น 0.01, 0.5, 1 และ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี %Recovery อยู่ในช่วง 70-120 และ ค่า HORRAT <2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ ผลทดสอบหาค่า LOD ที่ความเข้มข้น 0.005 และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม LOQ ที่ความเข้มข้น 0.01 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.3.33. สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และคาร์บาเมต (Carbamate) ในมะเขือ ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 5

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม organophosphate จำนวน 20 ชนิด ได้แก่ carbophenothion, chlorpyrifos, chlorpyrifos-methyl, cyanofenphos, cyanophos, diazinon, dichlorvos, EPN, ethion, fenitrothion, malathion, methidathion, parathion, parathion-methyl, phosphamidon, pirimiphos-ethyl, pirimiphos-methyl, profenofos, prothiofos, triazophos ด้วยวิธี in house method base on QuEChERs EN Method วิเคราะห์ด้วย GC-MSMS ในตัวอย่างมะเขือ พบว่าวิธีดังกล่าว สามารถตรวจวิเคราะห์สารทั้ง 20 ชนิดได้อย่างถูกต้องและแม่นยำในช่วงความเข้มข้น 0.01-1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลทดสอบ Accuracy ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี % Recovery อยู่ในช่วง 70-120 และ ค่า HORRAT <2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ มีค่า LOD เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม LOQ เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม Carbamate ที่ จำนวน 12 ชนิด ได้แก่ methomyl, carbosulfan, promecarb, methiocarb, 3oh-carbofuran, 3ket-carbofuran, carbaryl, ethiofencarb, pirimicarb, isoprocarb, propoxur, fenobucarb ด้วยวิธี in house method base on QuEChERs EN Method วิเคราะห์ด้วย LC-MS/MS ในตัวอย่างมะเขือพบว่าสามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำที่ระดับความเข้มข้น 0.01-0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าความเป็นเส้นตรงอยู่ระหว่าง 0.995-0.999 ผลทดสอบ Accuracy ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี %Recovery อยู่ในช่วง 70-120 และ ค่า HORRAT <2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ สารทุกตัวมีค่า LOQ เท่ากับ 0.01 ppm ค่า LOD อยู่ที่ 0.003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้น 3ket-carbofuran มีค่า LOD อยู่ที่ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1.3.34. สารพิษตกค้าง คาร์เบนดาซิม (carbendazim) ในลำไยและพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารคาร์เบนดาซิมในพริก ช่วงการวัด Range ระหว่าง 0.005-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงความเป็นเส้นตรง จากการวัดด้วยเครื่อง 0.005-0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า Correlation coefficient =0.995 ตรวจสอบความแม่นยำ (Accuracy) Trueness โดยพิจารณาจาก %Recovery ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าอยู่ในช่วง 74-115 และ Precision ประเมินโดยใช้ค่า %RSD และค่า HORRAT (Horwitz's Ratio) ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าค่า %RSD อยู่ในช่วง 3.8-17.7 และค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.25-0.84 หาขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection; LOD) 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หาขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation; LOQ) 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทดสอบความจำเพาะเจาะจง (Specificity) สามารถแยกพิกของคาร์เบนดาซิมออกจากสารอื่นอย่างชัดเจน ทดสอบความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะของการทดสอบ

(Robustness) ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยการเพิ่มระยะเวลาในการปั่นเหวี่ยงจาก 3 นาทีเป็น 5 นาที นำผลมาเปรียบเทียบกันวิธีปกติ 3 นาที ค่า HORRAT= 0.8369 เพิ่มเวลาเป็น 5 นาที ค่า HORRAT= 0.4977 ทดสอบความคงทนของการทดสอบ ภายใต้สภาวะการทดสอบปกติ โดยเปลี่ยนผู้ทดสอบ (Ruggedness) ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผู้ทดสอบคนที่ 1 ค่า HORRAT= 0.8369 ผู้ทดสอบคนที่ 2 ค่า HORRAT= 0.3903

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารคาร์เบนดาซิมในลำไย ช่วงการวัด Range ด้วยเครื่อง อยู่ระหว่าง 0.005-2 มิลลิกรัมต่อลิตร ช่วงความเป็นเส้นตรง จากการวัดด้วยเครื่อง 0.005-0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า Correlation coefficient = 0.995 ตรวจสอบความแม่นยำ (Accuracy) Trueness โดยพิจารณาจาก %Recovery ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าอยู่ในช่วง 71-108 และ Precision ประเมินโดยใช้ค่า %RSD และค่า HORRAT (Horwitz's Ratio) ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.05, 0.1 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าค่า %RSD อยู่ในช่วง 3.6-14.9 และค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.24-0.70 หาขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection; LOD) 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หาขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation; LOQ) 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทดสอบความจำเพาะเจาะจง (Specificity) สามารถแยกพีคของคาร์เบนดาซิมออกจากสารอื่นอย่างชัดเจน ทดสอบความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะของการทดสอบ (Robustness) ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยการเพิ่มระยะเวลาในการปั่นเหวี่ยงจาก 3 นาทีเป็น 5 นาที นำผลมาเปรียบเทียบกัน วิธีปกติ 3 นาที ค่า HORRAT= 0.7042 เพิ่มเวลาเป็น 5 นาที ค่า HORRAT= 0.2993

1.3.35. สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERS ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพเรทรอยด์ (Pyrethroid) ในพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1

ผลการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม Organophosphate 24 ชนิด Organochlorine 3 ชนิด และ pyrethroid 5 ชนิด ในพริก ด้วยวิธีการ QuEChERS และเทคนิค GC-MS/MS Range/linearity ของวิธีทดสอบอยู่ในช่วง 0.01-1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทดสอบ Accuracy ที่ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่ามี %Recovery อยู่ในช่วง 70-120 และ ค่า HORRAT <2 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับ

ผลการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม Carbamate 16 ชนิด ด้วยวิธีการ QuEChERS และเทคนิค LC-MS/MS มีช่วงของการวัดที่ 0.005-1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่า r ของสารที่ทดสอบเกือบทั้งหมดมีความเป็นเส้นตรง ยกเว้น carbosulfan, benfuracarb และ aldicarb-sulfone การทดสอบ Accuracy ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พิจารณา %Recovery พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 0.005, 0.01, 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สาร ไม่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ 16, 5, 12 และ 14 ชนิดตามลำดับ

1.3.36. สารพิษตกค้างด้วยวิธี QuEChERS ในตัวอย่างผลไม้กลุ่ม High water and low or no chlorophyll content ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการ QuEChERS เพื่อวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชกลุ่ม high water and low or no chlorophyll content (ชนิดพืช : สตอเบอร์รี่ องุ่น) จำนวน 55 ชนิดสาร ได้แก่ fenobucarb, fenthion, formetanate, indoxacarb, Isoprocarb, metalaxyl, methidathion, methomyl, methoxyfenozide, mevinphos, monocrotophos, oxamyl, phenthoate, phosalone, pirimiphos-ethyl, pirimiphos-methyl, profenofos, promecarb, prometon, propoxur, pyrazosulfuron-ethyl, pyridaben, quizalofop-methyl, quizalofop-p-ethyl, rotenone, tebufenozide tebufenpyrad, temephos, thiacloprid, thiamethoxam, thiobencarb, thiodicarb, triazophos, trifloxystrobin, triflumizole และ zoxamide พบว่าช่วงการวัดด้วยเครื่อง อยู่ระหว่าง 0.005-2.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทดสอบ Accuracy โดย Spike สารมาตรฐาน ในตัวอย่างองุ่น ที่ระดับความเข้มข้น low, medium และ high (n=10) พบว่ามีสารผ่านเกณฑ์ยอมรับจำนวน 51 ชนิด Working range ของวิธีทดสอบ อยู่ระหว่าง 0.005-1.0 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่า LOQ อยู่ในช่วง 0.005-0.1 ไมโครกรัมต่อกรัม และ LOD อยู่ในช่วง 0.001-0.005 ไมโครกรัมต่อกรัม

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ของสารพิษตกค้างในผลไม้กลุ่ม High water and low or no chlorophyll content (ชนิดพืช : องุ่น สตอเบอร์รี่) จำนวน 19 ชนิดสาร ได้แก่ atrazine, clomazone, coumaphos, cymoxanil, diazinon, epoxiconazole, ethabozam, fenoxaprop-p-ethyl, flonicamid, imidaclopid, monocrotophos, omethoate, pencycuron, propanil, pyraclostrobin, pyriproxyfen, quinoxifen, triazophos และ tricyclazole พบว่าช่วงการวัดด้วยเครื่อง อยู่ระหว่าง 0.005-2.00 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตรทดสอบ Accuracy โดย Spike สารมาตรฐาน ในตัวอย่างองุ่น ที่ระดับความเข้มข้น low, medium และ high (n=10) พบว่ามีสารผ่านเกณฑ์ยอมรับจำนวน 51 ชนิด Working range ของวิธีทดสอบ อยู่ระหว่าง 0.005-1.0 ไมโครกรัมต่อกรัม ค่า LOQ อยู่ในช่วง 0.01-0.05 ไมโครกรัมต่อกรัม และ LOD อยู่ในช่วง 0.005-0.01 ไมโครกรัมต่อกรัม

1.3.37. สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ใน ชมพูและถั่วฝักยาว ของห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี

ผลการดำเนินงาน ปี 2560 ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจำนวน 20 ชนิด และกลุ่ม ไพรีทรอยด์จำนวน 7 ชนิด ในชมพู โดยใช้วิธีวิเคราะห์ Buffered QuEChERS ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ทำการตรวจสอบความใช้ได้จากการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ได้แก่ Range/Linearity, Accuracy, Precision, LOD, LOQ และ Matrix effect จากการทดสอบพบว่า ค่า Range/Linearity ของสารทั้ง 2 กลุ่ม มีค่า Correlation coefficient มากกว่า 0.995 ทุกชนิดสาร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดย Range ของกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต และไพรีทรอยด์ อยู่ในช่วง 0.02-1 และ 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ค่า Accuracy มีค่า % Recovery อยู่ในช่วง 71-119 ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex และ ค่า Precision มีค่า HORRAT น้อยกว่า 2 ส่วนค่า Matrix effect พบว่ามีสารจำนวน 6 ชนิดในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ Dichlorvos, Diazinon, Pirimiphos-methyl, Pirimiphos-ethyl, Parathion-ethyl, Ethion และ สารในกลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ Deltamethrin ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ในตัวอย่างชมพู และในปี 2561

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจำนวน 20 ชนิด และกลุ่มไพรีทรอยด์จำนวน 7 ชนิด ในถั่วฝักยาว โดยใช้วิธีวิเคราะห์ Buffered QuEChERS ตรวจวิเคราะห์ชนิดและปริมาณด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ทำการตรวจสอบความใช้ได้จากการวิเคราะห์ค่าต่างๆ ได้แก่ Range/Linearity, Accuracy, Precision, LOD, LOQ และ Matrix effect จากการทดสอบพบว่า ค่า Range/Linearity ของสารทั้ง 2 กลุ่ม มีค่า Correlation coefficient มากกว่า 0.995 ทุกชนิดสาร ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดย Range ของกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และไพรีทรอยด์ อยู่ในช่วง 0.01-1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ค่า Accuracy มีค่า % Recovery อยู่ในช่วง 73-114 ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex ค่า Precision มีค่า HORRAT น้อยกว่า 2 และ ค่า LOD และ LOQ อยู่ระหว่าง 0.01-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในกลุ่มไพรีทรอยด์ ค่า Accuracy มีค่า % Recovery อยู่ในช่วง 81-118 ซึ่งผ่านเกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของ Codex ค่า Precision มีค่า HORRAT น้อยกว่า 2 ส่วนค่า Matrix effect พบว่ามีสารจำนวน 15 ชนิดในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้แก่ Dichlorvos, Mevinphos, Diazinon, Dicrotophos, Pirimiphos-methyl, Chlorpyrifos, Parathion-methyl, Pirimiphos-ethyl, Malathion, Fenitrothion, Methidathion, Profenophos, Triazophos, EPN และ Phosalone และสารในกลุ่มไพรีทรอยด์ ได้แก่ Beta-cyfluthin และ Deltamethrin ที่ Matrix ไม่มีผลต่อการทดสอบ

2. ผลิตภัณฑ์อ้างอิงสำหรับการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์

ได้วัสดุอ้างอิงตามมาตรฐาน ISO/IEC 17034: 2016 ที่ความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) ความเสถียร (Stable) และมีการให้กำหนดค่า (Assigning Value) สำหรับการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

2.1. โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย

ได้ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช 7 ชนิด ประกอบด้วย

- 2.1.1. ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
- 2.1.2. ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนบน
- 2.1.3. ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

- 2.1.1. ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ทำการเตรียมตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน (Internal Reference Material หรือ Inhouse Reference Material –IRM) จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ใบลิ้นจี่ ใบข้าวโพดหวาน และใบถั่วเหลืองฝักสด ปริมาณชนิดละ 2,000 กรัม เตรียมตัวอย่างตาม Guidelines for quality management in soil and plant laboratories FAO Soil Bulletin 74 (Reeuwijk, 1998) คลุกเคล้าตัวอย่างแต่ละชนิดให้เข้ากัน เพื่อผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง โดยการสุ่มตัวอย่างแต่ละชนิดมา 10 ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ปริมาณ N P และ K ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันโดยนำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยหาความแปรปรวน (Analysis of Variance – ANOVA แบบทางเดียว) โดยไม่ตัด Outliers ออก พบว่า F_{cal} ที่

คำนวณได้จากข้อมูลผลวิเคราะห์ N P และ K ของใบลิ้นจี่ มีค่า 0.86, 1.14 และ 2.94 ตามลำดับ ใบข้าวโพดหวาน มีค่า 2.61, 1.00 และ 1.64 ตามลำดับ และใบถั่วเหลืองฝักสด มีค่า 1.88, 0.64 และ 0.67 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าค่า $F_{critical}$ ที่ได้จากการเปิดตาราง คือ 3.02 แสดงว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน หากค่ากำหนด (assigned value) ปริมาณธาตุอาหาร N P K Ca Mg โดยสุ่มวิเคราะห์ 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ได้ค่าเฉลี่ยเพื่อเป็นค่ากำหนดของรายการวิเคราะห์ คือ ใบลิ้นจี่ N 1.60 ± 0.004 , P 0.18 ± 0.048 , K 0.87 ± 0.012 , Ca 0.61 ± 0.004 , Mg 0.39 ± 0.002 ใบข้าวโพดหวาน N 3.56 ± 0.009 , P 0.38 ± 0.000 , K 1.72 ± 0.007 , Ca 1.18 ± 0.006 , Mg 0.20 ± 0.003 ใบถั่วเหลือง N 5.14 ± 0.018 , P 0.29 ± 0.004 , K 1.80 ± 0.013 , Ca 1.48 ± 0.015 , Mg 0.40 ± 0.003 นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบความเสถียร (stability testing) ของพืชทั้ง 3 ชนิด โดยทำการวิเคราะห์ P ในตัวอย่างที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 12 และ 24 เดือน นำค่าวิเคราะห์ที่ได้มาวิเคราะห์ด้วย Regression พบว่า ใบลิ้นจี่ ใบข้าวโพดหวาน และใบถั่วเหลือง มีค่า Significance F 1.0, 0.66 และ 0.79 ตามลำดับ ซึ่งมีความมากกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าตัวอย่างมีความเสถียร

2.1.2. ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนบน

ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างพืชโดยผ่านการบด คลุกเคล้า วิเคราะห์ N P K Ca และ Mg และนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติหาความแปรปรวน (Analysis of Variance – ANOVA แบบทางเดียว) โดยไม่ตัด Outliers ออก พบว่าค่า F_{cal} ของใบปาล์มน้ำมัน มีค่า 0.98, 1.68, 2.73, 1.32 และ 0.47 ตามลำดับ ใบยางพารา มีค่า 1.68, 0.95, 2.30, 1.06 และ 1.43 ตามลำดับ และ ใบทุเรียน มีค่า 0.46, 0.74, 1.23, 1.14 และ 0.61 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าค่า $F_{critical}$ ที่ได้จากรายการ คือ 3.02 แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างใบปาล์มน้ำมัน ยางพารา และ ทุเรียน มีความเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถนำไปหาค่ากำหนดให้ (Assigned Value) เพื่อเป็นตัวอย่างอ้างอิงภายในต่อไปได้ หากค่า Assigned Value ของ 3 ชนิดพืช โดยวิเคราะห์ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ซึ่งสุ่มตัวอย่างที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ในตัวอย่างละ 20 ตัวอย่าง โดยดำเนินการควบคุมไปกับวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard Reference Material-SRM) ได้ค่าเฉลี่ยของแต่ละรายการ เพื่อเป็น Assigned Value ของตัวอย่างพืชอ้างอิงใบปาล์มน้ำมัน N $2.16 \pm 0.216\%$, P $0.15 \pm 0.015\%$, K $1.19 \pm 0.119\%$, Ca $0.36 \pm 0.036\%$ และ Mg $0.20 \pm 0.020\%$ ในส่วน Assigned Value ของตัวอย่างพืชอ้างอิงใบยางพารา N $2.39 \pm 0.239\%$, P $0.16 \pm 0.016\%$, K $0.62 \pm 0.062\%$, Ca $1.22 \pm 0.122\%$ และ Mg $0.35 \pm 0.035\%$ และ Assigned Value ของตัวอย่างพืชอ้างอิงใบทุเรียน N $1.73 \pm 0.173\%$, P $0.19 \pm 0.019\%$, K $1.50 \pm 0.150\%$, Ca $1.92 \pm 0.192\%$ และ Mg $0.72 \pm 0.072\%$ นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบความเสถียร (Stability testing) ของตัวอย่างพืชทั้ง 3 ชนิดพืช โดยทำการวิเคราะห์ N P K Ca และ Mg ในตัวอย่างละ 10 ตัวอย่าง ที่ระยะเวลา 3, 6, 9, 12 และ 17 เดือน เก็บรักษาตัวอย่างในตู้ดูดความชื้นที่อุณหภูมิห้อง ควบคุมความชื้นที่ 20 % RH ในระยะเวลา 1.5 ปี พบว่าค่าวิเคราะห์อยู่ในช่วง ± 2 SD ของค่า Assigned Value คือใบปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง N 2.442 ± 0.051 , P 0.153 ± 0.010 , K 1.264 ± 0.092 , Ca 0.503 ± 0.223 และ Mg 0.247 ± 0.017 ใบยางพารา อยู่ในช่วง N 2.741 ± 0.027 , P 0.168 ± 0.008 , K 0.647 ± 0.113 , Ca 1.453 ± 0.1736 และ Mg 0.396 ± 0.032 และใบทุเรียน N 1.929 ± 0.092 , P 0.199 ± 0.012 , K 1.923 ± 0.214 , Ca 2.203 ± 0.232 และ Mg 0.739 ± 0.038 แสดงให้เห็นว่าส่วนประกอบของตัวอย่างใบพืชทั้งสาม

ชนิดพืชมีความเสถียร ดังนั้นใบปาล์มน้ำมัน ใบยางพารา และใบทุเรียน ที่ผลิตได้จึงมีสมบัติครบถ้วนสมบูรณ์ทุกประการในการเป็นตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน (IRM) และสามารถสอบกลับได้ไปยังวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard Reference Material- SRM) ได้ ผลการทดลองครั้งนี้ทำให้ได้ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน 3 ตัวอย่างๆละประมาณ 5 กิโลกรัม รวม 15 กิโลกรัม ซึ่งเมื่อคิดเป็นมูลค่าของวัสดุอ้างอิงรับรอง แล้วจะสามารถประหยัดงบประมาณแผ่นดินในการจัดซื้อ CRM หรือ SRM ได้ถึง 8.4 ล้านบาท (SRM ราคา 28,000 บาท/ 50 กรัม)

2.1.3. ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง

การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง (Internal Reference Material หรือ Inhouse Reference Material –IRM) โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใบพืชจำนวน 3 ชนิดพืช ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และ ลองกอง โดยดำเนินการตาม Guidelines for quality management in soil and plant laboratories FAO Soil Bulletin 74 (Reeuwijk, 1998) และทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียรในช่วงเวลาที่กำหนด วิเคราะห์หาค่าจริง (Assign Value) ของธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ตามแนวทางของ International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories, AOAC การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างพืชโดยผ่านการบด คลุกเคล้า วิเคราะห์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมและนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance – ANOVA แบบทางเดียว) โดยไม่ตัด Outliers ออก พบว่าค่า F_{cal} ของใบยางพารา มีค่า 2.44, 1.85, และ 1.59 ตามลำดับ ใบปาล์มน้ำมัน มีค่า 2.28, 0.74 และ 1.41 ตามลำดับ และ ใบลองกอง มีค่า 2.03, 1.99 และ 0.41 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าค่า $F_{critical}$ ที่ได้จากตาราง คือ 3.02 แสดงให้เห็นว่าตัวอย่างใบยางพารา ปาล์มน้ำมัน และ ลองกอง มีความเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถนำไปหาค่ากำหนดให้ (Assigned Value) เพื่อเป็นตัวอย่างอ้างอิงภายในต่อไปได้ การวิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในใบยางพารา ปาล์มน้ำมัน และ ลองกองที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อกำหนดเป็นค่า Assigned Value โดยดำเนินการวิเคราะห์ควบคู่ไปกับวัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard Reference Material- SRM) พบว่าปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบยางพาราได้ค่าเท่ากับ 2.51 ± 0.251 , 0.24 ± 0.024 , 1.23 ± 0.123 , 1.16 ± 0.116 และ 0.20 ± 0.020 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในใบปาล์มน้ำมันได้ค่าเท่ากับ 2.26 ± 0.226 , 0.14 ± 0.014 , 0.84 ± 0.084 , 0.92 ± 0.092 และ 0.35 ± 0.035 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนใบลองกองได้ค่าเท่ากับ 2.42 ± 0.242 , 0.17 ± 0.017 , 2.10 ± 0.210 , 1.48 ± 0.148 และ 0.27 ± 0.027 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับการทดสอบความเสถียร (Stability testing) ของตัวอย่างพืชทั้ง 3 ชนิด โดยทำการวิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในตัวอย่างพืชละ 10 ซ้ำ ที่ระยะเวลา 3, 6, 12 และ 18 เดือน ที่ระยะเวลา 18 เดือนหรือ 1.5 ปี พบว่าค่าวิเคราะห์ที่อยู่ในช่วง $X \pm 2$ SD ของค่า Assigned Value นั้นคือปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบยางพาราอยู่ในช่วง 2.475 ± 0.099 , 0.239 ± 0.008 , 1.181 ± 0.231 , 0.999 ± 0.349 และ 0.201 ± 0.017 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในใบปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 2.207 ± 0.176 , 0.138 ± 0.008 , 0.768 ± 0.166 , 0.777 ± 0.243 และ 0.355 ± 0.030 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใบลองกองอยู่ในช่วง 2.376 ± 0.094 , 0.168 ± 0.008 , 2.142 ± 0.171 , 1.207 ± 0.392 และ 0.276 ± 0.024 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า

ส่วนประกอบของตัวอย่างใบพืชทั้งสามชนิดมีความเสถียร ดังนั้นใบยางพารา ปาล์มน้ำมัน และ ลองกอง ที่ผลิตได้ จึงมีสมบัติครบถ้วนสมบูรณ์ทุกประการในการเป็นตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน (IRM) และสามารถสอบกลับได้ไปยัง วัสดุอ้างอิงมาตรฐาน (Standard Reference Material- SRM) ได้ทำให้ได้ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน 3 ตัวอย่างๆ ละประมาณ 2 กิโลกรัม รวม 6 กิโลกรัม ซึ่งเมื่อคิดเป็นมูลค่าของวัสดุอ้างอิงรับรอง แล้วจะสามารถประหยัดงบประมาณแผ่นดินในการจัดซื้อ CRM หรือ SRM ได้ถึง 8.4 ล้านบาท (SRM ราคา 28,000 บาท/ 50 กรัม)

2.2. โครงการที่ 3 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

โดยผลิตวัสดุอ้างอิงสารพิษตกค้างที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ พร้อมในการกระจายให้ห้องปฏิบัติการส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร และภาคเอกชน 10 ชนิด ประกอบด้วย

- 2.2.1. การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผักที่มีปริมาณน้ำและคลอโรฟิลสูง และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ
- 2.2.2. การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโน-ฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผลไม้ที่มีปริมาณน้ำสูง และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ
- 2.2.3. การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) และคาร์บาเมต (Carbamate) ใน ธัญพืช และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

2.2.1. การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผักที่มีปริมาณน้ำและคลอโรฟิลสูง และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในขอบข่าย ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน กลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส กลุ่มไพรีทรอยด์ กลุ่มคาร์บาเมต และ สารป้องกันกำจัดโรคพืชและอื่นๆ ในปี 2559 มีการจัดโปรแกรมการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง : DOA-PRL-01-16 ดำเนินการในช่วง สิงหาคม - กันยายน 2559 โดยเตรียมตัวอย่าง ผักกาดหอม ได้แก่ blank sample และ fortified sample มีการแจ้งขอเชิญห้องปฏิบัติการเข้าร่วมการทดสอบรวม 24 ห้องปฏิบัติการ มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 21 ห้องปฏิบัติการ และ ในปี 2560 จัดโปรแกรมการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง: DOA-PRL-01-17 ดำเนินการในช่วง กรกฎาคม - กันยายน 2560 โดยเตรียมตัวอย่าง มะเขือเทศ ได้แก่ blank sample และ fortified sample แจ้งขอเชิญห้องปฏิบัติการเข้าร่วมการทดสอบรวม 28 ห้องปฏิบัติการ มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 21 ห้องปฏิบัติการ การเตรียม fortified sample สำหรับ

ตัวอย่างผักกาดหอม มีการเติมสาร endosulfan sulfate, cypermethrin, carbaryl, triazophos และ metalaxyl ที่ความเข้มข้น 0.05 -0.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตัวอย่างมะเขือเทศ มีการเติมสาร atrazine, carbaryl, cypermethrin, β -endosulfan, permethrin และ triazophos ที่ความเข้มข้น 0.05-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นำตัวอย่างมาประเมินความเป็นเนื้อเดียวกัน โดยใช้สถิติ ISO 13528 (2015) และสถิติ IUPAC (2006) พบว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนการทดสอบความคงตัวของสารตกค้างในตัวอย่าง ศึกษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 5 °C) ที่ 1, 3, 5 และ 7 วัน นับจากวันส่งตัวอย่าง และที่อุณหภูมิ freezer (ไม่น้อยกว่า -18 °C) ที่ 30 วัน (นับจากวันส่งตัวอย่าง) ซึ่งเป็นวันรายงานผล ทำการตรวจวิเคราะห์วันละ 5 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่าง (%RPD) ของความเข้มข้นเฉลี่ยที่ระยะเวลาต่างๆ กับความเข้มข้นเฉลี่ยที่ 0 วัน และหาเปอร์เซ็นต์ปริมาณเทียบกับปริมาณสารที่ 0 วัน ผลการศึกษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่าสารที่เติมในตัวอย่างผักกาดหอม มีความคงทนที่ 0-7 วัน ส่วนตัวอย่างมะเขือเทศ พบว่าสารมีความคงทนที่ 0-3 วัน การศึกษาที่อุณหภูมิ freezer ทุกสารในตัวอย่างมีความคงทนจนถึง 30 วัน ผลการประเมินค่า z-Score โปรแกรมการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง: DOA-PRL-01-16 (ตัวอย่างผักกาดหอม) พบว่าผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ 68 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \leq 2$ อยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย 8.2 % โดยมีค่า $2 < |z\text{-Score}| < 3$ และอยู่ในเกณฑ์ไม่เป็นที่น่าพอใจ 11.8 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \geq 3$ โปรแกรมการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง: DOA-PRL-01-17 (ตัวอย่างมะเขือเทศ) พบว่าผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ 84 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \leq 2$ อยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย 4 % โดยมีค่า $2 < |z\text{-Score}| < 3$ และไม่เป็นที่น่าพอใจ 12 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \geq 3$ ซึ่งห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบใช้วิธีวิเคราะห์ที่ยอมรับได้ คือวิธี Steinwandter (1985) และ วิธี QuEChERS ส่วนเครื่องมือที่ใช้ตรวจวิเคราะห์เป็นเครื่องมือที่มีความถูกต้อง แม่นยำและยอมรับได้ ได้แก่ GC, GC-MS, GC-MS/MS , HPLC, LC-MS และ LC-MS/MS .

- 2.2.2. การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโน-ฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผลไม้ที่มีปริมาณน้ำสูง และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ โปรแกรมการทดสอบสารพิษตกค้างทางการเกษตรในผลไม้ ได้ดำเนินการในช่วง ตุลาคม 2558 – กันยายน 2560 โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น ตุลาคม 2558 – กันยายน 2559 ทดสอบสารพิษตกค้างในแตงโม และ ตุลาคม 2559 – กันยายน 2560 ทดสอบสารพิษตกค้างในแอปเปิล สารพิษตกค้างในขอบข่ายจำนวน 5 กลุ่ม ได้แก่ ออร์กาโนคลอรีน, ออร์กาโนฟอสฟอรัส, ไพรีทรอยด์, คาร์บาเมต และ สารป้องกันกำจัดโรคพืชและอื่นๆ รวมทั้งสิ้น 74 ชนิด การทดสอบสารพิษตกค้างในแตงโม มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 20 ห้องปฏิบัติการเตรียม fortified sample โดยเติมสาร bifenthrin, pirimiphos ethyl, isoprocarb และ azoxystrobin ที่ความเข้มข้น 0.10-, 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในตัวอย่างแตงโม ประเมินความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง โดยใช้สถิติ ISO 13528 (2005)) และสถิติ IUPAC (2006) พบว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ทดสอบความคงตัวของสารตกค้างในตัวอย่าง โดยศึกษาที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 5 °C) ที่ 1, 3, 5 และ 7 วัน ที่อุณหภูมิ

freezer (ไม่น้อยกว่า -18°C) ที่ 30 วัน (วันรายงานผลนับจากวันส่งตัวอย่าง) ทำการตรวจวิเคราะห์วันละอย่างน้อย 5 ซ้ำ เปรียบเทียบความแตกต่าง (%RPD) ของความเข้มข้นเฉลี่ยที่ระยะเวลาต่างๆ กับความเข้มข้นเฉลี่ยที่ 0 วัน มีความคงทนที่ 0-7 วันทุกสาร มี %RPD เมื่อเทียบกับ ความเข้มข้นเฉลี่ยที่ 0 วันไม่เกิน 10 % เมื่อหาเปอร์เซ็นต์ของสาร ที่ระยะเวลาต่างๆ เทียบกับความเข้มข้นที่ 0 วัน พบว่า อยู่ในช่วง 84-110 % ยกเว้น pirimiphos methyl มีเปอร์เซ็นต์ของสาร 68 % อย่างไรก็ตามการส่งตัวอย่าง ห้องปฏิบัติการจะได้รับตัวอย่างภายใน 3-5 วัน จึงไม่มีผลต่อการทดสอบ รายงานผลการทดสอบตามกำหนดจำนวน 20 ห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบที่คาดหวัง 80 ข้อมูล รายงานผลทั้งสิ้น 47 ข้อมูลคิดเป็น 59 % ของผลการทดสอบที่คาดหวัง สารที่มีการรายงานผลมากที่สุด ได้แก่ bifenthrin และ pirimiphos ethyl สารที่มีการรายงานผลน้อยที่สุด ได้แก่ azoxystrobin สารที่รายงานเป็น false negative ได้แก่ bifenthrin pirimiphos ethyl และ isoprocarb ส่วน azoxystrobin ไม่มีการรายงานผลเป็น false negative ผลการประเมินค่า z-Score ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ 81 % ($|z\text{-Score}| \leq 2$) ไม่พบผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย ($2 < |z\text{-Score}| < 3$) และผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 19% ($|z\text{-Score}| \geq 3$) การทดสอบสารพิษตกค้างในแอปเปิล ห้องปฏิบัติการเข้าร่วมทดสอบ 21 ห้องปฏิบัติการ เตรียม fortified sample โดยเติม chlorpyrifos, fenvalerate, carbaryl และ difenoconazole ที่ความเข้มข้น 0.08 - 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในตัวอย่างแอปเปิล ประเมินความเป็นเนื้อเดียวกันและทดสอบความคงทนของสารเช่นเดียวกับตัวอย่างแดงโม พบว่าสารมีความคงทนที่ 0-7 วัน มี %RPD ไม่เกิน 10 % เปอร์เซ็นต์ของสาร ที่ระยะเวลาต่างๆ เทียบกับความเข้มข้นที่ 0 วัน อยู่ในช่วง 80-120 % รายงานผลการทดสอบตามวันเวลาที่กำหนดจำนวน 21 ห้องปฏิบัติการ และ 2 ห้องปฏิบัติการรายงานผลตัวอย่างละ 2 ชุดตามเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ จึงประเมินเป็น 23 ห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบที่คาดหวัง 92 ข้อมูล รายงานผลทั้งสิ้น 61 ข้อมูลคิดเป็น 66 % ของผลการทดสอบที่คาดหวัง สารที่มีการรายงานผลมากที่สุด ได้แก่ chlorpyrifos และ fenvalerate สารที่รายงานผลน้อยที่สุด ได้แก่ difenoconazole สารที่รายงานเป็น false negative ได้แก่ carbaryl, chlorpyrifos และ difenoconazole ส่วน fenvalerate ไม่มีการรายงานผลเป็น false negative และไม่พบการรายงานผลเป็น False positives ผลการประเมินค่า z-Score ผลการทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ 79 % ($|z\text{-Score}| \leq 2$) ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย 6 % ($2 < |z\text{-Score}| < 3$) และผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 14 % ($|z\text{-Score}| \geq 3$)

2.2.3. การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) และคาร์บาเมต (Carbamate) ใน ธัญพืช และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างข้าวสาร

การทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ดำเนินการใน ปี 2559 มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 15 ห้องปฏิบัติการเตรียมตัวอย่างโดยเติมสารมาตรฐาน profenophos, triazophos, L-cyhalothrin และ carbofuran ลงในตัวอย่างข้าวสารบดละเอียด ตรวจวิเคราะห์ โดยวิธี modified QuEChERS method (Walorczyk and Drozdynski, 2012) ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน และความคงทนของสารในตัวอย่างพบว่า สารมีความคงทนที่ 0-7 วันที่อุณหภูมิ และ 0-30 วันที่อุณหภูมิ freezer

ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบส่งรายงานผลตามวันเวลาที่กำหนดรวมทั้งสิ้น 12 ห้องปฏิบัติการ ผลการประเมินค่า z-Score เมื่อเทียบกับผลการทดสอบทั้งหมดที่รายงานพบว่าผลการทดสอบส่วนใหญ่อยู่ใน เกณฑ์น่าพอใจ 73.9 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \leq 2$ ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์ น่าสงสัย 6.5 % โดยมีค่า $2 < |z\text{-Score}| < 3$ และผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 19.6 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \geq 3$

ตัวอย่างข้าวโพด

การทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ดำเนินการใน ปี 2560 มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 12 ห้องปฏิบัติการเตรียมตัวอย่างโดยเติมสารมาตรฐาน carbaryl, cypermethrin, chlorpyrifos และ thiamethoxam ลงในตัวอย่างข้าวโพด (แห้ง) บดละเอียด ตรวจวิเคราะห์โดยวิธี modified QuEChERS method (Walorczyk and Drozdzyński, 2012) ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันและความคงทนของสารในตัวอย่างพบว่า สารมีความคงทนที่ 0-7 วันที่อุณหภูมิ และ 0-30 วันที่อุณหภูมิ freezer ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบ ได้รายงานผลการทดสอบตามวันเวลาที่กำหนดรวมทั้งสิ้น 12 ห้องปฏิบัติการ สารที่มีการรายงานผลมากตามลำดับ ได้แก่ carbaryl, cypermethrin, chlorpyrifos และ thiamethoxam ตามลำดับ ผลการประเมินค่า z-Score เมื่อเทียบกับผลการทดสอบทั้งหมดที่รายงานพบว่าผลการทดสอบส่วนใหญ่อยู่ใน เกณฑ์น่าพอใจ 84.3 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \leq 2$ ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์ น่าสงสัย 5.9 % โดยมีค่า $2 < |z\text{-Score}| < 3$ และผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 9.8 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \geq 3$

ตัวอย่างข้าวสาร (ไรซ์เบอร์รี่)

การทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ดำเนินการใน ปี 2561 มีห้องปฏิบัติการตอบรับเข้าร่วมการทดสอบ จำนวน 12 ห้องปฏิบัติการเตรียมตัวอย่างโดยเติมสารมาตรฐาน azoxystrobin, carbaryl, chlorpyrifos และ metalaxyl ลงในตัวอย่างข้าวสาร (ไรซ์เบอร์รี่) บดละเอียด ตรวจวิเคราะห์โดยวิธี modified QuEChERS method (Walorczyk and Drozdzyński, 2012) ทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันและความคงทนของสารในตัวอย่างพบว่า สารมีความคงทนที่ 0-7 วันที่อุณหภูมิ และ 0-30 วันที่อุณหภูมิ freezer ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทดสอบ ได้รายงานผลการทดสอบตามวันเวลาที่กำหนดรวมทั้งสิ้น 7 ห้องปฏิบัติการ สารที่มีการรายงานผลมากตามลำดับ ได้แก่ chlorpyrifos, carbaryl, metalaxyl และ azoxystrobin ตามลำดับ ผลการประเมินค่า z-Score เมื่อเทียบกับผลการทดสอบทั้งหมดที่รายงานพบว่าผลการทดสอบส่วนใหญ่อยู่ใน เกณฑ์น่าพอใจ 87.0 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \leq 2$ ผลทดสอบอยู่ในเกณฑ์ น่าสงสัย 4.3 % โดยมีค่า $2 < |z\text{-Score}| < 3$ และผลทดสอบไม่เป็นที่น่าพอใจ 8.7 % โดยมีค่า $|z\text{-Score}| \geq 3$

3. พัฒนาจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit)

พัฒนาชุดตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และเหล็กในดิน และสำหรับวิเคราะห์คลอไรด์ คาร์บอนเนต ไบคาร์บอนเนต ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำเพื่อการเกษตร จำนวน 12 ชุดตรวจสอบ จำนวน 12 ชุดตรวจสอบ โดยใช้วิธีการทำให้เกิดสี (Colorimetric method) หรือการเปรียบเทียบความขุ่น (Turbidimetric method) 1) ดัดแปลงวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ระยะเวลา ลดขั้นตอนที่ยุ่งยาก ดัดแปลงวิธีการ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ พัฒนาจนได้ชุดตรวจสอบที่มีผลทดสอบใกล้เคียงกับผลทดสอบด้วยวิธีวิเคราะห์มาตรฐานของห้องปฏิบัติการ โดยมีค่าประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (The Coefficient of Correlation, r) มากกว่า 0.80 และนำไปทดสอบการใช้งานจริงในภาคสนามสำรวจความพึงพอใจการใช้งาน พบว่าชุดตรวจสอบใช้งานได้ง่าย สะดวกและแม่นยำ มีความสะดวกของใช้งานดังต่อไปนี้

3.1. โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย

- 3.1.1. วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมในดิน
- 3.1.2. วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถันและเหล็กในดิน
- 3.1.3. วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย คลอไรด์ คาร์บอนเนต และไบคาร์บอนเนต ไนเตรท และฟอสเฟต ในน้ำ

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

3.1.1. วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมในดิน

การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส และโปแทสเซียมในดินมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักวิชาการและผู้สนใจในการเข้าถึงการวิเคราะห์ดินทางการเกษตรได้ง่ายขึ้น ทำให้สามารถทราบผลวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว ใช้งานง่ายสามารถวิเคราะห์เองได้ด้วยตนเอง ชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้มีแนวคิดให้มีขั้นตอนน้อย ใช้งานง่าย ทราบผลเร็วและไม่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อม โดยการหาปริมาณอินทรีย์วัตถุใช้หลักการการออกซิไดซ์คาร์บอนด้วย KMnO_4 และการสกัดหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้โดยใช้น้ำยาสกัดเดี่ยว (Mehlich I) หลังจากนั้น นำไปหาปริมาณโดยดัดแปลงจาก Molybdenum blue method และ Turbidimetric method ตามลำดับ โดยน้ำยาที่ใช้ในชุดตรวจสอบอย่างง่ายให้ผลวิเคราะห์ที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับน้ำยาสกัดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.959** และ 0.945** สำหรับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตามลำดับ หาตัวแปรระหว่างน้ำยาสกัดเดี่ยวและน้ำยาสกัดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ โดยใช้สมการ Linear regression ระหว่างค่าวิเคราะห์ที่ได้จากน้ำยาสกัดเดี่ยวและน้ำยาสกัดที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ คือ $y=0.9581x-12.973$ สำหรับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และ $y=0.5372x+15.283$ สำหรับโปแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เพื่อให้สอดคล้องกับการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินของกรมวิชาการเกษตร ทดสอบการใช้งานชุดตรวจสอบอย่างง่ายโดยเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ร้อยเอ็ดและนครนายก จำนวน 36 รายสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้งานและปรับปรุงชุดตรวจสอบจากข้อเสนอแนะของผู้ใช้งานทำให้ได้ชุดตรวจสอบที่มี

ขั้นตอนน้อยใช้งานง่าย มีความแม่นยำ 93.3, 80.0 และ 69.6 เปอร์เซ็นต์ และค่าสัมประสิทธิ์แคปป่าแบบถ่วงน้ำหนัก 0.97, 0.83 และ 0.80 สำหรับชุดตรวจสอบอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามลำดับ

3.1.2. วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถันและเหล็กในดิน

การพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่ายแคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และเหล็ก ในดินมีแนวคิดให้มีขั้นตอนน้อย ใช้งานง่าย ทราบผลเร็วและไม่ใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อม โดยประยุกต์ใช้วิธีการสกัดดินสำหรับวิเคราะห์แคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก ด้วยน้ำยาสกัดเดี่ยว Mehlich III และหาปริมาณแคลเซียม และแมกนีเซียมโดยใช้วิธี EDTA Titration หาปริมาณเหล็กด้วยวิธี Phenanthroline method และการวิเคราะห์กำมะถันใช้วิธีสกัดดินด้วย Ca_2HPO_4 และหาปริมาณโดยวิธี Turbidimetric method ทดสอบประสิทธิภาพ และการใช้งานชุดตรวจสอบแคลเซียม แมกนีเซียมกำมะถัน และเหล็ก โดยใช้ตรวจสอบตัวอย่างดินของเกษตรกร จำนวน 200 ตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดพิจิตร ร้อยเอ็ด นครนายก สมุทรปราการ และนครปฐม ในการปลูกมะม่วง มะยงชิด พืชผัก ข้าวโพด และมันสำปะหลัง ประเมินประสิทธิภาพของชุดตรวจสอบ โดยใช้ผลการตรวจสอบตัวอย่างดินด้วยชุดตรวจสอบที่พัฒนาขึ้น เปรียบเทียบกับผลการตรวจสอบด้วยวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการคำนวณหาค่าความแม่นยำและหาค่าสถิติ Kappa coefficient (K) ซึ่งเป็นเกณฑ์ในการประเมินการยอมรับหรือความน่าเชื่อถือของชุดตรวจสอบพบว่าชุดตรวจสอบมีความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 81.0 มีค่าสถิติ Kappa coefficient (K) เฉลี่ยเท่ากับ 0.57 ถือว่าชุดตรวจสอบนี้อยู่ในเกณฑ์การยอมรับหรือมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดีที่ ($P < 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดตรวจสอบอื่น พบว่า ชุดตรวจสอบอื่นมีความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 72.2 มีค่าสถิติ Kappa coefficient (K) เฉลี่ยเท่ากับ 0.22 อยู่ในเกณฑ์การยอมรับหรือมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับปานกลาง ประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดตรวจสอบ พบว่า ชุดตรวจสอบมีขั้นตอนการใช้งานง่าย ใช้เวลาในการวิเคราะห์เพียง 5 นาที เมื่อเทียบกับชุดตรวจสอบอื่นซึ่งใช้เวลานาน 10 นาที มีต้นทุนค่าวิเคราะห์ต่อตัวอย่างเฉลี่ย 58.84 บาท ในขณะที่ชุดตรวจสอบอื่นมีต้นทุนต่อตัวอย่างเฉลี่ยมากกว่า 85.00 บาท เมื่อเปรียบเทียบด้านราคาพบว่า ชุดตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นมีราคาถูกกว่าชุดตรวจสอบอื่นในท้องตลาดเฉลี่ยถึงร้อยละ 44 ดังนั้นชุดตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นเป็นชุดตรวจสอบที่ประหยัด มีประสิทธิภาพเหมาะสม สามารถพกพาได้สะดวกเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้พื้นที่

3.1.3. วิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบอย่างง่าย คลอไรด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต

ไนเตรท และฟอสเฟต ในน้ำ

ผลการวิจัยและพัฒนาชุดตรวจสอบเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตร พัฒนาชุดตรวจสอบคลอไรด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต โดยดัดแปลงประยุกต์ใช้วิธี Argentometric และ Indicator Method และชุดตรวจสอบไนเตรท และฟอสเฟต ประยุกต์ใช้วิธี Reduction - Diazotization และวิธี Ascorbic acid ตามวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์น้ำในห้องปฏิบัติการ ลดสัดส่วนของตัวอย่างน้ำ และสารเคมีที่ใช้ ทดสอบการเกิดสี และจัดทำเป็นชุดตรวจสอบ หาค่าความสัมพันธ์ระหว่างการวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำ ด้วยชุดตรวจสอบกับผลวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณคลอไรด์ คาร์บอเนต และไบคาร์บอเนต ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำที่วิเคราะห์ด้วยชุดตรวจสอบ มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติกับผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีในห้องปฏิบัติการ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มากกว่า

0.80 ซึ่งทำให้ชุดตรวจสอบที่ได้พัฒนาขึ้นให้ผลใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการมากกว่าร้อยละ 80 ประเมินประสิทธิภาพของชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำทางการเกษตร จากการใช้งานชุดตรวจสอบคาร์บอนเดท ไบคาร์บอนเดท คลอไรด์ ไนเตรท และฟอสเฟต โดยใช้ตรวจสอบตัวอย่างน้ำของเกษตรกร จำนวน 400 ตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัด พิจิตร ร้อยเอ็ด นครนายก สมุทรปราการ และนครปฐม ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกมะม่วง มะยงชิด พืชผัก ข้าวโพด มันสำปะหลัง ผักไฮโดรพอนิกส์ และกล้วยไม้ ประเมินความแม่นยำ ความไว และความจำเพาะ ของชุดตรวจสอบพบว่า ชุดตรวจสอบมีความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 80.62 มีความไวเฉลี่ยร้อยละ 81.28 และมีความจำเพาะเฉลี่ยร้อยละ 80.20 ทดสอบความน่าเชื่อถือของชุดตรวจสอบ โดยใช้ค่าสถิติ Kappa coefficient (K) ซึ่งเป็นเกณฑ์สากลในการประเมินระดับความน่าเชื่อถือของชุดตรวจสอบ (Degree of agreement) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.62 ซึ่งทำให้ชุดตรวจสอบ มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับดี และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดตรวจสอบ พบว่า ชุดตรวจสอบมีขั้นตอนการใช้งานง่าย ใช้เวลาในการวิเคราะห์เพียง 3 - 5 นาที เมื่อเทียบกับชุดตรวจสอบอื่น ซึ่งใช้เวลานาน 5 - 15 นาที มีต้นทุนค่าวิเคราะห์ต่อตัวอย่างเฉลี่ย 50.61 บาท ในขณะที่ชุดตรวจสอบอื่นต้องมีการนำเข้าและมีต้นทุนต่อตัวอย่างเฉลี่ยมากกว่า 82.42 บาท ทำให้ชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำที่พัฒนาขึ้นมีราคาถูกกว่าชุดตรวจสอบอื่นๆ ที่จำหน่ายในท้องตลาดเฉลี่ยถึงร้อยละ 61 ดังนั้นชุดตรวจสอบที่พัฒนาขึ้นจึงเป็นชุดตรวจสอบที่ประหยัด มีประสิทธิภาพเหมาะสม สามารถพกพาได้สะดวกเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้พื้นที่ สามารถจำหน่ายเป็นเชิงพาณิชย์ได้

4. ศึกษาหาความเสถียร และการเสื่อมสภาพของปุ๋ย และวัตถุดิบทรายทางการเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่เกษตรกร และผู้ประกอบการ

ได้ผลการทดสอบความเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยโดยประเมินความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารรับรองในปุ๋ยเคมี ภายใต้สภาวะของการทดสอบที่อุณหภูมิระดับต่างๆ ในช่วงเวลาสั้นๆ และได้ผลการศึกษาอิทธิพลของปริมาณยูเรียที่มีผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในตัวอย่างปุ๋ย ที่มียูเรียเป็นส่วนผสม โดยนำปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต และสารตัวเติม มาผสมแบบคลุกเคล้าให้เข้ากันให้มีปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน และยูเรียไนโตรเจน เท่ากับ 0:1, 0.1:1, 0.3:1, 0.4:1, 0.7:1 และ 1:1 และได้ผลการศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต (dimethoate), โอมิโทเอต (omethoate) และมาลาไทออน (malathion) ดังต่อไปนี้

4.1. โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย

- 4.1.1. ทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยเคมี
- 4.1.2. อิทธิพลของปริมาณยูเรียที่มีผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในตัวอย่างปุ๋ย ที่มียูเรียเป็นส่วนผสม

4.2. โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร

- 4.2.1. การศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต (dimethoate), โอมิโทเอต (omethoate) และมาลาไทออน (malathion)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1. โครงการที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พีช ดิน และน้ำ ประกอบด้วย

4.1.1. ทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในปุ๋ยเคมี

ผลการศึกษาความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเคมีเชิงประกอบ ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ดและปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ประกอบด้วยปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยวหรือปุ๋ยเคมีเชิงประกอบ ได้แก่ สูตร 46-0-0, 21-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด ได้แก่ สูตร 16-20-0, 16-12-8, 15-15-15, 16-16-16 และ 24-7-7 ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ได้แก่ สูตร 12-24-12, 8-24-24, 16-20-0, 9-24-24 และ 19-19-19 รวมทั้ง 16 สูตร โดยทดสอบความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาวและผลของอุณหภูมิต่อความเสถียรของตัวอย่างปุ๋ยในระยะสั้น โดยนำผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารมาทดสอบด้วยสถิติ Regression analysis โดยใช้ตัวแบบวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและปริมาณธาตุอาหารของตัวอย่างปุ๋ยแต่ละสูตร ประเมินจากค่าสถิติ t พบว่า $|t| \leq t_{\alpha/2, n-2}$ และประเมินความแปรปรวน โดยใช้สถิติ F พบว่า $p\text{-value} \geq \alpha$ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าเวลาและปริมาณธาตุอาหารไม่มีความสัมพันธ์กัน ตัวอย่างปุ๋ยทั้ง 16 สูตร จึงมีความเสถียรภายใต้สภาวะการเก็บรักษาทั้งในตู้ดูดความชื้นและที่อุณหภูมิห้องตลอดอายุ 36 เดือน และมีความเสถียรภายใต้สภาวะของการทดสอบที่อุณหภูมิ 40, 55, 75 และ 85°C ในช่วงเวลา 8 สัปดาห์ โดยสามารถประมาณค่าความไม่แน่นอนของการหาค่าความเสถียรในระยะยาวเพื่อใช้กำหนดช่วงความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยตลอดอายุการเก็บรักษาได้

4.1.2. อิทธิพลของปริมาณยูเรียที่มีผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนในตัวอย่างปุ๋ย ที่มียูเรียเป็นส่วนผสม

ผลของปริมาณยูเรียต่อค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน โดยวิธีแมกนีเซียมออกไซด์ในปุ๋ยเคมีเป็นการศึกษาผลกระทบของปริมาณยูเรียต่อค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน เพื่อนำไปหาปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนขั้นต่ำในปุ๋ยเคมีที่มียูเรียเป็นส่วนประกอบ และยังคงให้ผลการวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนตามวิธีแมกนีเซียมออกไซด์อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ สำหรับใช้เป็นแนวทางในการกำหนดเกณฑ์ของปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนขั้นต่ำในการขึ้นทะเบียนปุ๋ยเชิงเดี่ยวไนโตรเจนแบบคลุกเคล้า โดยวิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนตามวิธีแมกนีเซียมออกไซด์ ในตัวอย่างปุ๋ยเชิงเดี่ยวไนโตรเจนแบบคลุกเคล้าที่ส่วนผสมของแอมโมเนียมไนโตรเจนและยูเรียไนโตรเจนในอัตราส่วน 0:1, 0.1:1, 0.3:1, 0.4:1, 0.7:1 และ 1:1 แล้วนำผลวิเคราะห์ที่ได้ไปคำนวณหาความคลาดเคลื่อนจากค่าจริง และนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์คลาดเคลื่อนไนโตรเจนทั้งหมดตามที่ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนด จากการทดลองพบว่าปุ๋ยที่มียูเรียเป็นส่วนประกอบจะทำให้ผลวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนมีความถูกต้องน้อยลง โดยปริมาณปุ๋ยยูเรียที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความแตกต่างระหว่างค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้กับค่าจริงเพิ่มขึ้นในเชิงบวก สำหรับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนขั้นต่ำในปุ๋ยเชิงเดี่ยวไนโตรเจนแบบคลุกเคล้าที่มียูเรียเป็นส่วนประกอบ และให้ผลการวิเคราะห์ตามวิธีแมกนีเซียมออกไซด์อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ สูตร 20-0-0, 25-0-0 และ 30-0-0 เท่ากับ 8%, 10% และ 15% ตามลำดับ

4.2. โครงการที่ 2 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร

4.2.1. การศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต (dimethoate), โอเมโทเอต (omethoate) และมาลาไทออน (malathion)

ทำการศึกษาการเสื่อมสภาพของ dimethoate omethoate และ malathion โดยการวิเคราะห์ค่าปริมาณสารออกฤทธิ์ และสมบัติทางเคมีกายภาพ ทุกๆ 3 เดือน จากผลการทดลอง พบว่า ค่าปริมาณสารออกฤทธิ์ dimethoate มีแนวโน้มลดลงในเดือนที่ 6 lot.1 และ lot.2 ลดลงเหลือ 37.5% และ 30.7% ตามลำดับ ในขณะที่สาร omethoate และ malathion มีแนวโน้มลดลงในเดือนที่ 12 lot.1 lot.2 lot.3 ลดลงเหลือ 47.1% 40.1% และ 46.5% ตามลำดับ สาร malathion lot.1, lot.2 และ lot.3 ลดลงเหลือ 66.6% 58.7% และ 65.7% ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาถึง 24 เดือน สำหรับที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง dimethoate lot.1 และ lot.2 ลดลงเหลือ 27.7% และ 15.5% ตามลำดับ omethoate lot.1, lot.2 และ lot.3 ลดลงเหลือ 45.1% 32.7% และ 41.5% ตามลำดับ และ malathion lot.1, lot.2 และ lot.3 ลดลงเหลือ 59.0% 24.6% และ 58.8% ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างที่เก็บอุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส สาร dimethoate มีแนวโน้มลดลงในเดือนที่ 6 เช่นเดียวกับอุณหภูมิห้อง lot.1 และ lot.2 ลดลงเหลือ 37.9% และ 37.1% ตามลำดับ สาร malathion มีแนวโน้มลดลงในเดือนที่ 9 lot.1, lot.2 และ lot.3 ลดลงเหลือ 71.7% 78.5% และ 76.1% ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาถึง 24 เดือน สำหรับที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส สาร dimethoate lot.1 และ lot.2 ลดลงเหลือ 38.4% และ 34.1% ตามลำดับ omethoate lot.1, lot.2 และ lot.3 ยังคงมีปริมาณสารออกฤทธิ์ ไม่แตกต่างจากระยะเวลาเริ่มต้น คือ 52.8%, 48.6% และ 49.4% ตามลำดับ และ malathion lot.1,

lot.2 และ lot.3 ลดลงเหลือ 69.4%, 72.9% และ 69.9% ตามลำดับ สำหรับค่า pH ทั้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส ค่า pH ของ สารทั้งหมดมีค่าต่ำและไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับค่า pH เริ่มต้น โดยพิจารณาจากค่า pH เฉลี่ย ที่อุณหภูมิห้อง dimethoate lot.1 และ lot.2 เท่ากับ 2.915 และ 2.804 ตามลำดับ omethoate lot.1, lot.2 และ lot.3 ค่า pH เท่ากับ 2.556, 2.342 และ 2.617 ตามลำดับ และ malathion lot.1, lot.2 และ lot.3 เท่ากับ 2.833, 2.665 และ 2.800 ตามลำดับ ค่า pH เฉลี่ยที่อุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส dimethoate lot.1 และ lot.2 เท่ากับ 2.901 และ 2.868 ตามลำดับ omethoate lot.1, lot.2 และ lot.3 เท่ากับ 2.852, 2.807 และ 2.716 ตามลำดับ และ malathion lot.1, lot.2 และ lot.3 เท่ากับ 2.785, 3.038 และ 3.146 ตามลำดับ ค่าปริมาณน้ำเจือปนที่อุณหภูมิห้อง สาร dimethoate lot.1 และ lot.2 มีค่าสูงสุดที่ 0.664 และ 0.8484 ตามลำดับ และ malathion lot.1, lot.2 และ lot.3 มีค่าสูงสุดที่ 0.6568, 0.6360 และ 0.6238 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส dimethoate lot.1 และ lot.2 มีค่าสูงสุดที่ 0.6439 และ 0.5755 ตามลำดับ และ malathion lot.1, lot.2 และ lot.3 มีค่าสูงสุดที่ 0.4312, 0.6684 และ 0.5935 ตามลำดับ ทั้งที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำเจือปนเพิ่มขึ้นจากค่าเริ่มต้น เกณฑ์การยอมรับไม่ได้กำหนดไว้ใน FAO-Specification แต่จากผลการทดลองปริมาณน้ำเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ปริมาณสารออกฤทธิ์ลดลง สำหรับการคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชันนั้น ผลิตภัณฑ์เกือบทุก lot มีค่าการทดสอบเกิดเป็นอิมัลชันได้หมด การเกิดเป็นอิมัลชันทำให้สารออกฤทธิ์สามารถแพร่กระจายได้ทั่วถึงเมื่อผสมน้ำต่อนฉีดพ่นสาร ผลการทดสอบไม่เกิดคริมและน้ำมัน ยกเว้น dimethoate ใน lot ที่ 2 ที่เกิดคริม 1.5 มิลลิลิตร แต่ทั้งนี้ไม่เกินเกณฑ์กำหนดมาตรฐาน ของ FAO-Specification ซึ่งกำหนดไว้ คือไม่เกิน 4 มิลลิลิตร ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ (Conclusion and Suggestion)

1. พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

1.1. การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี 10 วิธี ดินและน้ำ 2 วิธี พีช 1 วิธี การพัฒนา และ ตรวจสอบ ความ ใช้ ได้ ของ วิธี วิเคราะห์ ปุ๋ย พีช ดิน โดยเทคนิค NIR 3 วิธี และการพัฒนาเทคนิคระบบการวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ 2 วิธี ด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) เพลมโฟโตมิเตอร์ (Flame Photometer) อะตอมมิค แอ็บซอร์ปชัน สเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer; AAS) อินดักทีฟลีคอปเปิลพลาสมาออปติคอลลิมิซชันสเปกโตรเมทรี (Inductively coupled plasma- optical emission spectrometer; ICP-OES) รวมทั้งสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (Near Infrared Spectroscopy; NIRS) ให้ผลการทดสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity) ช่วงของการวัด (Working range) ความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยง (Precision) ผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐาน AOAC วิธีที่ผ่านการทดสอบนำไปใช้ในการยื่นขอและขยายขอบข่ายการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 : 2017 ได้

1.2. การตรวจสอบความใช้ได้ของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรทั้ง 74 วิธี ด้วยเทคนิค แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography; GC) มีตัวตรวจจับชนิดเฟรมไอออนเซชัน (Flame Ionization Detector;

FID) และเทคนิคไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิกวิด โครมาโทกราฟี (High performance liquid chromatography; HPLC) มีตัวตรวจจับชนิดไดโอดอาร์เรย์ (Diode array) ให้ผลการทดสอบความจำเพาะเจาะจง (Specification/Selectivity) ซึ่งไม่มี peak ไตรบวงวนการวิเคราะห์ และให้ค่าการทดสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity) ช่วงของการวัด (Working range) ความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยง (Precision) ความคงทนของวิธี (Robustness/Ruggedness) ผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐาน AOAC วิธีที่ผ่านการทดสอบนำไปใช้ในการยื่นขอและขยายขอบข่ายการรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025:2017 เพิ่มศักยภาพของหน่วยงานรัฐให้เป็นที่น่าเชื่อถือในระดับนานาชาติ

1.3. การตรวจสอบความใช้ได้ของสารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช 24 วิธี ไม่น้อยกว่า 250 ชนิดสาร ด้วยเทคนิคลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (Liquid Chromatography - Mass Spectrometer/Mass Spectrometer; LC-MS/MS) แก๊สโครมาโทกราฟี (Gas chromatography; GC) และเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโทกราฟี-แทนเดมแมสสเปกโตรเมตรี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry; HPLC-TDMS) ให้ผลการทดสอบความเป็นเส้นตรง (Linearity) ช่วงของการวัด (Working range) ความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยง (Precision) ผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐาน AOAC, ISO/IEC 17025 : 2017 และ CODEX

2. ผลิตัวสดอ้างอิงสำหรับการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์

2.1. ได้ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช 7 ชนิด ประกอบด้วย ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้แก่ ใบลิ้นจี่ ใบข้าวโพดหวาน และใบถั่วเหลืองฝักสด ที่มีค่ากำหนดของรายการวิเคราะห์ คือ ใบลิ้นจี่ N 1.60 ± 0.004 , P 0.18 ± 0.048 , K 0.87 ± 0.012 , Ca 0.61 ± 0.004 และ Mg 0.39 ± 0.002 ใบข้าวโพดหวาน N 3.56 ± 0.009 , P 0.38 ± 0.000 , K 1.72 ± 0.007 , Ca 1.18 ± 0.006 และ Mg 0.20 ± 0.003 ใบ ถั่วเหลือง N 5.14 ± 0.018 , P 0.29 ± 0.004 , K 1.80 ± 0.013 , Ca 1.48 ± 0.015 และ Mg 0.40 ± 0.003 ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนบน ได้แก่ ใบปาล์มน้ำมัน ยางพารา และ ทุเรียน มีความเป็นเนื้อเดียวกัน มีค่า Assigned Value ของตัวอย่างพืชอ้างอิงใบปาล์มน้ำมัน N $2.16 \pm 0.216\%$, P $0.15 \pm 0.015\%$, K $1.19 \pm 0.119\%$, Ca $0.36 \pm 0.036\%$ และ Mg $0.20 \pm 0.020\%$ ในส่วน Assigned Value ของตัวอย่างพืชอ้างอิงใบยางพารา N $2.39 \pm 0.239\%$, P $0.16 \pm 0.016\%$, K $0.62 \pm 0.062\%$, Ca $1.22 \pm 0.122\%$ และ Mg $0.35 \pm 0.035\%$ และ Assigned Value ของตัวอย่างพืชอ้างอิงใบทุเรียน N $1.73 \pm 0.173\%$, P $0.19 \pm 0.019\%$, K $1.50 \pm 0.150\%$, Ca $1.92 \pm 0.192\%$ และ Mg $0.72 \pm 0.072\%$ ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง ได้แก่ ยางพารา ปาล์มน้ำมัน และ ลองกอง มีค่า Assigned Value ของปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมในใบยางพาราอยู่ในช่วง 2.475 ± 0.099 , 0.239 ± 0.008 , 1.181 ± 0.231 , 0.999 ± 0.349 และ 0.201 ± 0.017 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในใบปาล์มน้ำมันอยู่ในช่วง 2.207 ± 0.176 , 0.138 ± 0.008 , 0.768 ± 0.166 , 0.777 ± 0.243 และ 0.355 ± 0.030 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และใบลองกองอยู่ในช่วง 2.376 ± 0.094 , 0.168 ± 0.008 , 2.142 ± 0.171 , 1.207 ± 0.392 และ 0.276 ± 0.024

เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ได้ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน 9 ตัวอย่างๆ ละประมาณ 2 กิโลกรัม ซึ่งเมื่อคิดเป็นมูลค่าของวัสดุอ้างอิงรับรอง แล้วจะสามารถประหยัดงบประมาณแผ่นดินในการจัดซื้อ CRM หรือ SRM ได้ถึง 8.4 ล้านบาท (SRM ราคา 28,000 บาท/ 50 กรัม)

2.2. ได้วัสดุอ้างอิงสารพิษตกค้างที่ใช้ในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ พร้อมในการกระจายให้ห้องปฏิบัติการส่วนภูมิภาคของกรมวิชาการเกษตร และภาคเอกชน 10 ชนิด ได้แก่ ตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผักที่มีปริมาณน้ำและคลอโรฟิลสูง ตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผลไม้ที่มีปริมาณน้ำสูง ตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) และคาร์บาเมต (Carbamate) ในธัญพืช

3. พัฒนาจัดทำชุดตรวจสอบอย่างง่าย (Test kit)

พัฒนาชุดตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารอินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถัน และเหล็กในดิน และสำหรับวิเคราะห์คลอไรด์ คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำเพื่อการเกษตร จำนวน 12 ชุดตรวจสอบ จำนวน 12 ชุดตรวจสอบ โดยใช้วิธีการทำให้เกิดสี (colorimetric method) หรือการเปรียบเทียบความขุ่น (Turbidimetric method) 1) ดัดแปลงวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ปรับลดระยะเวลา ลดขั้นตอนที่ยุ่งยาก ดัดแปลงวิธีการ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ พัฒนาจนได้ชุดตรวจสอบที่มีผลทดสอบใกล้เคียงกับผลทดสอบด้วยวิธีวิเคราะห์มาตรฐานของห้องปฏิบัติการ โดยมีค่าประสิทธิสหสัมพันธ์ (The Coefficient of Correlation, r) มากกว่า 0.80 และนำไปทดสอบการใช้งานจริงในภาคสนามสำรวจความพึงพอใจการใช้งาน พบว่าชุดตรวจสอบใช้งานได้ง่าย สะดวกและแม่นยำ มีความสะดวกของใช้งาน และมีความถูกต้องร้อยละ 80

4. ศึกษาหาความเสถียร และการเสื่อมสภาพของปุ๋ย และวัตถุดิบทางการเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่เกษตรกร และผู้ประกอบการ

4.1. ได้ผลการศึกษาความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเคมีเชิงประกอบ ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ดและปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ประกอบด้วยปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยวหรือปุ๋ยเคมีเชิงประกอบ ได้แก่ สูตร 46-0-0, 21-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด ได้แก่ สูตร 16-20-0, 16-12-8, 15-15-15, 16-16-16 และ 24-7-7 ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า ได้แก่ สูตร 12-24-12, 8-24-24, 16-20-0, 9-24-24 และ 19-19-19 รวมทั้ง 16 สูตรพบว่า ตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียรภายใต้สภาวะการเก็บรักษาทั้งในตู้ความชื้นและที่อุณหภูมิห้องตลอดอายุ 36 เดือน และมีความเสถียรภายใต้สภาวะของการทดสอบที่อุณหภูมิ 40, 55, 75 และ 85 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 8 สัปดาห์ โดยสามารถประมาณค่าความไม่แน่นอนของการหาค่าความเสถียรในระยะยาวเพื่อใช้กำหนดช่วงความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่าง

ปุ๋ยตลอดอายุการเก็บรักษาได้ และการศึกษาผลของปริมาณยูเรียต่อค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน โดยวิธีแมกนีเซียมออกไซด์ในปุ๋ยเคมี ในอัตราส่วน 0:1, 0.1:1, 0.3:1, 0.4:1, 0.7:1 และ 1:1 พบว่าปุ๋ยที่มียูเรียเป็นส่วนประกอบจะทำให้ผลวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนมีความถูกต้องน้อยลง โดยปริมาณปุ๋ยยูเรียที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าความแตกต่างระหว่างค่าวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจนที่วิเคราะห์ได้กับค่าจริงเพิ่มขึ้นในเชิงบวก สำหรับปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจนขั้นต่ำในปุ๋ยเชิงเดี่ยวไนโตรเจนแบบคลุกเคล้าที่มียูเรียเป็นส่วนประกอบ และให้ผลการวิเคราะห์ตามวิธีแมกนีเซียมออกไซด์อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ ได้แก่ สูตร 20-0-0, 25-0-0 และ 30-0-0 เท่ากับ 8%, 10% และ 15% ตามลำดับ

4.2. การศึกษาการเสื่อมคุณภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช dimethoate omethoate และ malathion ในการศึกษาที่ระยะเวลาทั้งสิ้น 24 เดือน (2 ปี) สารออกฤทธิ์ทั้ง 3 ชนิด ในส่วนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากจนถึงระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จากผลการทดสอบตัวอย่างทั้งหมด ตัวอย่างที่พบว่ามีค่าลดลงมากที่สุดคือ dimethoate ใน lot ที่ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้สารเติมเต็ม (สารไม่ออกฤทธิ์) ในแต่ละ lot การผลิตที่ไม่เหมือนกันเนื่องจากได้มาจากแหล่งผลิตต่างแหล่งกัน สารที่เพิ่มเข้าไปใน lot ที่ 2 อาจจะเป็นสารที่ไม่คงทนต่อสภาวะแวดล้อมของประเทศไทย ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูง (ประมาณ 35 องศาเซลเซียส) จะพบว่าทุก lot ของผลิตภัณฑ์ ที่อุณหภูมิห้อง (26-35 องศาเซลเซียส) จะมีผลทำให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆเปลี่ยนแปลงมากกว่าที่อุณหภูมิตู้เย็น 5 องศาเซลเซียส ที่เห็นได้ชัดคือปริมาณสารออกฤทธิ์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง

เอกสารอ้างอิง (Reference)

- กรมควบคุมมลพิษ. 2549. คู่มือการประเมินมลพิษจากกิจกรรมการเกษตร. กรมควบคุมมลพิษกรุงเทพมหานคร. 68 หน้า.
- กรมวิชาการเกษตร. 2551. คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.
- กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557. วัสดุอ้างอิงคืออะไร. สืบค้นจาก <http://webdb.dmsc.moph.go.th/rm/> [มี.ค. 2557].
- กฤษณา ชัชพงศ์ ยูพดี จิตรไพศาล และจิราพร ศรีพลากิจ. 2539. การศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.
- กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2551. คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 66 หน้า.
- กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2553. คู่มือวิเคราะห์ดินทางเคมีและฟิสิกส์. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. 79 หน้า.
- กิตติพร เหล่าแสงธรรม. 2530. การศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี โดย Flame Photometric Method. กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ, กรุงเทพมหานคร.
- จันทร์รัตน์ วรสรรพวิทย. 2557. การศึกษาความเสถียรของวัสดุอ้างอิง/วัสดุอ้างอิงรับรอง โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย. วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 62 ฉบับที่ 194 : 26-29.
- จิตตานันท์ สรวยเอี่ยม และสุกัญญา คำคง. 2557. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์วัตุภูมิพิษการเกษตร Chlorpyrifos+Cypermethrin. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ 2557. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 47-58.
- ดุขฎิ มั่นความดี และ จันทร์รัตน์ วรสรรพวิทย. 2552. เอกสารประกอบการฝึกอบรมตามแผนพัฒนาบุคลากรของกรมวิชาการเกษตร เรื่อง การผลิตวัสดุอ้างอิงและการสอบกลับได้. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ทิพวรรณ นิ่งน้อย. 2549. แนวปฏิบัติการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีโดยห้องปฏิบัติการเดี่ยว. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.
- นันทนา กัลยานวัฒน์ และนุชนาท นาคำ. 2555. แนวทางการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบทางเคมี. รายงานวิชาการฉบับที่ สอพ.1/2555. สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน. กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่, กรุงเทพฯ.
- บุญแสน เตียนบุญธรรม. 2543. สหสัมพันธ์ระหว่างวิธีวิเคราะห์ NPK ในดินกับการดูดกินธาตุอาหาร NPK ของข้าวโพดในชุดดินตาคลีลพบุรีและชัยบาดาล. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ปิยะรัตน์ ปานอินทร์. 2550. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์และการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ความชื้นในปุ๋ย. รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2550. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. หน้า 328-337.
- พงศ์ศรี ไบอดุลย์ มลิสสา คนรู้ และพุลสุข หฤทัยธนาสันต์. 2546. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์รวมสารกำจัดวัชพืชกลุ่มไตรอาซีนในน้ำ โดยวิธี High pressure liquid chromatography. การประชุมวิชาการประจำปี 2546. กรมวิชาการเกษตร.
- พงศ์ศรี ไบอดุลย์ ปรีชา ฉัตรสันติประภา และพุลสุข หฤทัยธนาสันต์. 2543. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่มไตรอาซีนในดิน : อะทราซีน และอะมีทริน. การประชุมวิชาการประจำปี 2543. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- พงศ์ศรี ไบอดุลย์ ปรีชา ฉัตรสันติประภา และพุลสุข หฤทัยธนาสันต์. 2544. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่มไตรอาซีนในดิน : เม็ทไตรบูซิน. การประชุมวิชาการประจำปี 2544. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- พงศ์ศรี ไบอดุลย์ มลิสสา คนรู้ และพุลสุข หฤทัยธนาสันต์. 2545. การพัฒนาวิธีตรวจวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืชกลุ่มไตรอาซีนในน้ำ. การประชุมวิชาการประจำปี 2545. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- พงศ์ศรี ไบอดุลย์ มลิสสา เวชยานนท์ บังอร ธารพล และ ธวัชชัย หงษ์ตระกูล. 2547. การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์สารกำจัดวัชพืช butachlor, oxadiazon, propanil, thiobencarb และ trifluralin ในดินและน้ำ โดยวิธี Gas chromatography. กรมวิชาการเกษตร.
- แม่น อมรสิทธิ์ อมร เพชรสม ยุวดี เชี่ยววัฒนา อทิตยา ศิริภิญญานนท์ ศรีวไล โอมอภิญญาณ และ อุมภาพร สุขม่วง. 2552. หลักการและเทคนิคการวิเคราะห์เชิงเครื่องมือ Principle and Techniques of Instrumental Analysis Spectroscopy. ชวนพิมพ์, กรุงเทพมหานคร. 676 หน้า.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2546. ธาตุอาหารพืช. ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, จตุจักร, กรุงเทพฯ.
- ยงยุทธ โอสดสภา. 2552. ธาตุอาหารพืช. ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สถาบันอาหาร. 2547. การทำ Validation วิธีทดสอบทางเคมี. เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาวิชาการด้านอุตสาหกรรมอาหาร. ณ โรงแรมมารวย กรุงเทพฯ.
- สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์ จันทิรา อริยธัช และลัดดาวัลย์ มีสุข. 2530. เอกสารวิชาการด้านปฐพีวิทยาผลงานวิจัยประจำปี 2529 เล่ม 1. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.
- สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 2556. ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2551-2555. สืบค้นจาก <http://w.w.w.doa.go.th/ard/> [9 มี.ค. 2557].
- สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2557. รายงานปริมาณการนำเข้าวัตถุดิบอันตรายทางการเกษตร. สืบค้นจาก <http://w.w.w.doa.go.th/ard/> [6 กรกฎาคม 2557].
- สุรเชษฐ์ อร่ามรักษ์. 2550. การประเมินฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในดินบางชุดดินของประเทศไทย โดยวิธีเมลิช 3 และแอมโมเนียมไบคาร์บอเนต-ดีทีพีเอ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- แสงดาว เขาแก้ว. 2545. การศึกษาน้ำยาสกัดธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ (N, P, K) ในชุดดินลพบุรีชัยบาดาลตาคี สตี๊กและปากช่อง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อมรา หาญจวนิช สงกรานต์ มะลิสอน พงศ์พิศ แก้วสุข และวรรณรัตน์ ชุตินุตร. 2553. พัฒนาวิธีวิเคราะห์และ การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริม และสารพิษในปุ๋ย โดยใช้เครื่อง Inductively Coupled Plasma (ICP). หน้า 224-232. ใน รายงานผลการปฏิบัติงานประจำปี งบประมาณ 2553 เล่มที่ 2 กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร.
- Anastassiades. M., D.I. Kolberg, D. Mack, I. Sigalova, D. Roux and D. Fugel. 2008. Quick Method for the Analysis of Residues of Highly Polar Pesticides in Foods of Plant Origin Involving Simultaneous Extraction with Methanol and LC-MS/MS Determination. version 6 : 1-37.
- Anastassiades. M., J. Lehotay, D. Stajnbaher 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 : 412-431.
- AOAC. 2016. Official Method of Analysis of AOAC International 20th ed. Association of Official Analytical Chemises. Gaithersburg. Marry land, USA. Official Method 920.03. 15.
- APHA, AWWA and WPCF. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. Washington D.C., American Public Health Association.
- Attanandana. T., C. Suwannarat, T. Vearasilp, S. Kongton, R. Meesawat, P. Boonampol, K. Soitong, C. Tipanuka and R.S. Yost. 2001. NPK fertilizer recommendation systems for corn, Decision aids and test kits. Paper Presented at the International Conference on Nutrient Balances for Sustainable Agriculture Production and Natural Resource.
- Bontempo V., A.D. Giancamillo, G. Savoini, V. Dell'Orto and C. Domeneghini. 2006. Live yeast dietary supplementation acts upon intestinal morpho-fuctional aspects and growth in weanling piglets. *Anim. Feed Sci.* 129 : 224-236.
- Borjesson E. and L. Torstensson. 2000. New methods for determination of glyphosate and (aminomethyl) phosphonic acid in water and soil. *Journal of Chromatography A*. 2000 (886) : 207-216.
- Camargo, J.A., and A. Alonso. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems; A global assessment. *Environment International* 32: 831.
- Chen, W.M., L. Moulin, C. Bontemps, P. Vanamme, G. Bena and C. Boivin-Masson. 2003. Legume symbiotic nitrogen fixation by β -proteobacteria is widespread in nature. *Journal of Bacteriology*. 7266-7272.

- CIPAC 3807. 2012. Guidelines on method validation to be performed in support of analytical methods for agrochemical formulations. Retrieved July, 1 2014, from http://www.nihs.go.jp/drug/BMV/BMV_draft_130415_E.pdf.
- Codex. 1995. Codex Alimentarius volume 3. Residues of Veterinary Drugs in Food.
- Codex. 2014. Codex Alimentarius. Pesticide Residue in Food and Feed. Codex Pesticide Residue in Food Online Home Page. Retrieved August, 15 2014, from www.codexalimentarius.net/pesticides/data.
- EN 15662. 2008. Food of Plant Origin-Determination of Pesticide Residue Using GC-MS and/or LC-MS/MS Following Acetonitrile Extraction/Partitioning and Clean-up by Dispersive SPE-QuEChERS method.
- Eurachem. 2014. The Fitness for Purpose of Analytical Methods A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics. 2nd Ed. 62 p.
- EURL. 2015. Analysis of Acidic Pesticides using QuEChERS (EN15662) and acidified QuEChERS method. European Union Reference Laboratory for Pesticide Residues.
- EURL-FV. 2010. Analysis of pesticide residues in fruit and vegetables with ethyl acetate extraction using gas and liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection 0.1. European Union Reference Laboratory for Pesticide Residues.
- Fajgelj, A. and A. Ambrus. 2000. Principles and practices of method validation, International Atomic Energy Agency, Agency's Laboratories, Seibersdorf, Austria, 305 p.
- Fernández-Alba, A.R. 2005. Chromatographic-Mass Spectrometric Food Analysis for Trace Determination of Pesticide Residues. Comprehensive Analytical Chemistry hand book. 487 p. Formulations, pp. 101-104. *In* Quality Control of Pesticide Products.
- Garfield, F.M. 1991. Quality assurance principles for analytical laboratories. AOAC International.
- George, W. and Jr. Latimer. 2016. Official Methods of Analysis of AOAC international. 20th ed. Maryland 20850-3250, USA.
- Giulio Colnaghi and Milestone S.r.l. 2011. Sample preparation for GFAA, ICP-OES and ICP-MS by Milestone UltraWAVE.
- Greve, P.A. 1983. Good laboratory practice in pesticide residue analysis. In Pesticide Residue Analysis, Proceedings of a Joint FAO/WHO Course, Eger, Hungary.
- Havlin, J.L., J.D. Beaton, S.L. Tisdale and W.L. Nelson. 2005. Soil Fertility and Fertilizers; An Introduction to Nutrient Management. 7thed. Pearson Prentice Hall Inc., New Jersey.

- Horwitz, W. 2000. The Potential Use of Quality Control Data to Validate Pesticide Residue Method Performance. In : Principle and Practice of Method Validation. A. Fajgeij and A. Ambrus (eds.), the Royal Society of Chemistry 2000, UK. 305 p.
- Huber L. 2007. Validation and Qualification in Analytical Laboratories Interpharm/ CRC. Retrieved July, 1 2014, from http://www.labcompliance.com/tutorial/methods/default.aspx#03_standard.
- International Fertilizer Industry Association (IFA). 2009. Fertilizer Outlook 2009-2013. 77th IFA Annual Conference, Shanghai, May 2009 Summary Report 'Medium-Term Outlook for Global Fertilizer Demand, Supply and Trade, IFA.
- ISO 13528. 2005. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons
- ISO 13528. 2015. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparison. Geneva, Switzerland. 90p.
- ISO/IEC 17025. 2017. General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories. Thai Industrial Standard. 28p.
- ISO/IEC 17034. 2016. General requirements for the competence of reference. ISO, Geneva, Switzerland. ISO, Geneva, Switzerland.
- ISO/IEC 17043. 2010. Conformity assessment - General requirements for proficiency testing. ISO, Geneva, Switzerland.
- IUPAC. 2006. The International Harmonized Protocol for the Proficiency Testing of Analytical Chemistry Laboratories. *Pure Appl. Chem.* 78(1) : 145-196.
- Lamotte Company. n.d. Soil NPK Test Kit. Lamotte Company. Maryland, USA.
- Lantos and Virtics. 2009. Application of Multi-Analyte Methods for Pesticide.
- LECO Corporation USA. 2011. TruSpec N Nitrogen Determinator Instruction Manual Version 2.5X. LECO Instrument (Thailand) LTD, Bangkok.
- Lin, Jin-Biau. 2002. The studies and evaluation of the analysis methods on the contents of nitrogen, phosphorus, potassium in organic fertilizers. Department and Graduate Institute of Applied Chemistry. material producers.
- Ministry of Public Health. 1996. Analytical methods for pesticide residues in foodstuffs. Sixth Edition, The Netherlands.
- NATA. 2018. General Accreditation Guidance - Validation and verification of quantitative and qualitative test methods. National Association of Testing Authorities, Australia. 31p.
- Peck, T.R. and P.N. Soltanpour. 1990. The principles of soil testing, pp. 1-9. In R.L. Westerman, ed. Soil Testing and Plant Analysis. SSSA, Inc. Madison Third Edition, Wisconsin, USA.

- Phupaibul P., C.Chitbuntanorm, N. Chinoim, P. Kangyawongha and T. Match. 2004. Phosphorus accumulation in soils and nitrate contamination in underground water under export-oriented asparagus farming in Nong Ngu Lauem Village, NakhonPathom Province, Thailand. *Soil Science and Plant Nutrition*. 50 (3) : 385-393.
- Pihlstrom, T., G. Blomkvist, P. Friman, U. Pagard and B.G. Osterdahl. 2007. *Analysis of pesticide residues in fruit and vegetables with ethyl acetate extraction using gas and liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection*. *Anal Bioanal Chem*. 398. 1773-1789.
- Raun, W.R., and G.V. Johnson. 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal* 91: 357-363.
- Rayment, G.E. and F.R. Higginson. 1992. Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods. Australia.
- Reeuwijk, L.P. van. 1998. Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories. FAO Soil Bulletin 74. International and Information Center. Rome.
- Scanlon, B. R., I. Jolly, M. Sophocleous, and L. Zhang. 2007. Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources; Quantity versus quality. *Water Resources Research* 43.
- Somasegaran, P. and H.J. Hoben. 1994. Handbook for Rhizobia: Methods in legume-rhizobium technology. Springer-Verlag, New York. 367 p.
- Souza, S.O., S.S.L. Costa, D.M. Santos, J.S. Pinto, C.A.B. Garcia, J.P.H Alves and R.G.O. Araujo. 2014. Simultaneous determination of macronutrients, micronutrients and trace elements in mineral fertilizers by inductively coupled plasma optical emission spectrometry. pp 1-7. *In*; *Spectrochimica Acta Part B*.
- Steinwandter, H. 1985. Universal 5 min on-line method for extracting and isolating pesticide residues and industrial chemicals. *Anal. Chem*. 322: 752-754.
- The National Institute of Agriculture Sciences. 1987. Official Methods of Analysis of Fertilizers. Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Japan 130 p.
- TNO. 1993. Standard Operation Procedure. Zeist. The Netherlands.
- Vacharotayan, S., P. Laopairoj, S. Chantawat and Y. Vacharacoop. 1964. Preliminary evaluation of different chemical soil testing methods for available phosphorus through correlation with greenhouse test. *Kasetsart J*. 4 : 97-109.

- 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.
- Walorczyk, S. and D. Drozdzyński. 2012. Improvement and extension to new analytes of a multi-residue method for the determination of pesticides in cereals and dry animal feed using gas chromatography-tandem quadrupole mass spectrometry revisited. *J Chromatography A.* 1251 : 219-231.
- 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 p.

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก (Appendix)

โครงการวิจัยที่ 1 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ ปุ๋ย พืช ดิน และน้ำ

หัวหน้าโครงการวิจัย นางสาววรรณรัตน์ ชุตติบุตร

ประกอบด้วย 6 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ย

ประกอบด้วย 12 การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 1.1 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี วิเคราะห์โพแทสเซียมที่ ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีโดย เทคนิคเฟลมโฟโตเมทรี	นางรัตนาภรณ์ คชวงศ์	น.ส.วรรณรัตน์ ชุตติบุตร น.ส.ภัทราพร คำผล	กปผ.	2559 -2559
การทดลองที่ 1.2 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี วิเคราะห์แอมโมเนียม ไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีโดยใช้ แมกนีเซียมออกไซด์	นางทองจันทร์ พิมพ์เพชร	น.ส.วรรณรัตน์ ชุตติบุตร น.ส.อาธิยา ปุ่นประโคน	กปผ.	2559-2559
การทดลองที่ 1.3 พัฒนาวิธีวิเคราะห์และ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี วิเคราะห์ธาตุอาหารรอง ธาตุอาหารเสริมในปุ๋ยเคมี โดยใช้เทคนิคไมโครเวฟชนิด ห้องปฏิบัติการเดี่ยวย่อย ตัวอย่าง	น.ส.พงศ์พิศ แก้วสุข	น.ส.ศุภากร ดวนใหญ่ นางสงกรานต์ มะลิสอน	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 1.4 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ความชื้น ในปุ๋ยเคมีชนิดต่างๆ	น.ส.ศุภากร ดวนใหญ่	น.ส.วรรณรัตน์ ชุตติบุตร นางทองจันทร์ พิมพ์เพชร น.ส.อารีรัตน์ วงษ์สุวรรณ	กปผ.	2559-2559
การทดลองที่ 1.5 การทดสอบความเสถียรของ ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยเคมี	นางรัตนาภรณ์ คชวงศ์	น.ส.วรรณรัตน์ ชุตติบุตร น.ส.อาธิยา ปุ่นประโคน น.ส.ศุภากร ดวนใหญ่	กปผ.	2559-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 1.6 อิทธิพลของปริมาณยูเรียที่มี ผลกระทบต่อค่าวิเคราะห์ ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนในตัวอย่างปุ๋ย ที่มี ยูเรียเป็นส่วนผสม	นางทองจันทร์ พิมพ์เพชร	น.ส.วรรณรัตน์ ชูติบุตร น.ส.อาธิยา ปุ่นประโคน	กปผ.	2559-2560
การทดลองที่ 1.7 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด ในปุ๋ยโดยเทคนิคคอมบัสชัน	น.ส.อาธิยา ปุ่นประโคน	น.ส.วรรณรัตน์ ชูติบุตร นางทองจันทร์ พิมพ์เพชร	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 1.8 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี วิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด ในปุ๋ยเคมี โดยใช้เทคนิคอิน ดิกทีฟลิคอปเปิลพลาสมา ออปติคอลลิมิชั่นสเปกโตร เมทรี	น.ส.ศุภากร ดวนใหญ่	น.ส.พงศ์พิศ แก้วสุข น.ส.วรรณรัตน์ ชูติบุตร น.ส.จริญญา วงศ์ตรี	กปผ.	2559-2559
การทดลองที่ 1.9 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี วิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ ละลายในสารละลาย แอมโมเนียมซีเตรทใน ปุ๋ยเคมี	น.ส.ศุภากร ดวนใหญ่	น.ส.วรรณรัตน์ ชูติบุตร น.ส.จริญญา วงศ์ตรี	กปผ.	2561-2561
การทดลองที่ 1.10 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหาร รองในปุ๋ยเคมีของ ห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาค กลาง	น.ส.จिरภา เมืองคล้าย	น.ส.รัตติญา คงเม่น	สวพ. 5	2559-2560
การทดลองที่ 1.11 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหาร รองในปุ๋ยเคมีของ	นางอุมาพร รักษาพรหมณ์	นางเกษสิริ ฉันทพิริยะพูน	สวพ. 6	2559-2560

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
ห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาค ตะวันออก				
การทดลองที่ 1.12 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์ธาตุอาหาร รองในปุ๋ยเคมีของ ห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ ตอนล่าง	นางสร้อยญา ช่างพิมพ์	ว่าที่ร้อยตรีพิรุณ ตีระพัฒน์ นางเยาวลักษณ์ แสงแก้ว	สวพ. 8	2559-2560

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 2 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ดินและน้ำ ประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 2.1 พัฒนาวิธีวิเคราะห์เนื้อดินในดินที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ	นางพจมาลย์ ภู่อสาร	น.ส.สุภา โพธิ์จันทร์ น.ส.ญาณธิชา จิตต์สะอาด น.ส.จิตติรัตน์ ชูชาติ น.ส.เจนจิรา เทเวศร์วรกุล น.ส.จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์	กปผ.	2559-2560
การทดลองที่ 2.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดินโดยเทคนิคการหาค่าสูญเสียน้ำหนักในการเผาไหม้	น.ส.เจนจิรา เทเวศร์วรกุล	น.ส.สุภา โพธิ์จันทร์ น.ส.ญาณธิชา จิตต์สะอาด น.ส.จิตติรัตน์ ชูชาติ นางพจมาลย์ ภู่อสาร นางสงกรานต์ มะลิสอน	กปผ.	2559-2559

กิจกรรมที่ 3 พัฒนาเทคนิคระบบการตรวจวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์พืช ประกอบด้วย 4 การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 3.1 การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช	น.ส.นันทกานต์ ขุนโหร	น.ส.สุพิศสา ทองเขียว น.ส.สุวลักษณ์ ไชยทอง น.ส.เพชรรัตน์ ศิริวิ นางสาธิตา โพธิ์น้อย	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 3.2 การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนบน	นางจิตติลักษณ์ เหมะ	นางอรพิน หนูทอง	สวพ. 7	2559-2561
การทดลองที่ 3.3 การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคใต้ตอนล่าง	นางสร้อยญา ช่วงพิมพ์	ว่าที่ร้อยตรีพิรุณ ติระพัฒน์ นางเยาวลักษณ์ แสงแก้ว	สวพ. 8	2559-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 3.4 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และ ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี วิเคราะห์ไนเตรทในพืช	น.ส.สุวลักษณ์ ไชยทอง	น.ส.นันทกานต์ ขุนโหร นายมนต์ชัย อินทร์ทำอัฐ น.ส.เรวดี ศิริยาน นางสาธิตา โพธิ์น้อย	กปผ.	2559-2560

กรมวิชาการเกษตร

กิจกรรมที่ 4 การพัฒนาวิธีวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของปัจจัยการผลิต โดยใช้เทคนิค
สเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (Near Infrared Spectroscopy; NIRS)
ประกอบด้วย 3 การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 4.1 ศึกษาวิธีวิเคราะห์หาค่า ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการ นำไฟฟ้า และธาตุอาหาร รองในดิน โดยเทคนิคสเปก โตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้	น.ส.ญาณธิชา จิตต์สะอาด	นางพจมาลย์ ภูสาร น.ส.สุภา โปธิจันทร์ นางสงกรานต์ มะลิสอน น.ส.เจนจิรา เทเวศร์วรกุล น.ส.จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 4.2 ศึกษาการทดสอบความเป็น เนื้อเดียวกันของธาตุอาหาร หลักในตัวอย่างปุ๋ยเคมี อ้างอิงภายใน โดยเทคนิคส เปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่าน ใกล้	นางสงกรานต์ มะลิสอน	น.ส.วรรณรัตน์ ชูติบุตร น.ส.ชฎาพร คงนาม น.ส.ศุภากร ดวนใหญ่ นางรัตนาภรณ์ คชวงศ์ น.ส.อาธิยา ปุ่นประโคน น.ส.ญาณธิชา จิตต์สะอาด น.ส.จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 4.3 ศึกษาวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในปุ๋ยอินทรีย์โดยเทคนิคส เปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่าน ใกล้	น.ส.ชฎาพร คงนาม	น.ส.วรรณรัตน์ ชูติบุตร น.ส.อาธิยา ปุ่นประโคน นางสงกรานต์ มะลิสอน น.ส.ศุภากร ดวนใหญ่ นางรัตนาภรณ์ คชวงศ์	กปผ.	2559-2561

กิจกรรมที่ 5 การพัฒนาชุดทดสอบอย่างง่าย (Test Kit) เพื่อใช้ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของ
ปัจจัยการผลิต
ประกอบด้วย 3 การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 5.1 วิจัยและพัฒนาชุด ตรวจสอบอย่างง่าย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดิน	น.ส.สุภา โปธิจันทร์	น.ส.เจนจิรา เทเวศร์วรกุล น.ส.จิตติรัตน์ ชูชาติ นางพจมาลย์ ภูสาร น.ส.ญาณธิชา จิตต์สะอาด น.ส.จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์	กปผ.	2559-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 5.2 การวิจัยและพัฒนาชุด ตรวจสอบอย่างง่าย แคลเซียม แมกนีเซียม กำมะถันและเหล็กในดิน	น.ส.เจนจิรา เทเวศร์วรกุล	น.ส.สุภา โพธิจันทร์ น.ส.จิตติรัตน์ ชูชาติ นางพจมาลย์ ภูสาร น.ส.ญาณธิชา จิตต์สะอาด นางสงกรานต์ มะลิสอน	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 5.3 การวิจัยและพัฒนาชุด ตรวจสอบอย่างง่าย คลอ ไรด์ คาร์บอเนต และโบ คาร์บอเนต ในเตรท และ พอสเฟต ในน้ำ	น.ส.จิตติรัตน์ ชูชาติ	น.ส.สุภา โพธิจันทร์ น.ส.เจนจิรา เทเวศร์วรกุล นางพจมาลย์ ภูสาร น.ส.ญาณธิชา จิตต์สะอาด น.ส.จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์	กปผ.	2559-2561

กิจกรรมที่ 6 พัฒนาเทคนิคระบบการวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพ
ประกอบด้วย 2 การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 6.1 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณ และประสิทธิภาพของโร โซเปียมในปุ๋ยชีวภาพ โร โซเปียม	นายอำนาจ เอี่ยมวิจารณ์	น.ส.อมรรัตน์ ใจยะเสน น.ส.จิตรา เกาะแก้ว นายมนต์ชัย มนัสสิลา นายภัศชญณ หมื่นแจ้	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 6.2 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีการจัดจำแนกโร โซเปียมในปุ๋ยชีวภาพโร โซเปียม	นายอำนาจ เอี่ยมวิจารณ์	น.ส.อมรรัตน์ ใจยะเสน น.ส.จิตรา เกาะแก้ว นายมนต์ชัย มนัสสิลา นายภัศชญณ หมื่นแจ้	กปผ.	2559-2561

โครงการวิจัยที่ 2 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร

หัวหน้าโครงการวิจัย นางพินิตนันต์ สรวายเอี่ยม

ประกอบด้วย 2 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ประกอบด้วย 12
การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
--------------	-----------------	------------	----------	----------

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 1.1 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์สารออก ฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืช <u>ปี 2559</u> : บูโพรเฟซิน (buprofezin), ไพริดาเบน (pyridaben), เบตา-ไซ ฟลูทริน (beta- cyfluthrin) และอีทิโพรล (ethiprole)	น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล	น.ส.ดวงรัตน์ วิลาสินี น.ส.ทัศนีย์ อัญญาพรพงษ์ นายพิเชษฐ์ ทองละเอียด	กปผ.	2559-2561
<u>ปี 2560</u> : อิมิดาโคลพริด (imidacloprid), อะซิทามิพ ริด (acetamiprid) และไซ เพอร์เมทริน+โพรฟีโนฟอส (cypermethrin+profenof os)	นายพิเชษฐ์ ทองละเอียด	น.ส.ดวงรัตน์ วิลาสินี น.ส.ทัศนีย์ อัญญาพรพงษ์ น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล	กปผ.	2559-2561
<u>ปี 2561</u> : ฟีนอบูคาร์บ (fenobucarb), เฟนิโตร ไทออน (fenitrothion) และลูเฟนนูรอน+โพรฟีโน ฟอส (lufenuron+profenof os)	น.ส.ทัศนีย์ อัญญาพรพงษ์	น.ส.ดวงรัตน์ วิลาสินี นายพิเชษฐ์ ทองละเอียด น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 1.2 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์สารออก ฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดวัชพืช ในผลิตภัณฑ์สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืช <u>ปี 2559</u> : ไดยูรอน (diuron) และไซฮาโล ฟอป-บิวทิล (cyhalofop- butyl)	น.ส.สุกัญญา คำคง	นางพินิตนันต์ สรวายเอี่ยม น.ส.ดวงรัตน์ วิลาสินี น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล นางจิราพรรณ ทองหยอด นายฉลองรัตน์ หมั่นขวา	กปผ.	2559-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
ปี 2560 : ออกซาไดอะซอน (oxadiazon) และเมทริบูซีน (metribuzin)	น.ส.ดวงรัตน์ วิลาลินี	นางพินิตนันต์ สรววยเอี่ยม น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล นางจิราพรรณ ทองหยอด นายอิสริยะ สืบพันธุ์ดี นายอนุชา ผลไสว	กปผ.	2559-2561
ปี 2561 : บิสไพริแบกโซเดียม (bispyribac-sodium) และพาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)	นายอนุชา ผลไสว	นางพินิตนันต์ สรววยเอี่ยม น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล น.ส.ดวงรัตน์ วิลาลินี นายฉลองรัตน์ หมื่นขวา น.ส.สุกัญญา คำคง	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 1.3 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืชในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ปี 2559 : คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และโทลโคลฟอส-เมทิล (tolclofos-methyl)	นายฉลองรัตน์ หมื่นขวา	นางพินิตนันต์ สรววยเอี่ยม น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล น.ส.ดวงรัตน์ วิลาลินี นางจิราพรรณ ทองหยอด น.ส.สุกัญญา คำคง	กปผ.	2559-2561
ปี 2560 : อะซอกซิสโตรบิน (azoxystrobin) และเบนโนมิล (benomyl)	นายอิสริยะ สืบพันธุ์ดี	น.ส.สุกัญญา คำคง น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล น.ส.ดวงรัตน์ วิลาลินี นางจิราพรรณ ทองหยอด นายฉลองรัตน์ หมื่นขวา นายอนุชา ผลไสว	กปผ.	2559-2561
ปี 2561 : ทีบูโคนาโซล (tebuconazole) และไทโอฟานาต-เมทิล (thiophanate-methyl)	น.ส.พนิดา มงคลวุฒิกุล	น.ส.สุกัญญา คำคง นางพินิตนันต์ สรววยเอี่ยม น.ส.ดวงรัตน์ วิลาลินี นางจิราพรรณ ทองหยอด นายฉลองรัตน์ หมื่นขวา	กปผ.	2559-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
<p>การทดลองที่ 1.4 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคเหนือตอนบน</p> <p>ปี 2559 กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช: คลอโรทาโลนิล (chlorothalonil) และคาร์เบนดาซิม (carbendazim)</p> <p>ปี 2560 กลุ่มสารกำจัดแมลง : คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan)</p> <p>ปี 2561 กลุ่มสารกำจัดแมลง : แลมบ์ดา-ไซฮาโลทริน (lambda-cyhalothrin) และกลุ่มสารกำจัดวัชพืช : พาราควอตไดคลอไรด์ (paraquat dichloride)</p>	นางนงพงา โอลเสน	นางเนาวรัตน์ ตั้งมั่นคงวรกุล	สวพ. 1	2559-2561
<p>การทดลองที่ 1.5 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคเหนือตอนล่าง (2559-2560)</p> <p>ปี 2559 กลุ่มสารกำจัดแมลง : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin)</p> <p>ปี 2560 กลุ่มสารกำจัด</p>	น.ส.สุธินี สาสีลัง	นางพรศิริ สายะพันธ์ น.ส.เบญจมาศ ใจแก้ว นายวิษณุ แจ้งใบ น.ส.บ้งอร แสนคาน	สวพ. 2	2559-2560

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
วัชพืช : อะซิโทคลอร์ (acetochlor) และอะมีทรีน (ametryn)				
<p>การทดลองที่ 1.6</p> <p>การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</p> <p>ตอนบน</p> <p>ปี 2559 กลุ่มสารกำจัดวัชพืช : ไกลโฟเซต (glyphosate) และกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช : คาร์เบนดาซิม (carbendazim)</p> <p>ปี 2560 กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไตรอะโซฟอส (triazophos) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan)</p> <p>ปี 2561 กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไดเมโทเอต (dimethoate) และโพรฟีโนฟอส (profenofos)</p>	น.ส.ปริยานุช สายสุพรรณ	นางวัชรพร ศรีสว่างวงศ์ นายจรรพงค์ ประสพสุข	สวพ. 3	2559-2561
<p>การทดลองที่ 1.7</p> <p>การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</p> <p>ตอนล่าง</p> <p>ปี 2559 กลุ่มสารกำจัดแมลง : แลมบ์ดา-ไซฮา</p>	นางสุภาพร บังพรม	นางนัตยา จันทร์ส่อง นายอิทธิพล บังพรม	สวพ. 4	2559-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
<p>โลทริน (lambda-cyhalothrin), เดลทาเมทรีน</p> <p>ปี 2560 กลุ่มสารกำจัดแมลง : ไตรอะโซฟอส (triazophos), ไดเมโทเอต (dimethoate), ไดอะซีนอน (diazinon) และกลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช : เบนโนมิล (benomyl)</p> <p>ปี 2561 กลุ่มสารกำจัดแมลง : พิริมิฟอส-เมทิล (pirimiphos-methyl), อีไธออน (ethion) กลุ่มสารป้องกันกำจัดโรคพืช : คาร์เบนดาซิม (carbendazim) และกลุ่มสารกำจัดวัชพืช : ไกลโฟเซต (glyphosate)</p>				
<p>การทดลองที่ 1.8</p> <p>การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลงในผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชของห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาคกลาง</p> <p>ปี 2559 : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทรีน (cypermethrin)</p> <p>ปี 2560 : คาร์บาริล (carbaryl) และคาร์โบซัลแฟน (carbosulfan)</p>	นางมณฑาทิพย์ อรุณวารกรณ์	นางกัญญารัตน์ เต็มปิยะพล น.ส. จิราภา เมืองคล้าย	สวพ. 5	2559-2560
<p>การทดลองที่ 1.9</p> <p>การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออก</p>	น.ส.ประไพ หงษา	น.ส.ดาวนภา ช่องวารินทร์ นางเกษสิริ ฉันทพิริยะพูน	สวพ. 6	2559-2560

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
<p>ฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืชของ ห้องปฏิบัติการพื้นที่ภาค ตะวันออก (2559-2560) <u>ปี 2559</u> : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซ เปอร์เมทริน (cypermethrin) <u>ปี 2560</u> : คาร์บาริล (carbaryl) และเดลตา เมทริน (deltamethrin)</p>				
<p>การทดลองที่ 1.10 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์สารออก ฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืชของ ห้องปฏิบัติการพื้นที่ ภาคใต้ตอนบน (2559- 2561) <u>ปี 2559</u> : อีไทออน (ethion) และโพรฟีโน ฟอส (profenofos) <u>ปี 2560</u> : ไตรอะโซฟอส (triazophos) และคาร์ โบซัลแฟน (carbosulfan) <u>ปี 2561</u> : เดลตาเมทริน (deltamethrin) และคาร์ บาริล (carbaryl)</p>	นายนิกร โคตรสมบัติ	นางอรพิน หนูทอง	สวพ. 7	2559-2561
<p>การทดลองที่ 1.11 การตรวจสอบความใช้ได้ ของวิธีวิเคราะห์สารออก ฤทธิ์กลุ่มสารกำจัดแมลง ในผลิตภัณฑ์สารป้องกัน กำจัดศัตรูพืชของ ห้องปฏิบัติการพื้นที่</p>	น.ส.สาวิตรี เขมวงค์	นางสร้อยญา ช่างพิมพ์	สวพ. 8	2559-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
ภาคใต้ตอนล่าง ปี 2559 : คลอร์ไพริฟอส (chlorpyrifos) และไซเพอร์เมทริน (cypermethrin) ปี 2560 : คาร์โบซัลแฟน (carbosulfan) และคาร์บาริล (carbaryl)				
การทดลองที่ 1.12 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารออกฤทธิ์ ในผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ปี 2559 : เมพิควอตคลอไรด์ (mepiquat chloride) และ 6-เบนซิลอะมิโนพิวรีน (6-benzylaminopurine) ปี 2560 : บูทราลิน (butralin) และ ไตรเนกซาแพก-เอทิล (trinexapac-ethyl)	น.ส.สุพิศดา ทองเขียว	น.ส.เพชรรัตน์ ศิริวิ น.ส.นันทกานต์ ชุนโห นางสาวธิดา โพธิ์น้อย นายมนต์ชัย อินทร์ทำฮัฐ	กปผ.	2559-2560

กิจกรรมที่ 2 การวิจัยคุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ประกอบด้วย 1 การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 2.1 การศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต (dimethoate), โอมิโทเอต (omethoate) และมาลาไทออน (malathion)	นายฉลองรัตน์ หมั่นขวา	นายพิเชษฐ์ ทองละเอียด น.ส.ภัทรฤทัย คมนันธุ์ น.ส.ทัศนีย์ อัญญาพรพงษ์	กปผ.	2559-2561

โครงการวิจัยที่ 3 วิจัยและพัฒนาระบบการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

หัวหน้าโครงการวิจัย นางสาวพินิตา ไชยยันต์บุรณ์

ประกอบด้วย 3 กิจกรรม ดังนี้

กิจกรรมที่ 1 พัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์สารพิษตกค้างเพื่อเพิ่มความสามารถของห้องปฏิบัติการ

ประกอบด้วย 23 การทดลอง ดังนี้

กรมวิชาการเกษตร

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 1.1 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง พาราควอต (paraquat) ในดินและน้ำ	น.ส.จันทิมา ผลทอง	นางมลิสา เวชยานนท์ นายอำนาจ กรฐินเทศ	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 1.2 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง ไกลโฟเสต (glyphosate) กรดอะมิโน เมทิลฟอสโฟนิก (aminomethylphosphonic acid) และ กลูโฟซิเนต (glufosinate) ในน้ำ	นางผกาสินี คล้ายมาลา	น.ส.ปภัตรา คุณเลิศ	กปผ.	2559-2560
การทดลองที่ 1.3 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีการ วิเคราะห์สารพิษตกค้าง สไป โรมีซิเฟน (spiromesifen) และอนุพันธ์ ในพืชตระกูล มะเขือ	น.ส.สุพัตตรี หนูสังข์	นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี	กปผ.	2559-2560
การทดลองที่ 1.4 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง ไกลโฟเสต (glyphosate) และ กลูโฟซิ เนต (glufosinate) ในพืช ตระกูล	น.ส.ศศิณิภา คงเข้มดี	นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี น.ส.สุพัตตรี หนูสังข์ นายประพันธ์ เคนท้าว น.ส.จินตนา ภู่มงกุฏชัย	กปผ.	2562 –2563
การทดลองที่ 1.5 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง เมทอกซีฟีโน ไซด์ (methoxyfenozide) ทีบูฟีโนไซด์ (tebufenozide) และโครมาฟีโนไซด์ (chromafenozide)	น.ส.วาเลนทร์ เจือสกุล	น.ส.วิชุดา ควรหัตร์ นายวีระสิงห์ แสงวรรณ	กปผ.	2561 -2562

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
ใน ผัก ที่มีน้ำและคลอโรฟิลสูง				
การทดลองที่ 1.6 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารฟลนิกคามิด (flonicamid) และสารอนุพันธ์ ในพืชตระกูลแตง ด้วยเทคนิค ลิควิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปคโตรเมตรี/แมสสเปคโตรเมตรี (LC-MS/MS)	นายประพันธ์ เคนท้าว	นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี น.ส.สุพัตรี หนูสังข์ น.ส.ศศิณิภา คงเข้มดี น.ส.จินตนา ภู่มงกุฏชัย	กปผ.	2562-2563
การทดลองที่ 1.7 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง 2,4- ดี (2,4-D) และ เอ็มซีพีเอ (MCPA) ในธัญพืช	นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี	นายประพันธ์ เคนท้าว น.ส.สุพัตรี หนูสังข์ น.ส.ศศิณิภา คงเข้มดี น.ส.จินตนา ภู่มงกุฏชัย	กปผ.	2562-2563
การทดลองที่ 1.8 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง อะมิทราซ (amitraz) และ อนุพันธ์ ในพริก	น.ส.วะนิดา สุขประเสริฐ	นายวีระสิงห์ แสงวรรณ	กปผ.	2559 -2560
การทดลองที่ 1.9 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม triazole ในดิน	นายประกิจ จันทร์ดี	นางผกาสิณี คล้ายมาลา น.ส.จันทิมา ผลกอง น.ส.พนัชชา เตจ๊ะใจ	กปผ.	2562-2563
การทดลองที่ 1.10 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลงกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย (benzoylurea) ในหน่อไม้ฝรั่ง ด้วยเทคนิค LC-	นายประพันธ์ เคนท้าว	น.ส.จินตนา ภู่มงกุฏชัย น.ส.สุพัตรี หนูสังข์ น.ส.ศศิณิภา คงเข้มดี นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี	กปผ.	2561-2562

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
MS/MS				
การทดลองที่ 1.11 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้างของสารกำจัด วัชพืช บิสไพริแบค-โซเดียม (bispyribac- sodium) อีมา ซาพิก (imazapic) เพนดิเม ทาลิน (pendimethalin) และ เฮกซะซีโนน (hexazinone) ในธัญพืช	นายปิยะศักดิ์ อรรคบุตร	น.ส.ชนิดา ทองแถม นายวีระสิงห์ แสงวรรณ	กปผ.	2562-2563
การทดลองที่ 1.12 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของ วิธีการตรวจ วิเคราะห์สารพิษตกค้างของ Chiral Pesticides 6 ชนิด ใน มะม่วง โดยใช้คอลัมน์ที่มี ความเฉพาะเจาะจง กับ เทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แทน เดมแมสสเปกโทรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)	น.ส.พรนภัส วิชานนนานนท์	นายประชาติปัติย์ พงษ์ ภิญโญ น.ส.พชร เมินทา	กปผ.	2561-2662
การทดลองที่ 1.13 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้างกลุ่มโทลเฟนไพ เรด (tolfenpyrad) และ ทีบู เฟนไพเรด (tebufenpyrad) ใน มะเขือเทศ โดยเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ลิกวิดโคร มาโทกราฟี-แทนเดม แมสสเปกโทรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry)	นายวีระสิงห์ แสงวรรณ	น.ส.ชนิดา ทองแถม นายปิยะศักดิ์ อรรคบุตร	กปผ.	2562-2563

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 1.14 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีการ QuEChERS เพื่อใช้ในการ การตรวจวิเคราะห์สารพิษ ตกค้าง ในผักและผลไม้ โดยใช้ แก๊สโครมาโทกราฟี- แมสสเปกโตรเมตรี/ แมสสเปกโตรเมตรี (Gas Chromatography-Mass Spectrometry /Mass Spectrometry)	นายประชาติปต์ย์ พงษ์ ภิญโญ	น.ส.พรนภัส วิชาชนะนันท์	กปผ.	2559 –2561
การทดลองที่ 1.15 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้างของสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรี ทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บา เมต (Carbamate) และ ไตรอะซีน (Triazine) ในเนื้อ ปลา (2560-2562)	นางมลิสรา เวชยานนท์	น.ส.จันทิมา ผลทอง นายอำนาจ กรูรินทร์	กปผ.	2560-2562
การทดลองที่ 1.16 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้างของ ออกซี ฟลูออรีเฟน(oxyfluorfen) ไพรีดาเบน (pyridaben) ไดฟี โนโคนาโซล (difenoconazole) คลอร์ไพ ริฟอส (chlorpyrifos) แลมด้า-ไซฮาโลทริน (L- cyhalothrin) คลอร์ฟีนา เพอร์ (chlorfenapyr) เบต้า-ไซฮาโลทริน (beta- cyfluthrin) และ เฟนโพ	น.ส.ศศิมา มั่งนิมิตร	น.ส.ลักขมี เดชานุรักษ์นุกูล นายวิทยา บัวศรี	กปผ.	2559-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
รพาทริน (fenpropathrin) ในกลุ่มพืชที่มีปริมาณน้ำสูง (High water content) และ กลุ่มพืชที่มีปริมาณความเป็น กรดและน้ำสูง (High acid and high water content)				
การทดลองที่ 1.17 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ สารพิษตกค้าง ใน มะเขือ เทศ ส้ม และ คื่นช่าย ด้วย วิธี ethyl acetate method โดยใช้การวัดด้วย แก๊สโครมา โท กราฟี-แทนเดม แมสสเปกโตรกราฟี (Gas Chromatography with Tandem Mass Spectrometric Detection)	น.ส.ลักขมี เดชานุรักษ์นุกูล	น.ส.ศศิมา มั่งนิมิตร นายวิทยา บัวศรี	กปผ.	2559-2561
การทดลองที่ 1.18 การศึกษาผลของสารสกัดจาก พืช (Matrix effect) สำหรับ การตรวจวิเคราะห์ สาร 129 ชนิด ในผัก ผลไม้ ด้วยวิธี QuEChERS และตรวจ วิเคราะห์ด้วยเทคนิค ไฮเพอร์ ฟอร์แมนซ์ลิควิดโครมาโท กราฟี-แทนเดม แมสสเปกโตรกราฟี (High Performance Liquid Chromatography- Tandem Mass Spectrometry)	น.ส.ชนิตา ทองแถม	นายวีระสิงห์ แสงวรรณ นายปิยะศักดิ์ อรรคบุตร	กปผ.	2562 –2563
การทดลองที่ 1.19 การพัฒนาและตรวจสอบ ความใช้ได้ของวิธีการตรวจ วิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม คาร์บาเมต (carbamate)	นางสุภาพร บังพรม	นางนันทยา จันทร์ส่อง นายอิทธิพล บังพรม	สวพ. 4	2559 -2560

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
อย่างรวดเร็วในพริกโดยใช้วิธีวัดสี				
การทดลองที่ 1.20 การคัดเลือก สารสกัดจากพืชตัวแทน (Representative Matrix) เพื่อการหาปริมาณสารพิษ ตกค้างในการตรวจวิเคราะห์แบบรวม ในผักและผลไม้ ด้วยเครื่อง แก๊สโครมาโทกราฟี	น.ส.ลักขมี เตชานุรักษ์นุกุล	น.ส.มัลลิกา ทองเขียว น.ส.ภาสินี ไชยชนะ	กปฟ.	2562
การทดลองที่ 1.21 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ในดิน โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี	นายจรรพงค์ ประสพสุข	น.ส.ปริยานุช สายสุพรรณ นางวัชรพร ศรีสว่างวงศ์	สวพ. 3	2559
การทดลองที่ 1.22 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์พิษตกค้างกลุ่ม ไอโซโพรคาร์บ (isoprocarb) ไอโพรวาลิคาร์บ (iprovalicarb) และไทโอเบนคาร์บ (thiobecarb) ในธัญพืชด้วยเทคนิค ลิกวิดโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรเมตรี/แมสสเปกโตรเมตรี (LC-MS/MS)	นายวีระสิงห์ แสงวรรณ	น.ส.วณิดา สุขประเสริฐ	กปฟ.	2560-2561
การทดลองที่ 1.23 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างด้วยวิธีการ QuEChERS ของสารกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ใน	นางสาวอชลี นามวงษ์	น.ส.ลภัสรดา อักษรเนียม	ด้านตรวจ พืชเชียงใหม่ แสน สคว.	2563

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
กระเทียม หอมแดง และใบชา (แห้ง) (2563)				

กิจกรรมที่ 2 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายใน และการทดสอบความสามารถระหว่างห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย 3 การทดลอง ดังนี้

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 2.1 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิง ภายในสำหรับการตรวจ วิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรี ทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บา เมต (Carbamate) และสาร ป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผักที่มีปริมาณ น้ำและคลอโรฟิลสูง และการ ทดสอบความสามารถระหว่าง ห้องปฏิบัติการ	น.ส.พนิดา ไชยยันต์บุรณ์	นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี น.ส.จินตนา ภู่มงกุฏชัย น.ส.สุพัตรี หนูสังข์	กปผ.	2559-2560
การทดลองที่ 2.2 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิง ภายในสำหรับการตรวจ วิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโน-ฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บาเมต (Carbamate) และสารป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในผลไม้ที่มี ปริมาณน้ำสูง และการ ทดสอบความสามารถระหว่าง	นายบุญทวีศักดิ์ บุญทวี	น.ส.พนิดา ไชยยันต์บุรณ์ น.ส.จินตนา ภู่มงกุฏชัย น.ส.สุพัตรี หนูสังข์	กปผ.	2559-2560

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
ห้องปฏิบัติการ				
การทดลองที่ 2.3 การจัดทำตัวอย่างอ้างอิง ภายในสำหรับการตรวจ วิเคราะห์สารพิษตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรี ทรอยด์ (Pyrethroid) และ คาร์บาเมต (Carbamate) ใน ธัญพืช และการทดสอบ ความสามารถระหว่าง ห้องปฏิบัติการ	นายวิทยา บัวศรี	น.ส.ศศิมา มั่งนิมิตร น.ส.ลักขมี เดชานุรักษ์นุกุล	กปผ.	2559-2561

กิจกรรมที่ 3 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์เพื่อรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการ
ประกอบด้วย 14 การทดลอง

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
การทดลองที่ 3.1 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ด้วยวิธีการ QuEChERS ของ สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรี ทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บา เมต (Carbamate) ในลำไย ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1	นางเนาวรัตน์ ตั้งมันคงวรกุล	นางนงพงา โอลแสน น.ส.ชลิตตา นันชัย	สวพ. 1	2559-2560
การทดลองที่ 3.2 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในมะม่วง ของห้องปฏิบัติการ	นางพรศิริ สายะพันธ์	น.ส.สุธินี สาสีลัง น.ส.เบญจมาศ ใจแก้ว น.ส.วิภาพร เกียรตินิติประวัติ	สวพ. 2	2559-2560

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
สวพ. 2				
การทดลองที่ 3.3 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในมะม่วง ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 8	น.ส.สาวิตรี เขมวงศ์	นางสร้อยญา ช่วงพิมพ์	สวพ. 8	2559-2560
การทดลองที่ 3.4 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีการวิเคราะห์สารพิษ ตกค้างกลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในพริก ของ ห้องปฏิบัติการ สวพ.4	นางนัตยา จันทร์ส่อง	นางสุภาพร บังพรม นายอิทธิพล บังพรม	สวพ.4	2559
การทดลองที่ 3.5 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรี ทรอยด์ (Pyrethroid) ใน มะม่วงของห้องปฏิบัติการ สวพ. 7	นายนิกร โคตรสมบัติ	นางอรพิน หนูทอง	สวพ. 8	2560-2561
การทดลองที่ 3.6 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีการวิเคราะห์สารพิษ ตกค้างโดยวิธี QuEChERS ใน ตัวอย่างผัก กลุ่ม High water and chlorophyll content ด้วยเทคนิค LC- MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 4	นางสุภาพร บังพรม	นายอิทธิพล บังพรม นางนัตยา จันทร์ส่อง	สวพ. 4	2561-2562
การทดลองที่ 3.7 การตรวจสอบความใช้ได้ของ	นายจารุพงศ์ ประสพสุข	น.ส.ปริยานุช สายสุพรรณม์ นางวิษราพร ศรีสว่างวงศ์	สวพ. 3	2559

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ใน พริกโดยใช้เครื่อง LC-MS/MS ของห้องปฏิบัติการ สวพ.3				
การทดลองที่ 3.8 การตรวจวิเคราะห์สารพิษ ตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอส เฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรี ทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บา เมต(Carbamate) และสาร ป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ด้วยวิธีการ QuEChERs ในพืชที่มี ปริมาณน้ำและคลอโรฟิลสูง โดยใช้เทคนิคโครมาโทกราฟ แมสสเปกโตรเมตรี ของ ห้องปฏิบัติการ สวพ. 2	นางพรศิริ สายะพันธ์	น.ส.สุธินี สาสีลัง น.ส.เบญจมาศ ใจแก้ว น.ส.วิภาพร เกียรตินิติประวัติ	สวพ. 2	2561-2563
การทดลองที่ 3.9 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) ไพรี ทรอยด์ (Pyrethroid) คาร์บา เมต (Carbamate) และสาร ป้องกันกำจัดโรคพืช (Fungicide) ในมะม่วง ลำไย ทุเรียน และมังคุด ด้วยวิธีการ QuEChERs และเทคนิค โคร มาโทกราฟแมสสเปกโตรเม ตรีของห้องปฏิบัติการ สวพ. 6	นางเกษสิริ ฉันทพิริยะพูน	น.ส.ดาวนภา ช่องวารินทร์ น.ส.ชนิษฐา วงษ์นิกร นายสมชาย ฉันทพิริยะพูน	สวพ. 6	2559-2561
การทดลองที่ 3.10 การตรวจสอบความใช้ได้ของ	นางกัญญารัตน์ เต็มปิยะพล	นางมณฑาทิพย์ อรุณวารากรณ์ น.ส.จิราภา เมืองคล้าย	สวพ. 5	2561-2562

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง กลุ่ม ออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) และ คาร์บาเมต (Carbamate) ใน มะเขือ ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 5				
การทดลองที่ 3.11 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง คาร์เบนดาซี (carbendazim) ในลำไยและพริก ของห้อง ปฏิบัติการ สวพ. 1	นางนงพงา โอลเสน	นางเนาวรัตน์ ตั้งมันคงวรกุล นายณัฐนัย ตั้งมันคงวรกุล	สวพ. 1	2562
การทดลองที่ 3.12 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ด้วยวิธีการ QuEChERS ของ สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate) ออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine) และไพรี ทรอยด์ (Pyrethroid) ในพริก ของห้องปฏิบัติการ สวพ. 1	นางนงพงา โอลเสน	นางเนาวรัตน์ ตั้งมันคงวรกุล น.ส.ชลิตดา นันชัย น.ส.ปิยมาภรณ์ เหล่าคงถาวร	สวพ. 1	2560-2561
การทดลองที่ 3.13 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีการวิเคราะห์สารพิษ ตกค้างด้วยวิธี QuEChERS ในตัวอย่าง ผลไม้ กลุ่ม High water and low or no chlorophyll content ด้วย เทคนิค LC-MS/MS ของ ห้องปฏิบัติการ สวพ. 4	นายอิทธิพล บังพรม	นางนาตยา จันทร์ส่อง นางสุภาพร บังพรม	สวพ. 4	2562-2563
การทดลองที่ 3.14 การตรวจสอบความใช้ได้ของ วิธีการวิเคราะห์สารพิษ ตกค้างกลุ่ม ออร์กาโนฟอส เฟต (Organophosphate)	น.ส.สุวรรณี ศรีทองอินทร์		ศูนย์วิจัย และ พัฒนาการ เกษตร กาญจนบุรี	2560-2561

ชื่อการทดลอง	หัวหน้าการทดลอง	ผู้ร่วมงาน	หน่วยงาน	ระยะเวลา
และ ไพรีทรอยด์ (Pyrethroid) ในชมพูและ ถั่วฝักยาว ของห้องปฏิบัติการ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการ เกษตรกาญจนบุรี				

กรมวิชาการเกษตร