การประชุมประจำปี 2562

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร







กปผ. พัฒนา พาเกษตรก้าวไกล รวมใจ เกษตรไทยก้าวหน้า

วันที่ 26-28 มิถุนายน 2562

ณ โรงแรมวรวนา หัวหิน โฮเต็ล แอนด์ คอนเวนชั่น

อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

คำนำ

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร มีบทบาทหน้าที่ ศึกษา ค้นคว้า วิจัย พัฒนาวิชาการ และให้บริการวิเคราะห์ ตรวจสอบ ให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตทางการเกษตรต่างๆ ได้แก่ ดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัตถุมีพิษการเกษตร วัสดุการเกษตร วัตถุเคมีการเกษตร และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้สร้างงานวิจัย และงานบริการด้านปัจจัยการผลิตที่มีคุณค่าให้กับการพัฒนาการเกษตรของประเทศ ทั้งนี้ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรจัดให้มีการประชุมอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อให้นักวิจัยได้มีโอกาสนำเสนอผลงานวิจัย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักวิจัยภายในหน่วยงาน รวมทั้งเป็นการต่อยอดงานวิจัย เพื่อพัฒนา ปรับเปลี่ยน และเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตพืช นอกจากนี้ ผลงานวิจัยที่ได้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการขับเคลื่อนภาคการเกษตรได้อย่างแท้จริง สำหรับในปีงบประมาณ 2562 กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรได้จัดการประชุมประจำปี ระหว่างวันที่ 26 - 28 มิถุนายน 2562 ณ โรงแรมวรวนา หัวหิน โฮเต็ล แอนด์ คอนเวนชั่น อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ภายใต้หัวข้อ **“กปผ. พัฒนา พาเกษตรก้าวไกล กปผ. รวมใจ เกษตรไทยก้าวหน้า”** เพื่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจของนักวิจัย ในการสร้างสรรค์ผลงานวิจัยด้านปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ สู่การนำไปใช้ประโยชน์

ในการประชุมประจำปีครั้งนี้ ได้มีการนำเสนอผลงานวิจัยทั้งภาคบรรยาย จำนวน 15 เรื่อง และภาคโปสเตอร์ จำนวน 15 เรื่อง โดยได้จัดทำเอกสารประกอบการประชุมประจำปี สำหรับใช้ในการติดตามความก้าวหน้าผลการดำเนินงานวิจัยและนำไปใช้ประโยชน์สู่การพัฒนาระบบการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตรได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ลดต้นทุนการผลิต สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างยั่งยืน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เอกสารประกอบการประชุมประจำปีงบประมาณ 2562 ฉบับนี้จะมีคุณค่า และเป็นประโยชน์กับผู้ที่สนใจ นำไปพัฒนา และประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาการเกษตรของประเทศต่อไป

(นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา)
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
พฤษภาคม 2562

กำหนดการประชุมประจำปี ๒๕๖๒ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
เรื่อง "กปผ. พัฒนา พาเกษตรก้าวไกล กปผ. รวมใจ เกษตรไทยก้าวหน้า"
ระหว่างวันที่ ๒๖ – ๒๘ มิถุนายน ๒๕๖๒
ณ โรงแรมวรวนา หัวหิน โฮเต็ล แอนด์ คอนเวนชั่น
อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

วันพุธที่ ๒๖ มิถุนายน ๒๕๖๒

ภาคเช้า

๐๖:๐๐ – ๑๐:๐๐ น. ออกเดินทางจากกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

๑๐:๐๐ – ๑๐:๓๐ น. ลงทะเบียน

๑๐:๓๐ – ๑๐:๔๕ น. พัก – อาหารว่างและเครื่องดื่ม

๑๐:๔๕ – ๑๒:๐๐ น. พิธีเปิดการประชุมประจำปี ๒๕๖๒
กล่าวรายงาน
โดย นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
- ► ชมภาพนิ่งประกอบการแนะนำผลงานของหน่วยงาน
- ► มอบประกาศนียบัตรข้าราชการดีเด่น

กล่าวเปิดการประชุม และมอบนโยบาย
โดย ดร. เสริมสุข สลักเพ็ชร์ อธิบดีกรมวิชาการเกษตร

๑๒:๐๐ – ๑๓:๐๐ น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

ภาคบ่าย

๑๓:๐๐ – ๑๓:๑๐ น. **การนำเสนอผลการดำเนินงานของกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา**
พิธีกร ๒ คน กล่าวดำเนินการภาคบรรยาย
(นายประพันธ์ เคนท้าว และ นางพรไพฑูรย์ มาสนา)

๑๓:๑๐ – ๑๓:๓๕ น. เรื่อง การจัดการตอซังฟางข้าวสำหรับการเตรียมดินในแปลงนาเขตชลประทาน
โดย นางสุปรานี มั่นหมาย นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

๑๓:๓๕ – ๑๓:๔๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๓:๔๐ – ๑๔:๐๕ น. เรื่อง การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่
โดย นายอธิปัตย์ คลังบุญครอง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

๑๔:๐๕ – ๑๔:๑๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๔:๑๐ – ๑๔:๓๕ น. เรื่อง การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง จังหวัดนครราชสีมา
โดย นางสาวสมฤทัย ตันเจริญ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

๑๔:๓๕ – ๑๔:๔๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๔:๔๐ – ๑๕:๐๐ น. พัก – อาหารว่างและเครื่องดื่ม

๑๕:๐๐ – ๑๕:๒๕ น. เรื่อง ผลของการใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโต การดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตของผักกวางตุ้ง
โดย นางประไพ ทองระอา นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

๑๕:๒๕ – ๑๕:๓๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๕:๓๐ – ๑๕:๕๕ น. เรื่อง งานบริการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกพืชแก่เกษตรกร
โดย นางสาวสายน้ำ อุดพ้วย นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

๑๕:๕๕ – ๑๖:๐๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๖:๐๐ – ๑๗:๐๐ น. ชมนิทรรศการและผลการดำเนินงานภาคโปสเตอร์

๑๘:๐๐ น. รับประทานอาหารเย็น

วันพฤหัสบดีที่ ๒๗ มิถุนายน ๒๕๖๒

ภาคเช้า

๐๙:๐๐ – ๐๙:๑๐ น. **การนำเสนอผลการดำเนินงานของกลุ่มวิจัยเกษตรเคมีและ**
กลุ่มบริหารโครงการวิจัย
พิธีกร ๒ คน กล่าวดำเนินการภาคบรรยาย
(นายอำนาจ เอี่ยมวิจารณ์ และ น.ส. พณิชชา เตจ๊ะใจ)

๐๙:๑๐ – ๐๙:๓๕ น. เรื่อง โปรแกรมการทดสอบความชำนาญเพื่อการพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมีสู่มาตรฐานสากล
โดย นางสงกรานต์ มะลิสอน นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

๐๙:๓๕ – ๐๙:๔๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๐๙:๔๐ – ๑๐:๐๕ น. เรื่อง การทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี
โดย นางรัตนาภรณ์ คชวงศ์ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

๑๐:๐๕ – ๑๐:๑๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๐:๑๐ – ๑๐:๓๕ น. เรื่อง การใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้พิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน
โดย นางสาวกัญฐณา คล้ายแก้ว นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

๑๐:๓๕ – ๑๐:๔๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๐:๔๐ – ๑๑:๐๐ น. พัก – อาหารว่างและเครื่องดื่ม

๑๑:๐๐ – ๑๑:๒๕ น. เรื่อง การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช
โดย นางสาวสุวลักษมิ์ ไชยทอง นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

๑๑:๒๕ – ๑๑:๓๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๑:๓๐ – ๑๑:๕๕ น. เรื่อง ชี้แจงกรอบการจัดทำคำรับรองการปฏิบัติราชการ และแนวทางการดำเนินงานตามตัวชี้วัดปีงบประมาณ ๒๕๖๒ กปผ.
โดย นางจิราพรรณ ทองหยอด ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย

๑๑:๕๕ – ๑๒:๐๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๒:๐๐ – ๑๓:๐๐ น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

ภาคบ่าย

๑๓:๐๐ – ๑๓:๑๐ น. **การนำเสนอผลการดำเนินงานของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรและ**
ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น
พิธีกร ๒ คน กล่าวดำเนินการภาคบรรยาย
(นายวัชระ สังข์ทอง และ น.ส. โสรยา พลายพิชิต)

๑๓:๑๐ – ๑๓:๓๕ น. เรื่อง การศึกษาการสลายตัวสารพิษตกค้าง ๑๖ ชนิด ในผักและผลไม้เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดค่า MRL
โดย นายปิยะศักดิ์ อรรคบุตร นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

๑๓:๓๕ – ๑๓:๔๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๓:๔๐ – ๑๔:๐๕ น. เรื่อง การพัฒนาระบบงานบริการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อเข้าสู่ Thailand 4.0
โดย สิบเอกอิสริยะ สืบพันธุ์ดี นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

๑๔:๐๕ – ๑๔:๑๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๔:๑๐ – ๑๔:๓๕ น. เรื่อง การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (Carbaryl) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม
โดย นายอำนาจ กะฐินเทศ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

๑๔:๓๕ – ๑๔:๔๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๔:๔๐ – ๑๕:๐๐ น. พัก – อาหารว่างและเครื่องดื่ม

๑๕:๐๐ – ๑๕:๒๕ น. เรื่อง การพิสูจน์เอกลักษณ์ของว่านน้ำด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดแผ่นบาง
โดย นางสาวพจนีย์ หน่อฝั้น นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

๑๕:๒๕ – ๑๕:๓๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๕:๓๐ – ๑๕:๕๕ น. เรื่อง โครงการ “๕ ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง” อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น
โดย นายสรรเสริญ เสียงใส นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

๑๕:๕๕ – ๑๖:๐๐ น. ซักถามและข้อเสนอแนะ

๑๘:๐๐ น. รับประทานอาหารเย็น

วันศุกร์ที่ ๒๘ มิถุนายน ๒๕๖๒

ภาคเช้า

๐๘:๓๐ – ๑๐:๑๕ น. แบ่งกลุ่มระดมความคิด “ทำงานร่วมกันอย่างไรให้มีความสุข”

๑๐:๑๕ – ๑๐:๓๐ น. พัก – อาหารว่างและเครื่องดื่ม

๑๐:๓๐ – ๑๒:๐๐ น. แบ่งกลุ่มระดมความคิด “ทำงานร่วมกันอย่างไรให้มีความสุข” (ต่อ)

๑๒:๐๐ – ๑๓:๐๐ น. พักรับประทานอาหารกลางวัน

ภาคบ่าย

๑๓:๐๐ – ๑๔:๓๐ น. ผู้แทนกลุ่มนำเสนอผลงาน

๑๔:๓๐ – ๑๔:๔๕ น. พัก – อาหารว่างและเครื่องดื่ม

๑๔:๔๕ – ๑๕:๓๐ น. ผู้แทนกลุ่มนำเสนอผลงาน (ต่อ)

๑๕:๓๐– ๑๕:๕๐ น. สรุปผลการประชุมประจำปี ๒๕๖๒

๑๕:๕๐ – ๑๖:๑๐ น. มอบรางวัลผู้นำเสนอผลงานภาคบรรยายและภาคโปสเตอร์

๑๖:๑๐ – ๑๖:๓๐ น. พิธีปิดการประชุม

๑๖:๓๐ น. เดินทางกลับกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

สารบัญ

หน้า

กำหนดการ ก - ค

<u>ภาคบรรยาย</u>

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

เรื่องที่ 1 การจัดการตอซังฟางข้าวสำหรับการเตรียมดินในแปลงนาเขตชลประทาน 2
โดย นางสุปรานี มั่นหมาย นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

เรื่องที่ 2 การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่ 15
โดย นายอธิปัตย์ คลังบุญครอง นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

เรื่องที่ 3 การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง จังหวัดนครราชสีมา 27
โดย นางสาวสมฤทัย ตันเจริญ นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

เรื่องที่ 4 ผลของการใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโต การดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตของผักกวางตุ้ง 42
โดย นางประไพ ทองระอา นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

เรื่องที่ 5 งานบริการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกพืชแก่เกษตรกร 53
โดย นางสาวสายน้ำ อุดพ้วย นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี

เรื่องที่ 6 โปรแกรมการทดสอบความชำนาญเพื่อการพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมีสู่มาตรฐานสากล 66
โดย นางสงกรานต์ มะลิสอน นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

เรื่องที่ 7 การทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี 81
โดย นางรัตนาภรณ์ คชวงศ์ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

เรื่องที่ 8 การใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้พิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน 98
โดย นางสาวกัญฐณา คล้ายแก้ว นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

เรื่องที่ 9 การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช 110
โดย นางสาวสุวลักษมิ์ ไชยทอง นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

กลุ่มบริหารโครงการวิจัย

เรื่องที่ 10 ชี้แจงกรอบการจัดทำคำรับรองการปฏิบัติราชการ และแนวทางการดำเนินงานตามตัวชี้วัด ปีงบประมาณ 2562 กปผ. 121
โดย นางจิราพรรณ ทองหยอด ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

เรื่องที่ 11 การศึกษาการสลายตัวสารพิษตกค้าง 16 ชนิด ในผักและผลไม้เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดค่า MRL 171
โดย นายปิยะศักดิ์ อรรคบุตร นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

เรื่องที่ 12 การพัฒนาระบบงานบริการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อเข้าสู่ Thailand 4.0 185
โดย สิบเอกอิสริยะ สืบพันธุ์ดี นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

เรื่องที่ 13 การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (Carbaryl) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม 196
โดย นายอำนาจ กะฐินเทศ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

เรื่องที่ 14 การพิสูจน์เอกลักษณ์ของว่านน้ำด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดแผ่นบาง 210
โดย นางสาวพจนีย์ หน่อฝั้น นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น

เรื่องที่ 15 โครงการ “5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง” อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น 223
โดย นายสรรเสริญ เสียงใส นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

<u>ภาคโปสเตอร์</u>

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

เรื่องที่ 1 ผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง 232
โดย นางสาวทิพวรรณ แก้วหนู นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ

เรื่องที่ 2 ศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปาย 236
โดย นางสาวอมรรัตน์ ใจยะเสน นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

เรื่องที่ 3 การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและพืชต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน 244
โดย นางสาวทิวาพร ผดุง นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

เรื่องที่ 4 ผลของพืชอาศัยต่อการเพิ่มปริมาณสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา 249
โดย นางสาวนิศารัตน์ ทวีนุต นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

เรื่องที่ 5 การใช้แหนแดงแห้งเพื่อเป็นปุ๋ยในการปลูกผักกวางตุ้ง 254
โดย นางสาวศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

เรื่องที่ 6 วิจัยความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์แมงลักป่าต่อลูกปลานิล 261
โดย นางสาวศิริพร สอนท่าโก นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

เรื่องที่ 7 ศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต โอเมโทเอท และมาลาไทออน 266
โดย นายฉลองรัตน์ หมื่นขวา นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

เรื่องที่ 8 การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะมิทราซและสารอนุพันธ์ในพริก 271
โดย นางสาววะนิดา สุขประเสริฐ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

เรื่องที่ 9 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Fosetyl –Al ในข้าว เพื่อแก้ปัญหาการส่งออกไปประเทศญี่ปุ่น 277
โดย นางสาวพชร เมินหา นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี

เรื่องที่ 10 บริการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตรเพื่อการผลิตพืชในประเทศไทย 284
โดย นางวิภารัตน์ เกตุสิงห์ เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน

เรื่องที่ 11 ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช แพคโคบิวทาซอล อีทีฟอน กรดจิบเบอเรลลิก และกรด1-แนฟทาลีนแอซีติก จากแหล่งจำหน่ายในประเทศไทย 290
โดย นางสาวเพชรรัตน์ ศิริวิ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

เรื่องที่ 12 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี 297
โดย นางสาวศุภากร ดวนใหญ่ นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

เรื่องที่ 13 พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยโดยเทคนิคคอมบัสชัน 303
โดย นางสาวอาธิยา ปุ่นประโคน นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น

เรื่องที่ 14 การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 ต่อการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันในจังหวัดยโสธร 309

โดย นายอรัญญ์ ขันติยวิชย์ นักวิชาการเกษตรชำนาญการ

<u>ภาคผนวก</u>

คำสั่งกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ที่ 3/2562 เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานจัดประชุมประจำปี 2562

ผลงานวิชาการ

ภาคบรรยาย

การจัดการตอซังฟางข้าวสำหรับการเตรียมดินในแปลงนาเขตชลประทาน

Management of Rice Straw in Soil Preparation of Irrigated Paddy Field

สุปรานี มั่นหมาย[1/] ภาวนา ลิกขนานนท์[1/] อธิปัตย์ คลังบุญครอง[1/] สนธยา ขำติ๊บ[1/]
ยุทธนา เครือหาญชาญพงศ์[2/] สุภาษิต เสงี่ยมพงศ์[2/] พงษ์ศักดิ์ ต่ายก้อนทอง[2/] พุฒนา รุ่งระวี[3/]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

In this study, application of microbial inoculants for organic materials degradation was compared to farmer method for rice straw and rice stubble management on irrigated area. The experiment was carried out using a Randomized Complete Block Design (*RCBD*) with 4 treatments and two replicates by 3 seasonal rice plantations at Chainat rice research center. The treatments consisted of 1) immerge burnt field for 3 day, then the first soil preparation operated by the rotary tiller and left for 2 days, next the second soil preparation operated by the puddler implemented with two-wheel tractor 2) spread out rice straw and rice stubble (no burning step), then applied the marketed organic materials degradation, after 3 days the first soil preparation operated by the rotary tiller, next 2 days the second soil preparation operated by the puddler Implemented with two-wheel tractor 3) applied the DOA's microbes to degrade organic materials with 5 packages per rai, fermented straw stubble for 3 days, then the first soil preparation operated by the rotary tiller, next 2 days the second soil preparation operated by the puddler Implemented with two-wheel tractor 4) spread out rice straw and rice stubble (no burning step) then applied the DOA's microbes to degrade organic materials with 5 packages per rai, fermented straw stubble for 3 days, then the first soil preparation operated by the rotary tiller, next 2 days the second soil preparation operated by the puddler Implemented with two-wheel tractor. This experiment was operated on March 2015 to March 2017. The results showed that rice yield from any treatments were not significantly different, however application of organic materials degradation (both marketed and DOA) showed the trend to higher rice yield than area management by burning. Moreover, the soil properties such as pH, organic matter, phosphorus and potassium after applied the microbial inoculants were not changed over than management by burning.

1/กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2/สถาบันเกษตรวิศวกรรม

3/ กองแผนงานและวิชาการ

บทคัดย่อ

ทดสอบและเปรียบเทียบเทคโนโลยีการจัดการตอซังฟางข้าวสำหรับการเตรียมดินนาในเขตชลประทานโดยใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ที่พัฒนาโดยกรมวิชาการเกษตรกับเทคโนโลยีที่เกษตรกรใช้ ทำการทดสอบในพื้นที่นาของศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดชัยนาท จำนวน 1 แปลง ปลูกข้าว 3 ฤดู วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 กรรมวิธี จำนวน 2 ซ้ำ 1) เผาตอซังฟางข้าว ปล่อยน้ำขัง 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม 2) ไม่เผาตอซังฟางข้าว เกลี่ยตอซังฟางข้าว พ่นสารเร่งการย่อยสลายของบริษัทเอกชน อัตรา 1 ถุงต่อไร่หมักตอซังฟางข้าว 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม 3) ไม่เผาตอซังฟางข้าว หว่านจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของกรมวิชาการเกษตร อัตรา 5 ถุงต่อไร่ หมักตอซังฟางข้าว 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม 4) ไม่เผาตอซังฟางข้าว เกลี่ยตอซังฟางข้าว หว่านจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของกรมวิชาการเกษตร อัตรา 5 ถุงต่อไร่ หมักตอซังฟางข้าว 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม เริ่มดำเนินการ มีนาคม 2558 ถึง มีนาคม 2560 พบว่าผลผลิตของข้าวในแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่การใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังฟางข้าวของทั้งบริษัทเอกชน และของกรมวิชาการเกษตรมีแนวโน้มให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการเผาตอซังฟางข้าว อีกทั้งสมบัติทางเคมีของดิน ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ การใช้จุลินทรีย์ย่อยสลาย ไม่ได้ทำให้สมบัติทางเคมีเปลี่ยนแปลงไปมากกว่าการเผาฟาง

คำสำคัญ : หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ ตอซังฟางข้าว

คำนำ

การเผาตอซังฟางข้าวก่อให้เกิดปัญหาการสูญเสียธาตุอาหาร และอินทรียวัตถุที่ควรจะหมุนเวียนลงสู่ดิน ส่งผลกระทบต่อสมบัติทางเคมี กายภาพ และชีวภาพของดิน การเผาตอซังฟางข้าว 1 ตัน จะสูญเสียธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 5.4 1.1 และ 14.5 กิโลกรัม ตามลำดับ การเผาตอซังฟางข้าวยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีการปลดปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกสาเหตุของปัญหาโลกร้อน และฝุ่นควันที่มีขนาดเล็ก ที่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ดังนั้นการจัดการตอซังฟางข้าวอย่างเหมาะสม จึงเป็นสิ่งที่เกษตรกรและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรตระหนัก และให้ความสำคัญ

ปริมาณตอซังฟางข้าวเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการจัดการด้วยการไถกลบลงดิน โดยปกติการไถกลบตอซังฟางข้าวในปริมาณที่มากเกินไปจะส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว เนื่องจากในกระบวนการสลายตัวของฟางข้าวที่มีปริมาณมากทำให้เกิดสภาพขาดออกซิเจนอย่างรวดเร็ว ทำให้จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจนเจริญเติบโตและทำหน้าที่ย่อยสลายฟางข้าว เกิดการผลิตไฮโดรเจนซัลไฟด์ ส่งผลยับยั้งการหายใจของรากข้าว Yoshida (1981) พบว่าความเข้มข้นของซัลไฟด์ 0.07 - 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการหายใจของรากข้าว ทำให้ข้าวแสดงอาการใบเหลือง รากมีสีดำคล้ำ ประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารของรากต่ำ ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาปริมาณฟางข้าวที่ไถกลบต่อการเจริญเติบโตของข้าว พบว่า การไถกลบฟางข้าว 0 – 800 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในช่วงแรกของข้าว ในขณะที่การไถกลบฟางข้าว 1,200 – 1,600 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้จำนวนต้นข้าวต่อตารางเมตรลดลง (ที่อายุข้าว 15 วันหลังหว่าน)

ระยะเวลาหมักตอซังฟางข้าวเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญ เนื่องจากตอซังฟางข้าวมีอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 99:1 ดังนั้นในกระบวนการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ซึ่งมีความต้องการอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนประมาณ 20:1 จุลินทรีย์จึงจำเป็นต้องใช้ไนโตรเจนในดิน ทำให้ไนโตรเจนที่สะสมหรือใส่ลงไปเพิ่มในดินมีปริมาณลดลงชั่วคราว ซึ่งหากมีการปลูกข้าวทันทีหลังการไถกลบหรือในช่วงเริ่มต้นของการย่อยสลาย ข้าวจะมีการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ เช่น มีอาการเหลือง รากมีสีดำ ข้าวไม่เจริญเติบโต แคระแกรน หรือที่เรียกว่าอาการเมาตอซัง ดังนั้นการใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสูงจะช่วยทำให้ระยะในการหมักฟางสั้น และไม่แสดงอาการเมาตอซัง

ระบบการปลูกพืชในนามีผลต่อการสะสมอินทรียวัตถุในดิน กล่าวคือการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง 3 ครั้ง 2 ครั้ง และการปลูกข้าวต่อด้วยถั่วเหลือง ทำให้ดินมี อินทรีย์คาร์บอน 28.8 22.5 และ 13.3 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และ มีไนโตรเจน 2.45 1.89 และ 1.19 กรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาผลการศึกษาระยะเวลายาวนานเป็นเวลา 15 ปี พบว่าการปลูกข้าว 2 หรือ 3 ครั้งต่อปี นอกจากจะรักษาระดับอินทรียวัตถุในดินไว้ได้อย่างต่อเนื่องแล้ว ปริมาณอินทรียวัตถุที่พบได้ในปีที่ 15 ยังสูงกว่าของปีแรก 5-15 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแสดงว่าการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่องในดินนาน้ำขังไม่ได้ทำให้อินทรียวัตถุลดลงแต่มีแนวโน้มที่จะสะสมมากขึ้นด้วย (Sahrawat, 2004)

สุปรานี และคณะ (2557) ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในการทำปุ๋ยหมักซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ย่อยสลายตอซังและฟางข้าวที่ค้างอยู่ในแปลงนาเพื่อการปลูกข้าวอย่างต่อเนื่อง ผลการทดลองที่ศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวง ปทุมธานี พบว่า การใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯ ไม่พบอาการเมาตอซังของต้นข้าว ในทุกกรรมวิธีการทดลองและการใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯ ทุกกรรมวิธีให้ผลผลิตข้าวมากกว่าการไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯ ผลการทดลองที่แปลงเกษตรกร จังหวัดนครปฐม พบว่า ปริมาณข้าวเรื้อที่งอกจากเมล็ดข้าวที่ร่วงหล่นในแปลงนาและข้าวตอซังที่งอกจากตอซังข้าวในแปลงนาที่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯ มีน้อยกว่าที่อยู่ในแปลงนาที่ไม่มีการใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้การไถ/สับกลบตอซังที่เหลืออยู่จากเก็บเกี่ยวข้าวรุ่นก่อนแล้วใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯ ลงในแปลง 7 วัน ทำให้ปลูกข้าวได้ โดยกล้าข้าวไม่แสดงอาการเมาตอซัง ผลผลิตข้าวที่ได้จากกรรมวิธีใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯมีจำนวนมากกว่าผลผลิตที่ได้จากกรรมวิธีที่ไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ฯ

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. จุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร ขนาด 350 กรัม ประกอบด้วย *Trichoderma harzianum, Pseudomonas spp., Bacillus spp., Streptomyces spp.*

2. จุลินทรีย์ย่อยสลายตอซังฟางข้าวของเอกชน ขนาด 28 กรัมประกอบด้วย *Bacillus spp.*

3. เมล็ดพันธุ์ข้าว กข41

4. ปุ๋ยเคมี สูตร 46-0-0 สูตร 18-46-0 สูตร 0-0-60

5. เครื่องต้นแบบเครื่องเกลี่ยและย่ำฟางข้าว

6. จอบหมุนติดพ่วงรถแทรกเตอร์และ ขลุบสำหรับติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม

7. สารเคมีสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ดิน เช่น กรดเปอร์คลอริก กรดไนทริก กรดซัลฟิวริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โพแทสเซียมไดโครเมตฟีแนนโทรลีนอินดิเคเตอร์ กรดบอริก ซีลีเนียมมิกซ์เจอร์แอมโมเนียมอะซีเทต ฯลฯ

8. อาหารเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ เช่นNutrient agar, Potato dextrose agar และสารปฏิชีวนะฯลฯ

9. เครื่องแก้วสำหรับใช้ในการวิเคราะห์ดิน เช่น หลอดทดลอง บีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ ฯลฯ

10. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ตู้อบ เครื่องชั่งสาร ฯลฯ

11. นาฬิกาจับเวลา และอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลทดสอบภาคสนาม

วิธีการ

1. เลือกจังหวัดที่มีการปลูกข้าวในเขตชลประทานภาคกลาง กำหนดจังหวัดที่มีการปลูกข้าวในเขตชลประทาน ได้แก่ จังหวัดชัยนาท

2. วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 กรรมวิธี จำนวน 2 ซ้ำ แต่ละกรรมวิธีมีพื้นที่ขนาด 5-10 ไร่ (พื้นที่ตามกระทงนาของแปลงทดลอง) โดยมีวิธีการต่างๆ ดังนี้

<u>กรรมวิธีที่ 1</u> เผาตอซังฟางข้าว ปล่อยน้ำขัง 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม

เผาฟาง → ไถจอบหมุน → ขลุบ → ปลูกข้าว
ขังน้ำ 3 วัน ทิ้งไว้ 2 วัน





<u>กรรมวิธีที่ 2</u> ไม่เผาตอซังฟางข้าว เกลี่ยตอซังฟางข้าวด้วยเครื่องต้นแบบเกลี่ยย่ำฟางข้าว พ่นจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของบริษัทเอกชน อัตรา 1 ถุงต่อไร่ หมักตอซังฟางข้าว 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม

ขังน้ำ 3 วัน ทิ้งไว้ 2 วัน
ไม่เผาฟาง → เกลี่ยฟาง → พ่นจุลินทรีย์ → ไถจอบหมุน → ขลุบ → ปลูกข้าว
ย่อยสลายฯของ บริษัทเอกชน






<u>กรรมวิธีที่ 3</u>ไม่เผาตอซังฟางข้าว หว่านจุลินทรีย์ย่อยสลายสลายฯของกรมวิชาการเกษตร อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ หมักตอซังฟางข้าว 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม

ขังน้ำ 3 วัน ทิ้งไว้ 2 วัน
ไม่เผาฟาง → หว่านจุลินทรีย์ → ไถจอบหมุน → ขลุบ → ปลูกข้าว
ย่อยสลายฯของ กวก.





<u>กรรมวิธีที่ 4</u> ไม่เผาตอซังฟางข้าว เกลี่ยตอซังฟางข้าวด้วยเครื่องต้นแบบเกลี่ยย่ำฟางข้าว หว่านจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของกรมวิชาการเกษตร อัตรา 1.5 กิโลกรัมต่อไร่ หมักตอซังฟางข้าว 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม

ขังน้ำ 3 วัน ทิ้งไว้ 2 วัน

ไม่เผาฟาง → เกลี่ยฟาง → หว่านจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของ กวก. → ไถจอบหมุน → ขลุบ → ปลูกข้าว



3. เตรียมแปลงทดลองตามกรรมวิธีที่วางแผนไว้ จากนั้นหว่านเมล็ดพันธุ์ข้าว ตามกรรมวิธีของเกษตรกร อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ย18-46-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ใส่ปุ๋ย0-0-60 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นข้าวมีอายุได้ 20 วัน ใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 10 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นข้าวมีอายุได้ 60 วัน หรือคิดเป็นอัตรา11-4-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ปฏิบัติดูแลแปลงทดลองโดยตรวจดูศัตรูข้าว เช่น วัชพืช โรคต่างๆ หอยเชอรี่ แมลง ฯลฯ ทำการกำจัดตามความเหมาะสม

การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่าง

1. เก็บข้อมูลด้านการเจริญเติบโต เช่น ความสูงการแตกกอ

2. เก็บข้อมูลผลผลิต เช่น เปอร์เซ็นต์เมล็ดดีเปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ดน้ำหนักเมล็ดข้าวในพื้นที่เก็บตัวอย่าง 10 ตารางเมตร ความชื้น

3. การวิเคราะห์ดินในห้องปฏิบัติการ

- ปฏิกิริยาดิน (Soil reaction pH) ใช้เครื่องมือวัดปฏิกิริยาดิน (pH meter) ใช้อัตราส่วนดินต่อน้ำเท่ากับ 1:1
- ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon) ในดิน โดยวิธีการ Walkley and Black (1934)
- ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen) โดยวิธี MicreKjeldahl
- ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available phosphorus) โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II วัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer
- ปริมาณธาตุประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable cation) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) โดยสกัดด้วยสารละลาย 1N NH_4OAc วัดด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

ระยะเวลา เริ่มต้น เดือน มีนาคม 2558 ถึง มีนาคม 2560

สถานที่ทำการทดลอง แปลง ศูนย์วิจัยข้าวชัยนาท วิเคราะห์ตัวอย่างดินที่ห้องปฏิบัติการของกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของการจัดการตอซังฟางข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติดิน

แปลงศูนย์วิจัยข้าวจังหวัดชัยนาทนาปี 2558 (ปลูกข้าวรอบที่ 1) ดำเนินการในเดือน กรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน 2558 เมื่อวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนปลูกพบว่าดินมีความเป็นกรดเล็กน้อยถึงกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูงถึงสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก หลังเก็บเกี่ยวข้าววิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในแต่ละกรรมวิธี ดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลางถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก

นาปรัง 2559 (ปลูกข้าวรอบที่ 2) ดำเนินการในเดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม 2559 พบว่าดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูงถึงสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลางถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก หลังเก็บเกี่ยวข้าววิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในแต่ละกรรมวิธี ดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก

นาปรัง 2559/2560 (ปลูกข้าวรอบที่ 3) ดำเนินการในเดือน กันยายน 2559 ถึง มกราคม 2560 พบว่าดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลางถึงสูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก หลังเก็บเกี่ยวข้าววิเคราะห์สมบัติทางเคมีของดินมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในแต่ละกรรมวิธี ดินมีความเป็นกรดเล็กน้อย ปริมาณอินทรียวัตถุค่อนข้างสูง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก

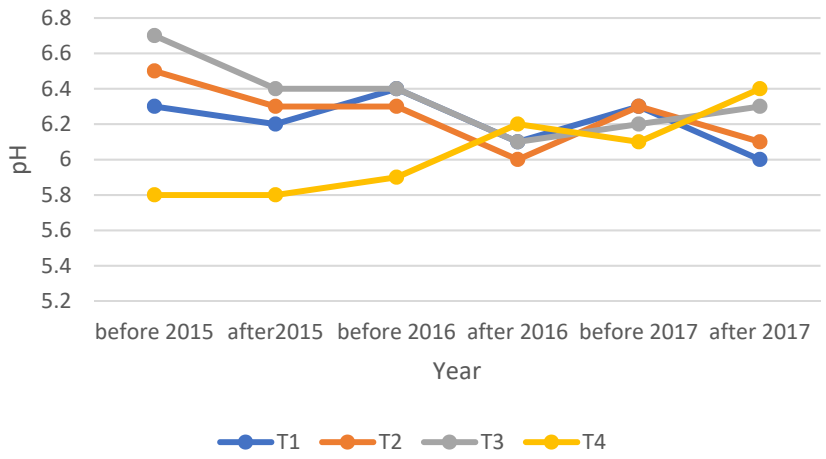


Figure 1 pH of soil befor and after planting rice during 2015-2017

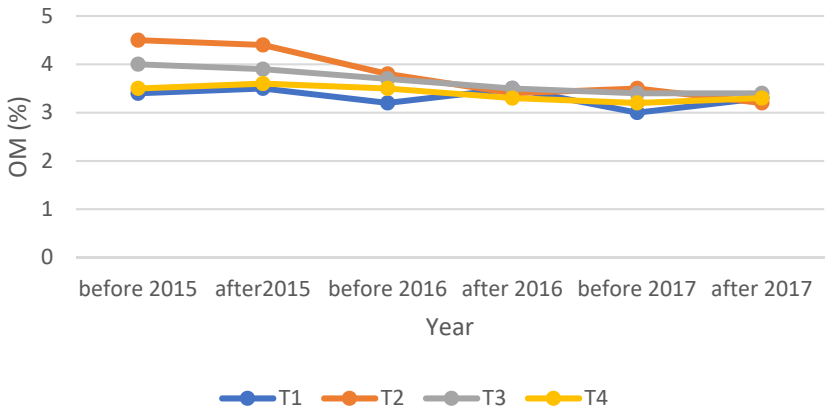


Figure 2 Organic matter (%) of soil befor and after planting rice during 2015-2017

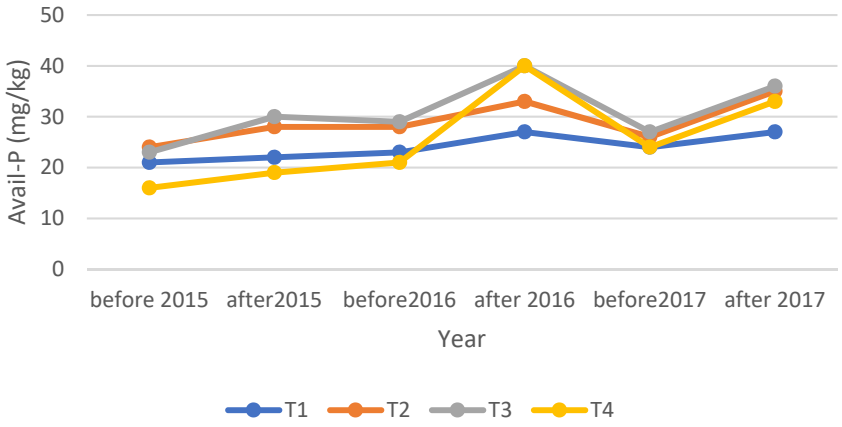


Figure 3 Available phosphate (mg/kg) of soil befor and after planting rice during 2015-2017

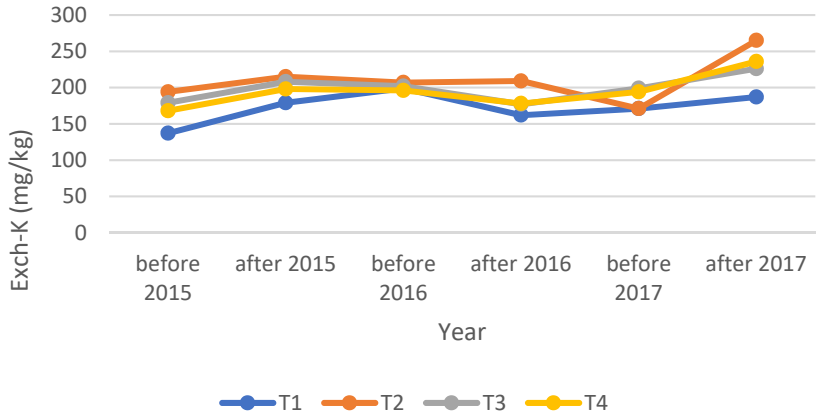


Figure 4 Exchangable potassium (mg/kg) of soil befor and after planting rice during 2015-2017

แม้ว่าการไถกลบตอซังฟางข้าวโดยใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ไม่ทำให้สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ไม่แตกต่างจากการเผาฟางข้าว ความเป็นกรด-ด่างของดินมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ประพิศ และวิศิษฐ์ (2534) รายงานว่าผลของการเผาตอซังฟางข้าวต่อสมบัติของดิน โดยทั่วไป pH ของดิน ตรงบริเวณที่มีเถ้าฟางสะสมอยู่จะสูงขึ้น ซึ่งเป็นการยกระดับ pH ของดินเฉพาะจุด นอกจากนี้การเผาตอซังฟางข้าวทำให้ธาตุอาหารหลัก เช่น ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ที่มีอยู่ในตอซังฟางข้าวเป็นประโยชน์กับพืชที่ปลูกต่อไป แต่สำหรับไนโตรเจนจะสูญหายไปเนื่องจากการเผา ในดินนาโดยทั่วไปเมื่อมีน้ำขัง pH ของดินจะลดลงเล็กน้อยในระยะ 2-3 วันและค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนมีค่า pH คงที่ (Ponnamperuma,1972) กล่าวคือการขังน้ำมีผลต่อค่า pH ของดิน ทัศนีย์ (2543) กล่าวว่าดินที่มีปฏิกิริยาดินเป็นด่างเล็กน้อย pH ของดินลดลงเล็กน้อยและจะรักษาระดับนั้นตลอดไป แต่ถ้าดินมี pH ต่ำและมีปริมาณ Fe^{2+} มากเกินไปจนเป็นพิษต่อข้าวได้ สุรเดช (2530) กล่าวว่าดินที่เป็นด่างจัดเมื่อขังน้ำแล้ว pH ของดินจะลดลงเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณแคลเซียมในดินเนื่องจากในดินที่เป็นด่างนั้น pH ของดินจะขึ้นอยู่กับปริมาณของแคลเซียมในดิน ถ้ามีแคลเซียมสูง ดินจะมีแนวโน้มที่มี pH ของดินสูง เมื่อมีการขังน้ำดินก็จะเริ่มมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น และจะไปรวมกับแคลเซียมในดินตกตะกอนเป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ปริมาณของแคลเซียมในดินก็จะลดลง pH ของดิน Ponnamperuma (1978) กล่าวว่า การไถกลบฟางข้าวก็มีอิทธิพลต่อ pH ของดิน คือ การย่อยสลายของฟางข้าวในดินนาจะมีผลทำให้สภาพรีดักชันในดินเพิ่มขึ้นมีการสะสมกรดอินทรีย์ในดิน ซึ่งส่งผลให้ pH ของดินลดลง ฟอสฟอรัสในดินก็จะละลายออกมาเป็นประโยชน์กับพืชมากขึ้น ชุติวัฒน์ และดิเรก (2540) พบว่า

การไถกลบตอซัง การใส่ฟางข้าว และปุ๋ยหมักฟางข้าว ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินเพิ่มขึ้นโดยไม่ทำให้ pH ของดินเปลี่ยนแปลง เช่นเดียวกับรายงานของ Sahrawat (1980) ว่าการใส่ฟางข้าวจะช่วยเพิ่มอินทรียวัตถุและไนโตรเจนในดิน โดยจะมีผลต่อกระบวนการ mineralization และ immobilization ในดิน ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียไนโตรเจนออกไป Dobermann and Fairhurst (2000) รายงานว่าการเผาฟางทำให้ไนโตรเจน และกำมะถันส่วนมากกลายเป็นก๊าซ และสูญหายไปเป็นเหตุให้ดินนาไม่ได้รับธาตุอาหารดังกล่าวกลับคืนมา การนำฟางออกจากพื้นที่นาน้อยที่สุดและไม่เผาฟาง จึงเป็นวิธีหมุนเวียนธาตุอาหารต่าง ๆ สู่ดินและเพิ่มแหล่งคาร์บอนตลอดจนสารอาหารต่าง ๆ สำหรับจุลินทรีย์ดินได้เป็นอย่างดี

2. ผลของการจัดการตอซังฟางข้าวต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตข้าว

วิเคราะห์การเจริญเติบโตและผลผลิตข้าวนาปี 2558 (ปลูกข้าวรอบที่ 1) ปลูกข้าวพันธุ์กข41 ด้านการเจริญเติบโตของข้าว พบว่าจำนวนต้นต่อกอที่ระยะเวลา 30 วัน ความสูงที่ระยะเวลา 30 วัน ความสูงที่ระยะเวลา 110 วัน เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ และ น้ำหนัก 100 เมล็ด ไม่ต่างกันในทุกกรรมวิธี ส่วนความสูงที่ระยะเวลา 110 วัน กรรมวิธีที่ 1 กรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 ไม่ต่างกันคือ 90 95 86 เซนติเมตร ตามลำดับ แต่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับกรรมวิธีที่ 4 คือ ข้าวสูง 82 เซนติเมตร ด้านผลผลิตก็ไม่ต่างกันคือเท่ากับ 1,082 1,115 1,123 และ 1,034 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 และกรรมวิธีที่ 3 คือ การใช้สารเร่งการย่อยสลายของบริษัทเอกชน และการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ของกรมวิชาการเกษตรทำให้ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น 3.05 และ 3.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 (Table 1)

นาปรัง 2559 (ปลูกข้าวรอบที่ 2) พบว่าจำนวนต้นต่อกอที่ระยะเวลา 30 และ 110 วัน ความสูงที่ระยะเวลา 30 และ 110 วัน เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ไม่ต่างกันในทุก ด้านผลผลิตก็ไม่ต่างกันคือเท่ากับ 538 592 630 และ 606 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 คือ การใช้สารเร่งการย่อยสลายของบริษัทเอกชน และการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ของกรมวิชาการเกษตรทำให้ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น10.04 17.10 และ 12.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1ที่ไม่ได้ใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯ (Table 1)ในปี 2559 ระยะข้าวกำลังตั้งท้องข้าวกระทบอากาศหนาว เป็นระยะเวลา 8 วัน ทำให้ข้าวเมล็ดลีบ และผลผลิตข้าวลดลง

นาปรัง 2559/2560 (ปลูกข้าวรอบที่ 3) พบว่าจำนวนต้นต่อกอที่ระยะเวลา 30 และ 110 วัน ความสูงที่ระยะเวลา 30 วัน และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และ เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบ ไม่ต่างกันในทุกกรรมวิธี ส่วนความสูงที่ระยะเวลา 110 วัน พบว่ากรรมวิธีที่ 3 กรรมวิธที่ 4 ไม่ต่างกัน คือ 106 และ 103 เซนติเมตร แต่ต่างจากกรรมวิธีที่ 1 และกรรมวิธีที่ 2 เท่ากับ 97 และ 101 เซนติเมตร ด้านผลผลิตก็ไม่ต่างกันคือเท่ากับ 984 1,075 1,139 และ 1,104กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ พบว่ากรรมวิธีที่ 2 กรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 คือ การใช้สารเร่งการย่อยสลายฯของบริษัทเอกชน และการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ของกรมวิชาการเกษตรทำให้ข้าวให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น9.25 15.75และ 12.20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีแนวโน้มให้ผลผลิตสูงกว่ากรรมวิธีที่ 1 ที่ไม่ได้ใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯ (Table 1)

Table 1 Average rice yields and yield components (grown during 2015 - 2017).

Treatment	Filled grains (%)	Unfilled grains (%)	Weight of 100 grains (g)	Productivity (Kg/rai)	Yield increase (%)
2015					
T1	93.33	6.67	2.80	1,082	-
T2	92.41	7.59	2.80	1,115	3.05
T3	95.09	4.91	2.75	1,123	3.79
T4	92.96	7.04	2.85	1,034	-4.44
CV (%)	14.6	4.4	2.1	9.9	
2015/2016					
T1	80.86	19.14	2.45	538	-
T2	82.42	17.58	2.50	592	10.04
T3	83.77	16.23	2.55	630	17.10
T4	81.82	18.18	2.45	606	12.64
CV (%)	2.8	5.8	3.6	6.0	
2016/2017					
T1	90.77	9.23	2.55	984	-
T2	93.29	6.71	2.55	1,075	9.25
T3	92.25	7.75	2.70	1,139	15.75
T4	93.38	6.62	2.65	1,104	12.20
CV (%)	6.4	11.1	4.1	10.0	

Remark: Means followed by the same latter with in a column are not significantly different based on 95% confidence limits by DMRT

3. ผลของการจัดการตอซังฟางข้าวต่อการเปลี่ยนแปลงของจุลินทรีย์ดิน

เก็บตัวอย่างดินเพื่อตรวจวิเคราะห์ จำนวนจุลินทรีย์พบว่าทั้งก่อนและหลังปลูกข้าวในทุกกรรมวิธีอยู่ในช่วง 10^8 – 10^9 โคโลนีต่อกรัมของดิน ในทุกกรรมวิธี ซึ่งพบจุลินทรีย์ประเภทแบคทีเรีย เช่น *Bacillus* sp. รา เช่น *Trichoderma harzianum* และ แอคติโนมัยซีส เช่น *Streptomyces* sp.จะเห็นว่าการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯของบริษัทเอกชน และของกรมวิชาการเกษตร ทำให้จำนวนสายพันธุ์ของจุลินทรีย์ในดินมีความหลากหลายมากกว่ากรรมวิธีที่ทำการเผาตอซังฟางข้าว (Table 2)

Table 2 Population of microbial and type of microorganism in soil sample.

Treatment	Microorganism in soil	Number of microbial(cfu/g.soil)
T1	*Bacillus* sp. *Bacillus pumilus* *Streptomyces* sp. *Pseudomonas* sp.	2.0x 10^8
T2	*Bacillus* sp. *Bacillus pumilus* *Streptomyces* sp. *Pseudomonas* sp. *Candida utitis* *Bacillus amyloliquefaciens*	2.5 x 10^8
T3	*Bacillus* sp. *Bacillus pumilus* *Streptomyces* sp .*Pseudomonas* sp. *Candida utitis* *Bacillus amyloliquefaciens* *Cellulomicrobium cellulans* *Trichoderma harzianum* *Paenibacillus polymyxa*	2.7 x 10^8
T4	*Bacillus* sp. *Bacillus pumilus* *Streptomyces* sp. *Pseudomonas* sp. *Candida utitis* *Bacillus subtilis* *Bacillus amyloliquefaciens* *Cellulomicrobium cellulans* *Trichoderma harzianum* *Paenibacillus polymyxa*	1.5 x 10^8

4. ผลของการจัดการตอซังฟางข้าวต่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

ด้านผลผลิตและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าการจัดการตอซังฟางข้าวให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของบริษัทเอกชนและของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการไม่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (benefit cost ratio :BCR) พบว่าการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุด พิจารณาจาก BCR>1 คือ คุ้มค่าการลงทุน BCR = 1 คือ เท่าทุน BCR<1 คือไม่คุ้มทุน หรือขาดทุน โดยการคำนวณต้นทุนการผลิตข้าว ค่าแรงงาน (ค่าเตรียมดิน ค่าปลูก ค่าเตรียมเมล็ดพันธุ์ ค่าดูแลรักษา ค่าเก็บเกี่ยว) ค่าวัสดุ (ค่าพันธุ์ ค่าปุ๋ย ค่าสารเคมีป้องกันศัตรูพืชและวัชพืช) ค่าเฉลี่ยต้นทุนการผลิตข้าว ในฤดู นาปรัง เท่ากับ 4,891 บาทต่อไร่ ค่าเฉลี่ยต้นทุนการผลิตข้าว ในฤดู นาปี เท่ากับ 3,968 บาทต่อไร่ราคาหัวเชื้อย่อยสลายฯของบริษัทเอกชน ถุงละ 290 บาท อัตราการใช้จำนวน 1 ถุงต่อไร่คิดเป็น 290บาทต่อไร่ราคาหัวเชื้อย่อยสลายฯของกรมวิชาการเกษตร ถุง 20 บาท อัตราการใช้จำนวน 5 ถุงต่อไร่ คิดเป็น 100 บาทต่อไร่ราคาข้าวเปลือก ปี 2558 เท่ากับ 7,760 บาทต่อตัน ราคาข้าวเปลือก ปี 2559 เท่ากับ 7,900 บาทต่อตัน ราคาข้าวเปลือก ปี 2560 เท่ากับ 7,500 บาทต่อตัน ที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกร ,2560)จะพบว่าการกรรมวิธีที่ 3 ไม่เผาตอซังฟางข้าว หว่านจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของกรมวิชาการเกษตร อัตรา 5 ถุงต่อไร่ หมักตอ

ซังฟางข้าว 3 วัน เตรียมดินขั้นแรกด้วยจอบหมุน ทิ้งไว้ 2 วัน เตรียมดินขั้นที่สองด้วยขลุบติดพ่วงท้ายรถไถเดินตาม ทำให้กำไรสิทธิของแต่ละปีตั้งแต่ปี 2558-2560 สูงที่สุดคือ 3,724 909 4,930 บาทต่อไร ตามลำดับ (Table 3)

Table 3 Yield and cost, return on net and benefit cost ratio (BCR) of rice produced by using compost inoculum at Chai Nat province during 2015-2017.

Treatment	Yield (Kg/rai)	Cost (baht/rai)	Net return (baht/rai)	Net Profit Margin (baht/rai)	BCR
2015					
T1	1,082	4,891	8,397	3,506	1.72
T2	1,115	5,181	8,653	3,472	1.75
T3	1,123	4,991	8,715	3,724	1.75
T4	1,034	5,041	8,024	2,983	1.59
2016					
T1	538	3,968	4,251	283	1.07
T2	592	4,258	4,677	419	1.16
T3	630	4,068	4,977	909	1.22
T4	606	4,118	4,789	671	1.16
2016/2017					
T1	984	3,968	7,774	3,806	1,96
T2	1,075	4,258	8,493	4,235	2.11
T3	1,139	4,068	8,998	4,930	2.21
T4	1,104	4,118	8,716	4,598	2.12

Remark: In2015 2016 and 2017 Rice price 7,760 7,900 and 7,500 bath/ton

DOA Compost Inoculums 20 baht/pack Jaminar Compost Inoculums 290 baht/pack

46-0-0 fertilizer price 16 baht/kg 18-46-0 fertilizer price 38 baht/kg

0-0-60 fertilizer price 25 baht/kg

แม้ว่าผลผลิตของข้าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯทั้งของบริษัทเอกชน และของกรมวิชาการเกษตร ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากการเผาตอซังฟางข้าว3.05-17.10 เปอร์เซ็นต์(Table 1) เช่นเดียวกับการทดลองของ Beaton *et al,*(1992) ใช้เวลาทำการทดลอง 15 ปี พบว่าการไถกลบตอซังฟางข้าวให้ผลผลิตในระดับเดียวกับการเอาฟางข้าวออกจากนา ในช่วงเวลา 4 ปี ที่ทำการทดลองการไถกลบฟางข้าวให้ผลผลิตมากกว่าการเอาฟางข้าวออกจากนา 112 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ 9.04 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับรายงานของ Ponnamperuma (1984) ซึ่งเป็นการทดลองระยะยาวจะพบความแตกต่างเล็กน้อย คือในช่วงปีที่ 2-5 พบว่าการเอาฟางข้าวออกจากนา การไถกลบฟางข้าว และการเผาฟางข้าวให้ผลผลิตเฉลี่ย 1,552 1,584 และ 1,584 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในช่วงปีที่ 6-10 ทั้ง 3 กรรมวิธีการทดลองให้ผลผลิต 1,136 1,232 และ 1,136 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ เมื่อคิดค่าเฉลี่ยผลผลิตตลอด 10 ปี ทั้ง 3 กรรมวิธีการทดลองให้ผลผลิต 1,328 1,392 และ 1,328 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แสดงว่าในปีที่ 2-5 การไถกลบฟางข้าว และการเผาฟางข้าวให้ผลเท่ากันและสูงกว่าการเอาฟางข้าวออกจากนา 2.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนช่วงปีที่ 6-10 พบว่าการไถกลบฟางข้าวให้ผลผลิตสูงกว่าการเอาฟางข้าวออกจากนา และการเผาฟางข้าว 8.4 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อคิดเฉลี่ยทั้ง 10 ปีก็ให้ผลคล้ายกันชุติวัฒน์และดิเรก (2540) พบว่าการเกี่ยวตอซังฟางข้าวออกจาก

แปลงนา หรือการเผาตอซังฟางข้าว ทำให้ผลผลิตข้าวต่ำกว่าการไถกลบตอซังฟางข้าว การใส่ปุ๋ยหมักหรือการใส่ฟางข้าวแล้วไถกลบก่อนปลูกข้าว และการใส่ฟางข้าวหรือปุ๋ยหมักฟางข้าวอัตรา 2,000 กิโลกรัมต่อไร่ ติดต่อกัน 3-4 ปีให้ผลผลิตใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 8-4-4 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. การจัดการตอซังฟางข้าวแบบต่าง ๆ คือ การเผาตอซังฟางข้าว การไถกลบตอซังฟางข้าวโดยใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯของบริษัทเอกชน และหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของกรมวิชาการเกษตร โดยไม่เกลี่ยตอซังฟางข้าว และ การไถกลบตอซังฟางข้าวโดยใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯของกรมวิชาการเกษตร โดยเกลี่ยตอซังฟางข้าว ทุกกรรมวิธีทำให้สมบัติทางเคมีของดินเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย กล่าวคือการจัดการฟางทำให้ความเป็นกรดด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

2. ด้านผลผลิตพบว่าการใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯของบริษัทเอกชน และจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของกรมวิชาการเกษตรทำให้ผลผลิตข้าวไม่แตกต่างจากการเผาตอซังฟางข้าว แต่ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นจากการเผาตอซังฟางข้าว 3.05-17.10 เปอร์เซ็นต์

3. การใช้จุลินทรีย์ย่อยสลายฯเพื่อการจัดการตอซังฟางข้าวทั้งของบริษัทเอกชนและของกรมวิชาการเกษตรทำให้จำนวนและความหลากหลายของจุลินทรีย์มีมากกว่าเมื่อมีการจัดการระยะยาว จึงเป็นการอนุรักษ์ความอุดมสมบูรณ์ในระยะยาว ซึ่งหากมีการใช้ในระยะยาวจะก่อประโยชน์สูงสุดต่อเกษตรกร

4. การใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯของบริษัทเอกชนและของกรมวิชาการเกษตร ให้ผลผลิตข้าวสูงกว่าการไม่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุนพบว่าการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯ ให้ผลตอบแทนสุทธิสูงสุด

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. การเลือกกรรมวิธีในการใช้ให้เหมาะสมต้องคำนึงถึงสภาพแปลงนาหลังการเก็บเกี่ยว ถ้าแปลงที่มีการเก็บเกี่ยวด้วยเครื่องจักร ทิ้งฟางไว้ในแปลงควรใช้กรรมวิธีที่ 4 แต่ถ้ามีการจัดการฟางเรียบร้อยแล้วให้เลือกใช้กรรมวิธีที่ 3

2. หากพื้นที่การปลูกข้าวแบบต่อเนื่องโดยไม่ทิ้งช่วงการปลูกสามารถนำเอาหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯไปใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายตอซังได้

3. ในการนำหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายฯไปใช้ควรเลือกพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง จึงจะเห็นความแตกต่างชัดเจน

4. ควรมีการทดลองซ้ำในพื้นที่และการจัดการวิธีการที่แนะนำแบบต่อเนื่อง อย่างน้อย 5 ปี เพื่อตรวจสอบผลการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

ชุติวัฒน์ วรรณสาย และดิเรก อินตาพรม. 2540. ผลของการจัดการฟางข้าวต่อความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตข้าว. *วารสารเกษตรนเรศวร.*-3(1) :30-35

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์. 2543. *ดินที่ใช้ปลูกข้าว*. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประพิศ แสงทอง และ วิศิษฐ์ โชติกุล. 2534. ผลของการเผาฟางต่อคุณสมบัติทางเคมีของดินนาภาคเหนือ. การประชุมวิชาการข้าวและธัญญพืชเมืองหนาว ศูนย์วิจัยแพร่และสถานีทดลองเครือข่าย ประจำปี 2533. กลุ่มงานวิจัยเคมีและความอุดมสมบูรณ์ของดิน กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. หน้า 54-56

สุปรานี มั่นหมาย ภาวนา ลิกขนานนท์ ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต อธิปัตย์ คลังบุญครอง ประไพ ทองระอา นิศารัตน์ ทวีนุต พีรพงษ์เชาวนพงษ์. 2557.การย่อยสลายตอซังและฟางข้าวในแปลงนาเพื่อให้สามารถปลูกข้าวได้. รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2557. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สุรเดช จินตกานนท์. 2530. *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.* ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Beaton, J.D., M. Hasegawa.X. Jiung-Chang, J.C.W. Keng and E.H. Hatstead. 1992. Influence of Intensive Long-Term Fertilization on Properties of Paddy Soils and Sustainable Yields. Pages246-251.*In* "Proceeding of Intenational Symposium on Paddy soils" NanJing China.

Dobermann, A and T.H. Fairhoust. 2000. Rice :Nutrient Disorders and Nutrient Management. Potash and Phosphate Institute, Canada.

Ponnamperuma, F.N. 1972. The Chemistry of Submerged Soil. *Adv. Agron*. 24 :29 – 96.

Ponnamperuma, F.N. 1978. Electrochemical Changes in Submerged Soils and the Growth of Rice. Soils and Rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Laguna, Philippines.

Pommamperuma, F.N. 1984. Straw as a Source of Nutrients for Wetland Rice, *In* Organic Matter and Rice. Pages117– 136. International Rice Research Institute. Los Banos, Philipines.

Sahrawat K.L. 1980. Effect of Rice Straw on Transformations of Soil and Fertilizer Nitrogen in Flooded Tropical Rice Soils. *Agrochimica*. pp. 149 – 153.

Sahrawat, K.L. 2004. Organic Matter Accumulation in Submerged Soils. *Advances in Agronomy.*81:169 – 201.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of Rice Crop Science. IRRI, Los Banos. Philippines.

การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่
Production of New Microbial Inoculants for Organic Materials Degradation

อธิปัตย์ คลังบุญครอง สุปรานี มั่นหมาย สนธยา ขำติ๊บ

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Study for cultivation and production of new microbial inoculants for organic materials degradation, the new products include ball capsule and bead type. Application of new products compare to application of crude powder (original product) cell cultivation broth (basic cell cultivation) in paddy field where rice straw and rice stubble was plowed to soil at Klongluang rice research center Pratumthani province (2018). After application RD 31 was planted, the results showed that rice yield are 701 693 and 675 kilogram per rai after application of bead crude powder and ball type respectively while no application of microbial inoculants for organic materials degradation only 646 kilogram per rai was received. Shelf life of new products are only 2 months, but original product can store more than 4 months.

บทคัดย่อ

ดำเนินการผลิตผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ คือ รูปแบบบอล รูปแบบแคปซูล และรูปแบบเม็ด พบว่าจุลินทรีย์สามารถอยู่อาศัยในผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 รูปแบบ และยังคงมีกิจกรรมของการย่อยสลายเซลลูโลส ดำเนินการทดสอบหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่ คือ แบบบอล แบบแคปซูล แบบเม็ด เปรียบเทียบกับรูปแบบผงหยาบ (รูปแบบเดิมของกรมวิชาการเกษตร) และรูปแบบเหลว (รูปแบบพื้นฐานของการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์) ในการย่อยสลายตอซังฟางข้าวในแปลงทดสอบ ในปี พ.ศ. 2561 ณ ศูนย์วิจัยข้าว อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี โดยปลูกข้าวพันธุ์ กข 31 ตามวิธีของเกษตรกร พบว่ากรรมวิธีที่ย่อยสลายตอซังฟางข้าวด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบเม็ด รูปแบบเดิม และรูปแบบบอล ข้าวให้ผลผลิต 701 693 และ 675 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ข้าวให้ผลผลิตเพียง 646 กิโลกรัมต่อไร่ แต่ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่ที่ผลิตขึ้น ยังมีอายุการเก็บรักษาในตู้แช่ได้เพียง 2 เดือน ในขณะที่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบผงหยาบ มีอายุการเก็บรักษามากกว่า 4 เดือน

คำสำคัญ : การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ รูปแบบบอล รูปแบบแคปซูล รูปแบบเม็ด การย่อยสลายตอซังฟางข้าว

คำนำ

เซลลูโลสเป็นองค์ประกอบที่พบมากในพืช ในฟางข้าวสาลี ข้าวฟ่างหวาน ซังข้าวโพด ฟางข้าว มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ 35.80 44.60 36.40 และ 35.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Fajardo et al., 2015) พืชบางชนิดมีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ เช่น ชานอ้อย กล้วย ปอกระเจา กัญชา แครอท (55.2 63-64 73.2 73-74 และ 81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (Malladi et al., 2018) ด้วยปริมาณที่มาก และย่อยสลายได้ยาก ทำให้เป็นการเสียโอกาสในการใช้ประโยชน์จากการย่อยสลายเซลลูโลสในวัสดุอินทรีย์ต่าง ๆ เซลลูโลสคือโพลิเมอร์ของกลูโคสที่ต่อกันด้วยพันธะ β (1-4) (เรียกว่าเซลโลไบโอส (cellobiose)) โดยสายของเซลลูโลสจะเป็นหน่วยซ้ำ ๆ ของเซลโลไบโอส (Maleki et al., 2016) สามารถมีหน่วยของกลูโคสที่เชื่อมต่อกันได้ถึง 20,000 หน่วย สายของเซลลูโลสบริเวณที่มีพันธะเบตา 1-4 ไกลโคซิดิกมาก จะเกิดพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายของเซลลูโลสเกิดเป็นบริเวณที่เป็นระเบียบ มีความแข็งแรง ละลายน้ำได้ยาก

(crystalline regions) แต่บริเวณที่มีพันธะไฮโดรเจนระหว่างสายเซลลูโลสน้อย สายเซลลูโลสจะมีความยุ่งเหยิง และมีความแข็งแรงน้อย (amorphous regions) (Malladi et al., 2018)

ในการย่อยสลายเซลลูโลสทางชีวภาพ จุลินทรีย์หลายชนิดสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายเซลลูโลสได้ การทำงานของเอนไซม์เซลลูเลส จะประกอบด้วยเอนไซม์อย่างน้อย 3 กลุ่ม คือ เอนโดกลูคาเนส (endo-(1,4)-β-D-glucanase (EC 3.2.1.4)) เอกโซกลูคาเนส (exo-(1,4)-β-D-glucanase (EC 3.2.1.91)) และกลูโคซิเดส (β-glucosidases (EC 3.2.1.21)) โดยเอกโซกลูคาเนส จะทำการย่อยเซลลูโลสที่ปลายของสาย และปลดปล่อยเซลโลไบโอส ออกมา ในขณะที่เอนโดกลูคาเนส จะเข้าย่อยสลายแบบสุ่มในสายของเซลลูโลส ณ บริเวณที่มีความแข็งแรงน้อย (amorphous regions) ซึ่งจะได้เป็นสายของ กลูแคนซึ่งมีความยาวที่แตกต่างกัน และถูกเอกโซกลูคาเนส ย่อยสลายต่อไป จากนั้นกลูโคซิเดส จะทำการย่อยเซลโลไบโอส ไดแซคคาไรด์ และปลดปล่อยน้ำตาลกลูโคสออกมา (Kuhad et al., 2011)

หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตร เป็นหัวเชื้อที่มีกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลส มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ได้ดี ช่วยหมุนเวียนธาตุอาหารจากวัสดุอินทรีย์ในรูปของปุ๋ยหมักกลับมาสู่ดิน ช่วยปรับปรุงดินให้พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดี สามารถประยุกต์ใช้ในการย่อยสลายตอซังฟางข้าว ช่วยให้ข้าวได้ผลผลิตที่มากขึ้น (สุปรานี, 2557) ย่อยสลายเปลือกยูคาลิปตัสจนเป็นปุ๋ยหมักได้ ภายในระยะเวลา 240 วัน (พีรพงษ์, 2557) แต่เนื่องจากหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ใช้ปุ๋ยหมักมูลโคบดละเอียดเป็นวัสดุพา จึงมีลักษณะเป็นผงหยาบคล้ายปุ๋ยหมัก ลักษณะดังกล่าวนี้ยังไม่จูงใจให้เกษตรกรใช้งานนัก อีกทั้งลักษณะการใช้งานที่อาจต้องผสมวัสดุอื่น เช่น ดิน เพื่อเพิ่มปริมาณให้สามารถใช้ได้เพียงพอ ซึ่งเป็นการเพิ่มขั้นตอน ซึ่งการใช้งานลักษณะนี้มีความยุ่งยาก การผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้มีรูปแบบที่สะดวกต่อการใช้งาน จึงเป็นสิ่งที่จะช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้ หรืออาจสร้างแรงจูงใจให้เกษตรกรใช้ประโยชน์จากวัสดุแทนการเผาทำลาย ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการสร้างมลภาวะทางอากาศ ลดการทำลายระบบนิเวศของจุลินทรีย์และธาตุอาหารในพื้นที่ และเพิ่มการหมุนเวียนธาตุอาหารกลับสู่พื้นที่การเกษตร

จุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์มีความสำคัญต่อการหมุนเวียนธาตุอาหาร เพราะเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนซากพืชให้กลับไปเป็นธาตุอาหารได้ โดยมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ เอนไซม์เซลลูเลส ซึ่งสามารถย่อยสลายเซลลูโลสในวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรให้มีสภาพเป็นปุ๋ยได้เร็วขึ้น โดยพบในจุลินทรีย์หลายชนิดและพบมากมายในธรรมชาติ เสาวภาและคณะ (2554) คัดแยกเชื้อราที่มีความสามารถสร้างเอนไซม์ เซลลูเลสจากดินในพื้นที่ป่าโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี จำนวน 74 ตัวอย่าง แยกเชื้อราได้ 298 ไอโซเลท ในจำนวนนี้มี 144 ไอโซเลทที่มีกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลส Sonia *et al*. (2013) คัดแยกเชื้อแบคทีเรียที่มีกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสจากดินในอินเดีย พบว่าเชื้อแบคทีเรียที่มีกิจกรรมดังกล่าวสูง ได้แก่ *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, และ *Serratia marcescens* เมื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตเอนไซม์เซลลูเลสของเชื้อแบคทีเรียดังกล่าว พบว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส pH ในช่วง 9-11 แหล่งของคาร์บอนและไนโตรเจนคือ กลูโคสและแอมโมเนียมซัลเฟต เป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตเอนไซม์เซลลูเลส Majeed *et al*. (2016) แยกจุลินทรีย์กลุ่ม Aeromonas จากไส้ปลายี่สกเทศ พบว่า *Aeromonas bestiarum* มีความสามารถในการผลิตเอนไซม์เอกโซกลูคาเนส โดยสามารถผลิตได้ 3.766 ยูนิต เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีชานอ้อย สารสกัดจากยีสต์ และแอมโมเนียมซัลเฟต เป็นองค์ประกอบ 2.5 0.2 และ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เมื่อคัดแยกจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ทางการเกษตร และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการมีกิจกรรมส่งเสริมการเจริญของพืชโดยจุลินทรีย์แล้ว ขั้นตอนที่สำคัญต่อมาคือ การแปรรูปเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าว ให้อยู่ในรูปที่สะดวกแก่การใช้งาน สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นเซลล์จุลินทรีย์จึงต้องประสบความเครียดทั้งจากการแปรรูป และการจากสภาวะแวดล้อมในธรรมชาติ จึงต้องมีการจัดการที่เหมาะสมเพื่อให้จุลินทรีย์ยังคงความสามารถที่เป็นประโยชน์เอาไว้ได้ Leslie *et al*. (1995) พบว่าการใช้ trehalose และ sucrose ช่วยเพิ่มความทนทานต่อกระบวนการ freeze drying ของเชื้อ *Escherichia coli* DH5a และ *Bacillus thuringiensis* HD-1 ได้ โดยเมื่อทำแห้งเชื้อร่วมกับการใส่ trehalose 100 mM เชื้อ *E. coli* จะรอดชีวิต 70 เปอร์เซ็นต์ เชื้อ *B. thuringiensis* จะรอดชีวิต 57 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใช้ sucrose เชื้อ *E. coli* จะรอดชีวิต 56 เปอร์เซ็นต์ เชื้อ *B. thuringiensis* จะรอดชีวิต 44 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อไม่ใส่น้ำตาล เชื้อ

E. coli จะรอดชีวิตเพียง 8 เปอร์เซ็นต์ และเชื้อ *B. thuringiensis* จะรอดชีวิตเพียง 14 เปอร์เซ็นต์ Ivanova *et al*. (2006) ทดสอบปุ๋ยชีวภาพเชื้อจุลินทรีย์ตรึงไนโตรเจน Azospirillum ที่อยู่ในเม็ดอัลจิเนตขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3-4 mm พบว่าเม็ดดังกล่าวสามารถเก็บเชื้อได้ถึง 10^6 โคโลนีต่อเม็ด เชื้อยังมีชีวิตอยู่ในเม็ดได้นานกว่า 6 เดือน ใส่เม็ดลงในดินจะสลายตัวสมบูรณ์ใช้เวลาประมาณ 3-4 เดือน Lakshmipriya และ Sivakumaar (2013) ทดสอบการใช้เชื้อ *Bacillus subtilis* และ *Pseudomonas fluorescens* ซึ่งเป็น plant growth-promoting rhizobacteria ในรูปเม็ด อัลจิเนต, ผงถ่าน และอาหารเหลว พบว่าการใช้เชื้อในรูปเม็ดอัลจิเนตของ *B. subtilis* และ *P. fluorescens* กับข้าวจะส่งผลให้การเกิดโคโลนีเชื้อบริเวณรอบรากสูงที่สุดเท่ากับ 5.319 และ 5.231 $\log_{10}$ (โคโลนีต่อกรัมของดิน) ตามลำดับ และต่ำสุดเมื่อใช้อาหารเหลว คือ 3.125 และ 3.410 $\log_{10}$ (โคโลนีต่อกรัมของดิน) ตามลำดับ โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเก็บรักษาเม็ด คือ เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส Gomare *et al*. (2013) ศึกษาการใช้เชื้อ Azotobacter ในรูปผงของ ดิน : ถ่านกัมมันต์ : แคลเซียมคาร์บอเนต และ ดิน : ผงถ่านหยาบ: แคลเซียมคาร์บอเนต ในอัตราส่วน 1:2:1 เท่ากัน พบว่าการใช้ผงถ่านหยาบจะทำให้พืชที่ทดสอบมีอัตราการงอก และการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ถ่านกัมมันต์ Hartatia *et al*. (2012) ทำการตรึงเอนไซม์เซลลูเลสซึ่งได้จากของเหลวจากลำไส้วัวในรูปของเม็ดอัลจิเนต พบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการตรึงคือ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้อัลจิเนต ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสสูงที่สุดคือ 67.41 ยูนิตต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งสำหรับการใช้ประโยชน์จากเอนไซม์เซลลูเลสโดยตรง Petre *et al*. (1999) ทำการตรึงจุลินทรีย์ย่อยสลายเซลลูโลสคือ *Trichoderma viride* ใน collagen-poly-acrylamide (CPAA) และ gelatin-poly-acrylamide (GPAA) โดยทำให้มวลของเซลลูโลสหายไปมากกว่า 14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังทำการตรึง *Bacillus subtilis* และ *Bacillus licheniformis* ใน collagen-poly-acrylamide (CPAA) และ elastin-poly-acrylamide (EPAA) โดยทำให้มวลของเซลลูโลสหายไปมากกว่า 20 เปอร์เซ็นต์ และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งการตรึงจุลินทรีย์ดังกล่าวพบว่าสามารถใช้งานต่อเนื่องกันได้มากกว่า 240 ชั่วโมง

จากที่กล่าวมาจะพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะคัดเลือกจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์มาผลิตเป็นหัวเชื้อปุ๋ยชีวภาพในรูปแบบที่หลากหลาย ทั้งแบบเหลว แบบเม็ด แบบผง ซึ่งจะตอบสนองต่อความต้องการที่หลากหลายของเกษตรกรได้และสามารถใช้ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่องแก้ว ได้แก่ บีกเกอร์ กระบอกตวง แท่งแก้วคนสาร จานเพาะเชื้อ หลอดทดลอง ฟลาส์ก
2. สารเคมี ได้แก่ กรดซิตริก โซเดียมไบคาร์บอเนต อัลจิเนต แคลเซียมคลอไรด์
3. อาหารเลี้ยงเชื้อได้แก่ อาหารเลี้ยงเชื้อนิวเทรียนท์บรอท (Nutrient broth) และนิวเทรียนท์เอการ์ (Nutrient agar) อาหารพิคอฟสกายา (pikovskaya) อาหารทดสอบการผลิตซิเดอโรฟอร์ อาหารทดสอบการละลายโพแทสเซียม อาหารทดสอบการย่อยสลายเซลลูโลส
4. เครื่องมือ ได้แก่ เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง ตู้อบ ปั๊มน้ำ ปั๊มลม เครื่องเขย่าขวดเลี้ยงเชื้อ เครื่องกวนสาร เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ ตู้ปลอดเชื้อ
5. อุปกรณ์ เช่น แม่พิมพ์เม็ดกลม บล็อกบรรจุแคปซูล เครื่องซีลถุง สายยาง สายอากาศ

วิธีดำเนินการ

1. คัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลสและส่งเสริมการเจริญของพืช

คัดเลือกจุลินทรีย์ เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยคัดเลือกแบคทีเรียรหัส db_115, db_123, mfb_129, db_183, db_203, mfb_papM1 และ mfb_rsp5 มาทดสอบประสิทธิภาพในอาหารพิคอฟสกายา อาหารทดสอบการผลิตซิเดอโรฟอร์ อาหารทดสอบการละลายโพแทสเซียม อาหารทดสอบการย่อยสลายคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลส อาหารทดสอบการย่อยสลายอะวิเซล อาหารทดสอบการย่อยไซแลน โดยวิธี Point inoculation และทำการจัดจำแนก เพื่อใช้ร่วมกับเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ใช้อยู่ในผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ของกรมวิชาการเกษตรในปัจจุบัน

2. ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเชื้อ

ศึกษาอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม

ทดสอบการเพาะเลี้ยงแบบเหลวโดยทดสอบการเพาะเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลวนิวเทรียนท์บรอท (Nutrient broth) และ นิวเทรียนท์บรอทที่เติมไนโตรเจน (แอมโมเนียมซัลเฟต) 0.5 เปอร์เซ็นต์ และซูโครส 0.5 เปอร์เซ็นต์ เขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงแบบแบบแห้งด้วยการเพาะเลี้ยงอาหารเหลวนิวเทรียนท์เอการ์ (Nutrient agar) และ นิวเทรียนท์เอการ์ที่เติมไนโตรเจน (แอมโมเนียมซัลเฟต) 0.5 เปอร์เซ็นต์ และซูโครส 0.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เก็บเกี่ยวเซลล์หลังจากเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 5 วัน ด้วยการปั่นเหวี่ยง 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที สำหรับการเพาะเลี้ยงแบบเหลว และการล้างเซลล์ออกจากจานเพาะเลี้ยงเชื้อการเพาะเลี้ยงแบบแข็ง นำสารแขวนลอยเซลล์ที่แยกได้ อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้ง และคำนวณปริมาณเซลล์แห้งที่ผลิตได้

ศึกษาการขยายขนาดการผลิต

ทดสอบการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองด้วยการจ่ายโอโซน (400 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง) โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (KMS) 200 พีพีเอ็ม และ 400 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 4 ชั่วโมง แต่ละกรรมวิธีดำเนินการในอาหารปริมาตร 40 ลิตร โดยเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์แต่ละสายพันธุ์ และผสมน้ำวัตถุดิบ จนมีปริมาตร 40 ลิตร (เซลล์เริ่มต้น ที่ log10(cfu/ml) ประมาณ 6-8) เก็บตัวอย่างตรวจวัดปริมาณเซลล์ที่มีชีวิตด้วยการเจือจางและเพาะเลี้ยงบนจานอาหารวุ้น ณ เวลา 60 120 180 และ 240 นาที เพื่อคำนวณอัตราการลดลงของจุลินทรีย์

ทดสอบอัตราการให้อากาศที่ 0.25 0.50 และ 0.75 ปริมาตรอากาศต่อปริมาตรอาหารต่อนาที (vvm) แต่ละกรรมวิธีดำเนินการในอาหารในอาหารปริมาตร 40 ลิตร เก็บตัวอย่างตรวจวัดปริมาณเซลล์ที่มีชีวิตด้วยการเจือจางและเพาะเลี้ยงบนจานอาหารวุ้น

3. ผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ

ผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนดังนี้

แบบผงหยาบ (รูปแบบเดิมของกรมวิชาการเกษตร) ผสม หัวเชื้อรา : ปุ๋ยหมักมูลโคบดละเอียด : ซีโอไลท์ อัตรา 4 : 5 : 1 โดยน้ำหนัก

แบบบอล ผสม กรดซิตริก : โซเดียมไบคาร์บอเนต : แป้งมัน : กากน้ำตาล : ยิปซัม : ปุ๋ยหมักบด : หัวเชื้อราและแบคทีเรีย อัตรา 10 : 10 : 10 : 20 : 10 : 15 : 25 โดยน้ำหนัก ขึ้นรูปเป็นลูกบอล แล้วอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16 ชั่วโมง

แบบแคปซูล ผสม แป้งมัน : ปุ๋ยหมักบด : หัวเชื้อราและแบคทีเรีย อัตรา 15 : 35 : 50 โดยน้ำหนัก อบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 16 ชั่วโมง จากนั้นทำการบรรจุลงแคปซูลเบอร์ศูนย์

แบบเม็ด ผสม หัวเชื้อราและแบคทีเรีย : สารละลายอัลจิเนต (0.5 เปอร์เซ็นต์) อัตรา 1 : 4 โดยปริมาตร จากนั้นหยดลงในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (100 mM) เมื่อเกิดเป็นเม็ด ทำการแยกเม็ดออกจากสารละลายแคลเซียมคลอไรด์

แบบเหลว (รูปแบบพื้นฐานของการเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์) เพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารเหลว (nutrient broth) ให้มีปริมาณเชื้ออย่างน้อย $1x10^8$ โคโลนีต่อมิลลิลิตร

3. ทดสอบหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ ในการย่อยสลายตอซังฟางข้าวในพื้นที่ปลูกข้าว อ.คลองหลวง จ. ปทุมธานี โดยจัดเตรียมแปลงทดสอบขนาด 2X4 ตารางเมตร ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร โดยวางแผนการทดลอง แบบ RCB จำนวน 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เตรียมดินตามวิธีเกษตรกร (ไม่ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยฯ)

กรรมวิธีที่ 2 ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบผงหยาบ อัตราส่วน 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 3 ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบบอล อัตราส่วน 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบเม็ด อัตราส่วน 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบแคปซูล อัตราส่วน 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

กรรมวิธีที่ 6 ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบเหลว อัตราส่วน 1.6 กิโลกรัมต่อไร่

เมื่อปล่อยน้ำเข้าแปลงนา ทำการย่ำตอซังฟางข้าวจนจมโคลน ใส่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ ตามกรรมวิธีที่กำหนด จากนั้นดำเนินการปลูกข้าวตามวิธีของเกษตรกร

4. ติดตามดูแลการเจริญเติบโตตลอดฤดูปลูก และบันทึกผลผลิตข้าว

ระยะเวลา ดำเนินการทดลอง ตุลาคม พ.ศ. 2560 - กันยายน พ.ศ. 2561

สถานที่ดำเนินการ ศูนย์วิจัยข้าวคลองหลวง ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีความสามารถในการย่อยสลายเซลลูโลสและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

ทำการคัดเลือกจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ที่เก็บรักษาไว้ของกรมวิชาการเกษตร โดยคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีกิจกรรมการย่อยสลายสลายวัสดุอินทรีย์ได้สูง และมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในด้านอื่น ๆ ด้วย จาก Table 1 จุลินทรีย์ที่คัดเลือกมาใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์รูปแบบใหม่ มีคุณสมบัติในการผลิตเอนไซม์เอนโดกลูคาเนส เอกโซกลูคาเนส ไซแลนเนส ซึ่งจะช่วยให้การย่อยสลายเกิดขึ้นได้ทั้งภายในและภายนอกสายเส้นใยของเซลลูโลส นอกจากนี้ยังสามารถผลิตซิเดอโรฟอร์ ละลายฟอสเฟต และละลายโพแทสเซียม ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

Table 1 Activities of bacteria that use in production of new microbial inoculant.

Code	Identified as	Efficiency					
		EnG	ExG	XL	Sidero	Psol	Ksol
db_115	*Bacillus* sp.	2.89	3.55	3.58	-	-	-
db_123	*Bacillus* sp.	3.88	3.27	3.88	-	-	-
db_183	*Aeromonas* sp.	3.38	3.25	4.29	-	-	-
db_203	*Bacillus aryabhattai*	2.60	2.08	2.45	-	-	-
mfb_rsp5	*Streptomyces* sp.	2.82	4.27	3.00	-	-	-
mfb_papM1	*Pantoea* sp.	2.60	2.50	-	1.91	1.33	1.83
mfb_129	*Burkholderia* sp.	2.09	2.00	-	4.00	1.25	1.83

Remark : Efficiency = (diameter of halo zone/diameter of colony) from point inoculation on testing mediums that EnG = endoglucanase production, ExG = exoglucanase production, XL = xylanase production, Sider = siderophore production, Psol = Phosphate solubilization activity and Ksol = potassium solubilization activity

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงเชื้อ

Table 2 Cells yield after cultivating in different medium type.

Treatments	Cells yield (g dry cells/ml)													
	db_115		db_123		db_183		db_203		mfb_RSP5		mfb_papM		mfb_129	
Nutrient broth	0.68	c	0.33	b	0.30	c	0.16	c	1.15	c	0.20	b	0.43	c
Nutrient agar	0.62	d	0.14	c	0.34	b	0.16	c	1.15	c	0.19	b	0.24	d
Nutrient broth+0.5% Nitrogen +0.5%Sucrose	1.03	a	0.53	a	0.38	a	1.11	a	1.98	a	0.33	a	0.97	a
Nutrient agar+0.5% Nitrogen +0.5%Sucrose	0.72	b	0.53	a	0.27	d	0.68	b	1.39	b	0.18	c	0.66	b
CV(%)	24.15		48.59		54.59		15.09		87.11		27.42		30.45	

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at the 5 % level by DMRT

เมื่อได้จุลินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการผลิตเป็นหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์แล้ว ขั้นตอนต่อมาคือการผลิตเซลล์ให้มีปริมาณที่มากเพียงพอ โดยศึกษาทั้งแบบเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว และแบบเพาะเลี้ยงในอาหารแห้ง โดยการเพาะเลี้ยงในอาหารเหลว มีข้อดีคือ สามารถดำเนินการในขั้นตอนที่น้อยกว่า แต่หากต้องการเก็บเกี่ยวเซลล์จากอาหารปริมาณมากจะดำเนินการได้ยาก เพราะต้องใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงขนาดใหญ่ และอาจมีน้ำเหลือทิ้งจากการเพาะเลี้ยงเซลล์เป็นปริมาณมาก ในขณะที่การเพาะเลี้ยงแบบแห้ง จะดำเนินการเก็บเกี่ยวเซลล์โดยใช้น้ำปริมาณที่น้อยกว่า อาจไม่ต้องใช้เครื่องปั่นเหวี่ยงเพื่อเก็บเกี่ยวเซลล์ แต่ต้องดำเนินการเพาะเลี้ยงเป็นหน่วยย่อยปริมาณมาก เสี่ยงต่อการปนเปื้อนได้ง่าย โยผลการทดลองใน Table 2 การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์ในอาหารเหลวนิวเทรียนท์บรอทที่เติมไนโตรเจน (แอมโมเนียมซัลเฟต) 0.5 เปอร์เซ็นต์ และซูโครส 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นวิธีที่สามารถผลิตเซลล์จุลินทรีย์ได้มากที่สุดในทุกสายพันธุ์ที่ใช้ในการทดลอง แต่อย่างไรก็ตาม หากต้องการผลิตเซลล์ปริมาณเข้มข้นในระดับการผลิตที่ไม่ใหญ่มาก การเพาะเลี้ยงในนิวเทรียนท์เอการ์ที่เติมไนโตรเจน (แอมโมเนียมซัลเฟต) 0.5 เปอร์เซ็นต์ และซูโครส 0.5 เปอร์เซ็นต์ ยังคงมีความน่าสนใจ เพราะสามารถเก็บเกี่ยวได้ง่ายกว่าแบบเหลว แต่การเพาะเลี้ยงในนิวเทรียนท์เอการ์ยังคงมีข้อจำกัดในด้านบุคลากร ที่ต้องมีความชำนาญด้านการเพาะเลี้ยงและเก็บเกี่ยวเซลล์โดยไม่เกิดการปนเปื้อน

ศึกษาการขยายขนาดการผลิต

Table 3 Percentage of removal after treat microorganism with different treatments.

Duration	Treatments	Percentage of bacterial removal													
		db_115		db_123		db_183		db_203		mfb_RSP5		mfb_papM		mfb_129	
60 min	KMS 200 ppm	20.34	b	17.79	c	16.19	c	17.98	c	15.27	c	25.04	b	24.35	b
	KMS 400 ppm	22.28	b	29.09	b	25.82	b	26.32	b	25.27	b	25.25	b	23.93	b
	Ozone	41.72	a	54.41	a	47.80	a	51.90	a	46.75	a	54.34	a	55.35	a
	CV(%)	42.06		55.54		54.13		55.12		55.27		48.34		52.18	
120 min	KMS 200 ppm	33.98	b	26.24	c	30.74	c	27.51	c	25.70	c	36.65	b	30.79	b
	KMS 400 ppm	37.55	b	41.66	b	31.33	b	39.44	b	40.48	b	30.99	b	32.77	b
	Ozone	52.73	a	66.66	a	53.78	a	63.71	a	60.17	a	60.59	a	61.13	a
	CV(%)	24.04		45.48		34.02		42.36		41.05		36.77		40.85	
180 min	KMS 200 ppm	41.05	b	34.52	c	36.48	c	34.46	c	31.03	c	46.93	b	39.45	b
	KMS 400 ppm	46.27	b	52.33	b	41.25	b	47.76	b	46.53	b	37.04	c	42.10	b
	Ozone	57.88	a	73.45	a	62.58	a	71.12	a	68.79	a	71.57	a	66.26	a
	CV(%)	17.80		36.47		29.72		36.31		38.90		34.30		29.99	
240 min	KMS 200 ppm	48.34	b	42.45	c	44.40	b	40.09	c	39.80	c	56.20	b	49.06	b
	KMS 400 ppm	56.67	b	61.17	b	46.46	b	53.21	b	51.83	b	43.54	c	52.89	b
	Ozone	67.09	a	81.74	a	73.29	a	79.44	a	77.49	a	78.83	a	73.65	a
	CV(%)	16.37		31.81		29.46		34.80		34.15		30.04		22.61	

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at the 5 % level by DMRT

การพัฒนาระบบการผลิตให้สามารถผลิตเซลล์เป็นจำนวนมาก จะมีอุปสรรคเรื่องการกำจัดเชื้อปนเปื้อน เพราะในระดับการผลิตที่มีปริมาตรของอาหารมาก หากปราศจากเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อขนาดใหญ่ จะไม่สามารถกำจัดเชื้อปนเปื้อนได้ อีกทั้งเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อขนาดใหญ่จะมีการสิ้นเปลืองพลังงานสูงมาก ดังนั้นการศึกษาวิธีกำจัดเชื้อปนเปื้อนในอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อจะช่วยให้การขยายกำลังการผลิตมีความเป็นไปได้มาก จาก Table 3 พบว่าการใช้โอโซนความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง สามารถกำจัดจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองได้มากที่สุด (ปริมาณเซลล์เริ่มต้นอยู่ที่ประมาณ 10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) แต่อย่างไรก็ตาม การใช้กำจัดเชื้อปนเปื้อนด้วยโอโซนนี้ หลังจากชั่วโมงที่ 4 (240 นาที) เป็นต้นไป อัตราการตายของเซลล์ลดลงไม่มากนัก และแม้ผ่านไปกว่า 8 ชั่วโมง ก็ยังไม่สามารถกำจัดเชื้อได้หมด แต่ผลที่ได้สามารถประยุกต์ใช้ในการกำจัดเชื้อปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำที่เป็นวัตถุดิบของอาหารเลี้ยงเชื้อได้ เพราะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ต่ำมาก (ไม่เกิน 10^2 เซลล์ต่อมิลลิลิตร) และสามารถใช้กำจัดเชื้อที่ใช้ในการทดลองได้ หากมีเซลล์เหลือใช้จากการปฏิบัติงาน

เมื่อสามารถกำจัดกำจัดเชื้อปนเปื้อนมีอยู่ในน้ำที่เป็นวัตถุดิบของอาหารเลี้ยงเชื้อได้แล้ว ขั้นตอนต่อมาคือ การเพาะเลี้ยงอาหารเลี้ยงเชื้อในระดับ 40 ลิตร ซึ่งไม่สามารถเพาะเลี้ยงแบบเขย่าได้แบบที่ใช้ในระดับห้องปฏิบัติการ จึงได้เตรียมระบบเพาะเลี้ยงแบบ Bubble column โดยจ่ายอากาศเข้าสู่ด้านล่างของถังหมัก ดังนั้นจึงต้องศึกษาอัตราการให้อากาศที่เหมาะสม จาก Table 4 การเตรียมจุลินทรีย์เริ่มต้นที่ log10(cfu/ml) ประมาณ 3 จะช่วยให้ปริมาณเซลล์สูงถึง log10(cfu/ml) ประมาณ 8 ได้ใน 24 ชั่วโมง แต่ ณ เวลา 48 และ 72 ชั่วโมงต่อมา ปริมาณจุลินทรีย์ก็ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก ในทุกระดับของอัตราการให้อากาศ ดังนั้นการเตรียมจุลินทรีย์เริ่มต้นให้มีค่า log10(cfu/ml) ประมาณ 3 จะช่วยให้การผลิตเซลล์รวดเร็วขึ้น ลดการปนเปื้อน และสามารถใช้อากาศที่ 0.25 ปริมาตรอากาศต่อปริมาตรอาหารต่อนาที ในการผลิตได้ ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการเกิดฟอง อันเนื่องมาจากการให้อากาศในอัตราสูง ซึ่งจะเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย

Table 4 Cells yield after cultivating in different aeration rate.

Duration (hour)	Airation rate (vvm)	cell yield (log10(cfu/ml))						
		db_115	db_123	db_183	db_203	mfb_RSP5	mfb_papM	mfb_129
0	0.25	2.88	2.80	3.11	2.98	2.98	3.09	3.05
	0.5	2.99	2.96	3.09	3.14	2.97	3.10	3.20
	0.75	3.08	3.13	3.12	3.05	3.00	3.00	3.16
24	0.25	7.92	7.96	7.90	8.03	8.13	8.07	7.97
	0.5	8.07	7.97	7.93	8.10	7.83	8.01	8.06
	0.75	8.11	7.95	8.11	7.86	8.09	8.29	8.01
48	0.25	7.89	8.07	7.89	7.96	8.36	7.88	8.21
	0.5	8.22	7.86	7.96	8.25	7.79	7.83	7.91
	0.75	8.29	8.23	8.05	7.84	8.07	8.38	7.92
72	0.25	7.93	7.98	7.93	7.99	8.46	7.95	8.29
	0.5	8.28	7.91	7.94	8.36	7.96	7.80	7.88
	0.75	8.45	8.34	8.12	7.96	8.06	8.29	8.17

ผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ

ปริมาณจุลินทรีย์ในหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบบอล รูปแบบแคปซูล และรูปแบบเม็ด มีปริมาณจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ 10^5-10^6 โคโลนีต่อกรัม ในขณะที่รูปแบบเหลว มีปริมาณจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์อยู่ที่ประมาณ 10^7-10^8 โคโลนีต่อมิลลิลิตร เมื่อเก็บรักษาในตู้แช่เย็น (5 องศาเซลเซียส) ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ ที่ผลิตขึ้น มีอายุการเก็บรักษาได้เพียง 2 เดือน (หากไม่เก็บรักษาในตู้แช่เย็น จะเก็บรักษาได้ไม่เกิน 1 เดือน) ในขณะที่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปผงหยาบ เมื่อเวลาผ่านไป 4 เดือน ยังคงมีจุลินทรีย์อยู่ประมาณ 10^6 โคโลนีต่อกรัม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในขั้นตอนการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่มีการให้ความร้อน ซึ่งอาจจะทำให้จุลินทรีย์อ่อนแอลง นอกจากนี้ในขั้นตอนการผลิตไม่มีการกำจัดเชื้อปนเปื้อน จึงทำให้จุลินทรีย์ปนเปื้อนมีการเพิ่มจำนวน และลดกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่ต้องการลง



(A) (B) (C) (D) (E)

Figure 1 Appearance of new microbial inoculant for organic material degradation (A) ball type (B) capsule type (C) bead type (D) liquid type and (E) crude powder type

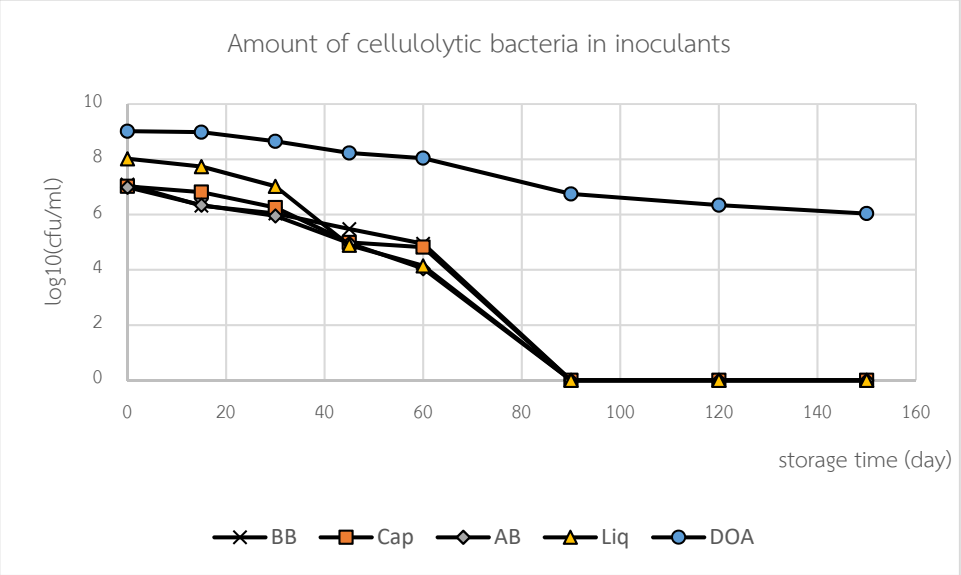


Figure 2 Amount of cellulolytic bacteria (log_{10}(cfu/ml)) in inoculants after storing under 5 celsius degree where DOA = crude powder type, BB = ball type, CS = capsule type, AB = bead type and Liq = liquid type.

2. ทดสอบการใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ ในการย่อยสลายตอซังฟางข้าว

เมื่อใช้ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบต่าง ๆ ในแปลงทดสอบที่มีการกลบตอซังฟางข้าว พบว่าในช่วง 5 วันแรกหลังจากใส่หัวเชื้อ ดินที่มีการใส่หัวเชื้อจะมีดัชนีการย่อยสลายคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลสที่สูงกว่าดินที่ไม่ได้ใส่หัวเชื้อ (figure 3) แต่หลังจากนั้นดัชนีการย่อยสลายสลายคาร์บอกซีเมททิลเซลลูโลสจะไม่แตกต่างกันในทุกกรรมวิธี ซึ่งเป็นไปได้ว่า ช่วงแรกของการใช้งานจุลินทรีย์ที่ใส่ลงไปยังคงมีปริมาณมาก และซับสเตรท หรือเซลลูโลสจากตอซังฟางข้าวยังคงมีปริมาณมาก และไม่ถูกย่อยสลายมากนัก จุลินทรีย์ที่ใส่ลงไปจึงมีกิจกรรมการย่อยสลายที่ดี แต่เมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้น จุลินทรีย์ที่ใส่ลงไปอาจถูกยับยั้งหรือทำลายโดยจุลินทรีย์ประจำถิ่น หรืออาจเกิดการปรับตัวเพื่ออยู่ร่วมกันในรูปแบบอื่น กิจกรรมการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์อาจมีบทบาทลดลง เพราะข้าว เมื่อมีการเจริญเติบโตย่อมไม่ต้องการความร้อนจากการย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ที่รุนแรง และอาจปลดปล่อยสารกระตุ้นบางประการเพื่อให้จุลินทรีย์ในบริเวณราก ปรับพฤติกรรมเพื่อส่งเสริมการเจริญในด้านอื่น ๆ เช่น สร้างสารคล้ายฮอร์โมนพืช สร้างซิเดอโรฟอร์ ละลายฟอสเฟต และละลายโพแทสเซียม เป็นต้น

จากการปลูกข้าวพันธุ์ กข 31 ตามกรรมวิธีต่าง ๆ พบว่ากรรมวิธีที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดคือ ย่อยสลายตอซังฟางข้าวด้วยหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบเม็ด โดยมีผลผลิตข้าวเท่ากับ 701 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบผงหยาบ และรูปแบบบอล ซึ่งมีผลผลิตข้าวเท่ากับ 693 และ 675 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบแคปซูล รูปแบบเหลว และกรรมวิธีที่ไม่ใช้หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ ซึ่งผลผลิตข้าวต่ำกว่า (Table 2) โดยกระบวนการผลิตหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบเม็ดนั้นเกิดจากการตรึงจุลินทรีย์ที่เพาะเลี้ยงจากอาหารเหลว ลงไปยังวุ้นอัลจิเนตโดยตรง ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนเพื่ออบแห้ง ในขณะที่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบเดิมเป็นการผสมจุลินทรีย์ที่เพาะเลี้ยงจากอาหารเหลว ลงไปยังวัสดุพาโดยตรง ไม่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนเช่นกัน จึงอาจเป็นไปได้ว่าจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงกว่าผลิตภัณฑ์รูปแบบบอลที่ต้องใช้ความร้อนในการอบ

Table 5 Average rice yields and yield components grown during February-June 2018.

Treatments	Filled grains (%)	Unfilled grains (%)	Weight of 100 grains (g)	Yield productivity (kg/rai)
1	94.28	5.72	2.48	646[c]
2	94.33	5.68	2.50	693[a]
3	95.38	4.62	2.54	675[ab]
4	94.66	5.34	2.55	701[a]
5	94.22	5.79	2.52	663[bc]
6	94.15	5.85	2.50	655[bc]
CV (%)	1.00	17.14	1.82	3.85

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at the 5% level by DMRT

นอกจากนี้ลักษณะการใช้งานหัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบเม็ด และรูปแบบผงหยาบ คือ การหว่าน ซึ่งในแปลงทดลองที่สามารถหว่านได้ทั่วถึงได้มากกว่ารูปแบบอื่น ๆ และลักษณะของวัสดุพาที่มีส่วนให้จุลินทรีย์ยึดเกาะก่อนกระจายตัวไปกับน้ำในแปลงทั้งหมด ซึ่งจะช่วยให้จุลินทรีย์ยังมีเวลาปรับตัวก่อนที่จะเผชิญกับสภาพแวดล้อมล้อม ในขณะที่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบเหลว แม้ว่าจะสามารถฉีดพ่นให้กระจายตัวได้มาก แต่เมื่อละลายลงสู่น้ำในแปลงนา อาจเกิดการเจือจางในทันที ส่งผลให้ความเข้มข้นลดลงทันที ประสิทธิภาพจึงอาจลดลง ในขณะที่หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบแคปซูล ในกระบวนการผลิตต้องผ่านการอบด้วยความร้อน แล้วจึงบรรจุลงแคปซูล แม้ว่าจะสามารถใช้งานได้สะดวก แต่การกระจายตัวหลังจากอยู่ในแปลงนาอาจไม่ดีนัก เพราะแคปซูลต้องใช้เวลาในการสลายตัว

หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบบอลนั้น แม้จะหว่านไม่กระจายตัวได้ดีเท่ารูปแบบผงหยาบ และรูปแบบเม็ด แต่ก็สามารถกระจายตัวได้เองเมื่อสัมผัสน้ำ และให้ผลผลิตข้าวที่สูง เมื่อพิจารณาในเรื่องการใช้งานในแปลงที่มีขนาดใหญ่ขึ้น จึงอาจเป็นตัวเลือกที่มีความเหมาะสม ซึ่งอาจพัฒนาให้มีขนาดที่เล็กลง เพื่อให้การหว่านกระจายตัวได้มากขึ้น

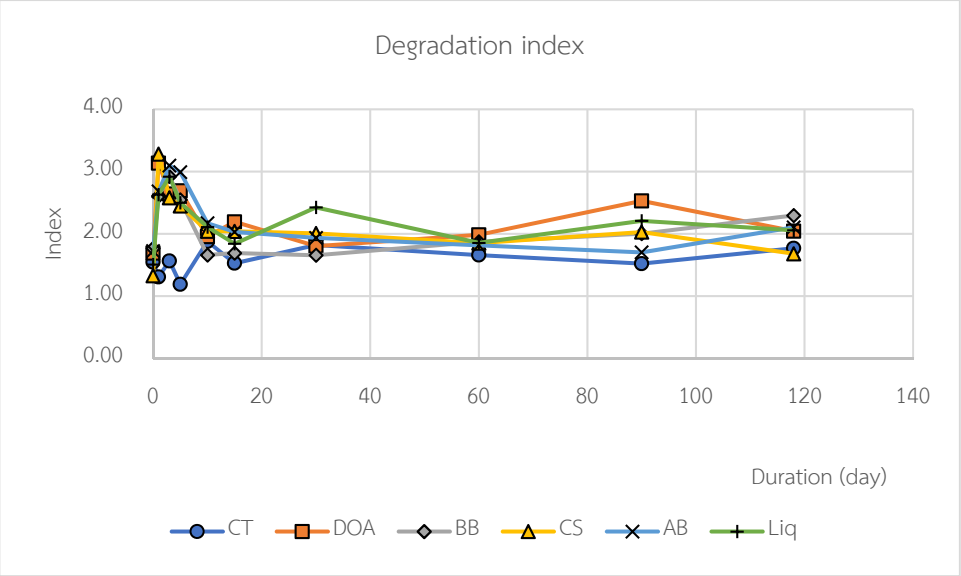


Figure 3 Soil carboxy methyl cellulose index from different period where application with DOA = crude powder type, BB = ball type, CS = capsule type, AB = bead type Liq = liquid type and CT = no application of microbial inoculant.

สรุปผลการทดลอง

สามารถดำเนินการผลิตจุลินทรีย์ และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่ได้ โดยผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่ที่ผลิตขึ้นมา คือ รูปแบบเม็ด และรูปแบบบอล สามารถช่วยย่อยตอซังฟางข้าวและเพิ่มผลผลิตข้าวพันธุ์ กข 31 ได้เท่ากับผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบผงหยาบ แต่มีลักษณะการใช้งานที่ง่ายกว่ามาก และแม้ว่ารูปแบบแคปซูล และรูปแบบเหลว จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่ารูปแบบผงหยาบ รูปแบบเม็ด และรูปแบบบอล แต่ก็ยังมีประสิทธิภาพมากกว่าการไม่ใส่จุลินทรีย์ใด ๆ แต่ด้วยกระบวนการผลิตที่มีความซับซ้อนมากขึ้น จุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาจอ่อนแอลงระหว่างกระบวนการผลิต ประกอบกับขั้นตอนการผลิตที่ไม่ได้ใช้ระบบปลอดเชื้อเพื่อลดต้นทุนการผลิต อาจเป็นสาเหตุให้อายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ยังไม่ยาวนานนัก และเมื่อเก็บรักษาในระยะเวลานาน จะเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

ผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่ที่ผลิตขึ้นคือ รูปแบบเม็ด และรูปแบบบอล สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการย่อยสลายตอซังฟางข้าวได้ทันที ด้วยอัตรา 1 กรัมต่อตารางเมตร (1.6 กิโลกรัมต่อไร่) แต่ด้วยอายุการเก็บรักษาที่ยังสั้น จึงอาจต้องใช้สารบางชนิด เช่น น้ำตาล trehalose ในระหว่างการผลิตเซลล์ เพื่อให้เซลล์มีความคงทนต่อความเครียดจากกระบวนการผลิตได้ดีขึ้น เพื่อให้อายุการเก็บรักษายาวนานมากขึ้น นอกจากนี้การใช้เครื่องมือผลิตที่ทันสมัยมากขึ้น เช่น ใช้เครื่องขึ้นรูปเม็ด หรือเครื่องหยอดสารอัตโนมัติ จะช่วยให้สามารถผลิตได้รวดเร็วขึ้น สามารถผลิตและจำหน่ายแก่เกษตรกรและผู้สนใจได้ทันตามความต้องการ ลดขั้นตอนการเก็บรักษาก่อนจำหน่ายออก ซึ่งแม้เก็บรักษาได้ไม่นานนัก แต่ก็ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันเวลาตามความต้องการ

แม้ว่าผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบแคปซูล และรูปแบบเหลว จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่ารูปแบบผงหยาบ รูปแบบเม็ด และรูปแบบบอล แต่ก็ยังมีประสิทธิภาพมากกว่าการไม่ใส่จุลินทรีย์ใด ๆ ซึ่งผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์ในแต่ละรูปแบบอาจมีประสิทธิภาพแตกต่างกันในแต่ละวัตถุดิบ และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการทดสอบผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์รูปแบบใหม่กับวัตถุดิบอื่น ๆ เช่น ชานอ้อย ซังข้าวโพด ในรูปแบบของการตั้งกองปุ๋ยหมัก จะทำให้ทราบถึงศักยภาพที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์หัวเชื้อจุลินทรีย์ย่อยสลายวัสดุอินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ สุปรานี มั่นหมาย อธิปัตย์ คลังบุญครอง ภาวนา ลิกขนานนท์ และศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต. 2557. การเป็นปุ๋ยหมักของเปลือกไม้. หน้า 603 ใน: *บทคัดย่อการทดลองสิ้นสุด ปีงบประมาณ 2557*. กรมวิชาการเกษตร.

สุปรานี มั่นหมาย ภาวนา ลิกขนานนท์ ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต อธิปัตย์ คลังบุญครอง ประไพ ทองระอา นิศารัตน์ ทวีนุต และพีรพงษ์ เชาวนพงษ์. 2557. การย่อยสลายตอซังและฟางข้าวในแปลงนาเพื่อให้สามารถปลูกข้าวได้. หน้า 157 ใน: *รายงานการประชุมวิชาการประจำปี 2557*. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

เสาวภา สุราวุธ ประสาน แสงไพบูลย์ วิญญู ภักดี เดือนเต็ม ทองเผือก กาญจนา ราชสวุรรณ และวิระ ศรีมาลา. 2554. การคัดแยกเชื้อราที่สร้างเอนไซม์เซลลูเลสในพื้นที่ป่าโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดาริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยราชภัฏราไพพรรณี. หน้า 48-58 ใน: *การประชุมวิชาการ ทรัพยากรไทย : ก้าวสู่โลกกว้างอย่างมั่นใจ*. ชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ. 3-5 พฤศจิกายน 2554 ณ ห้องประชุมวิชาการ ศูนย์ฝึกหนองระเวียง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน จังหวัดนครราชสีมา.

Fajardo A. R., A. G. B. Pereira and E. C. Muniz. 2015. Hydrogels Nanocomposites Based on Crystals, Whiskers and Fibrils Derived from Biopolymers. EPN. volume 74, Page 43-71.

Gomare K.S., M. Mese and Y. Shetkar. 2013. Isolation of *Azotobacter* and Cost Effective Production of Biofertilizer. *Indian J Appl Res*. 3(5): 54-56.

Ivanova E., E. Teunou and D. Poncelet. 2006. Alginate Based Macrocapsules as Inoculant Carriers for the Production of Nitrogen Fixing Bio Fertilizers. 12(1): 31-39. In *Chem. Ind. Chem. Eng. Q*. Serbia.

Kuhad R. C., R. Gupta and A. Singh. 2011. Microbial Cellulases and Their Industrial Applications. Enzyme Res. Volume 2011, Article ID 280696, 10 pages.

Lakshmipriya V.P and P. K. Sivakumaar. 2013. Bacterial Alginate Carrier-based Preparations of Plant Growth-promoting Bacterial Inoculants. *Int J Recent Sci Res.* 4(7): 1129– 1132.

Leslie S.B., E. Israeli, B. Lighthart, J.H. Crowe and L.M. Crowe. 1995. Trehalose and Sucrose Protect Both Membranes and Proteins in Intact Bacteria During Drying. *Appl. Environ. Microbiol*. 61(10): 3592-3597.

Majeed H.S., M. Irfan, H.A. Shakir and J.I. Qazi. 2016. Filter Paper Activity Producing Potential of Aeromonas Species Isolated from the Gut of *Labeo rohita*. *Pakistan J. Zool*. 48(5): 1317-1323.

Maleki S. S., K. Mohammadi and K.Sh. Ji. 2016. Characterization of Cellulose Synthesis in Plant Cells. Sci. World J. Volume 2016, Article ID 8641373, 8 pages.

Malladi R., M. Nagalakshmaiah, M. Robert and S. Elkoun. 2018. Importance of Agricultural and Industrial Waste in the Field of Nanocellulose and Recent Industrial Developments of Wood Based Nanocellulose: A Review. ACS SUSTAIN CHEM ENG. Volume 6(3), 23 pages.

Sonia S., D. Aparna, B. Gupta Lal and S. Gupta 2013. Optimization of Cellulase Production from Bacteria Isolated from Soil. *ISRN Biotechnology*. Article ID 985685, 7 p.

การจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง จังหวัดนครราชสีมา

Nitrogen Fertilizer Management for Maize, NSX042022 Variety in Clay to Clay Loam Soils at Nakhon Ratchasima Province

สมฤทัย ตันเจริญ[1] *ปิยะนันท์ วิวัฒน์วิทยา*[1] *รัชดา ปรัชเจริญวนิชย์*[2] *ศุภกาญจน์ ล้วนมณี*[1] *สุริพัฒน์ ไทยเทศ*[3]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Each maize variety requires different rate of nitrogen fertilizer. Therefore, this experiment was carried out to investigate the optimum nitrogen fertilizer management for maize, NSX042022 variety in clay to clay loam soils at Nakhon Ratchasima province which can be a guideline on the nitrogen fertilizer recommendation for maize, NSX042022 variety. The experiment was conducted at the farmer's field Wang Katha district, Khanong Phra district, Nong Sarai district and Nakhon Ratchasima agricultural research and development center in Nakhon Ratchasima province in 2016-2017. Response of maize to nitrogen fertilizer application was tested in randomized completed block design with 4 replicates. There were 5 treatments of N fertilizer application rates at 0 0.5 1.0 1.5 and 2.0 times of soil-test based recommendation. Phosphate and potash fertilizers were applied at a recommended rate according to soil analysis.

The results showed that the optimum nitrogen fertilizer application rate of maize, NSX042022 grown on clay to clay loam soils with low organic matter content (<1%) was at 31-32 kg N/rai. When the soil contained medium content of organic matter (1-2%), the optimum rate of nitrogen fertilizer was 15 kg N/rai. If the organic matter was higher than 2%, the optimum rate of N was low at 8 kg N/rai.

Keyword: Maize, NSX042022, nitrogen fertilizer

บทคัดย่อ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์มีความต้องการปุ๋ยไนโตรเจนแตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้ศึกษาการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อให้ได้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ดำเนินการที่ไร่เกษตรกร ตำบลวังกะทะ ตำบลขนงพระ ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ในปี 2559-2560 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีเป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน มี 5 อัตรา ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ย

---

[1] กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4 กรมวิชาการเกษตร

[3] ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์ สถาบันวิจัยพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน กรมวิชาการเกษตร

ไนโตรเจน 2) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 5) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่ในอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

ผลการทดลองพบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งดินมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์) ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 31-32 กิโลกรัม N ต่อไร่ เมื่อดินมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (1-2 เปอร์เซ็นต์) อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมเท่ากับ 15 กิโลกรัม N ต่อไร่ แต่ถ้าดินมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูงมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 8 กิโลกรัม N ต่อไร่

คำสำคัญ : ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NSX042022 ปุ๋ยไนโตรเจน

คำนำ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์ของประเทศไทย ในปี 2559 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ทั้งหมด 6,516,387 ไร่ โดยพื้นที่ปลูกในภาคเหนือ 4,460,167 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1,315,415 ไร่ และภาคกลาง 740,805 ไร่ ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์รวมทั้งประเทศ 4,058,186 ตัน คิดเป็นผลผลิตเฉลี่ย 654 กิโลกรัมต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ความต้องการข้าวโพดในอุตสาหกรรมยังคงมีปริมาณสูงและเกษตรกรสามารถเพิ่มการผลิตข้าวโพดได้อีก กรมวิชาการเกษตรได้ทำการค้นคว้าวิจัยเทคโนโลยีในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในด้านต่าง ๆ อาทิ วิจัยและพัฒนาพันธุ์ เทคโนโลยีการดูแลรักษา เป็นต้น ดังนั้นเกษตรกรจำเป็นจะต้องใช้ปัจจัยการผลิตและเทคโนโลยีการผลิตให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะปัจจุบันปัจจัยการผลิตมีราคาสูง จึงจะทำให้ได้รับผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ประกอบด้วยหลายปัจจัย เช่น การเลือกพื้นที่ปลูกที่เหมาะสม การปรับปรุงพันธุ์ที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง การเลือกใช้พันธุ์ที่ดีให้ผลผลิตสูงและเหมาะสมกับพื้นที่ การวางแผนการปลูกให้สอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป ตลอดจนการจัดการดินและปุ๋ยอย่างเหมาะสมกับลักษณะและสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดิน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์แต่ละพันธุ์มีลักษณะประจำพันธุ์ และมีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน หากนำข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์เดียวกันไปปลูกในพื้นที่ที่มีสภาพดินและสภาพภูมิอากาศต่างกัน การให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละพื้นที่ก็จะแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากดินที่ใช้ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในแต่ละพื้นที่มีลักษณะไม่เหมือนกันทั้งในด้านของลักษณะทางกายภาพ เช่น เนื้อดิน ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความหนาแน่นของดิน และลักษณะทางเคมี เช่น ความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นต้น ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพด นอกจากนี้ปริมาณน้ำฝนยังเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เป็นอย่างยิ่ง เพราะแม้ว่าดินจะมีศักยภาพในการผลิตสูง แต่หากปริมาณน้ำมีไม่เพียงพอ ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดินและการดูดใช้ธาตุอาหารของพืชก็จะลดลง ดังนั้น หากทราบถึงความต้องการธาตุอาหารและการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่เหมาะสมกับพันธุ์และพื้นที่ปลูก ก็สามารถให้คำแนะนำในการจัดการธาตุอาหารพืชในการผลิตข้าวโพดได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การศึกษาประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมนั้น เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มพันธุ์ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมตามประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจน เพื่อสามารถนำมาใช้ในการคัดเลือกพันธุ์ที่มีความทนทานต่อสภาพที่มีไนโตรเจนต่ำ โดยมีสมมติฐานว่าพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการใช้ไนโตรเจนสามารถให้ผลผลิตได้ดีแม้จะปลูกในสภาพที่มีไนโตรเจนต่ำ เนื่องจากมีความต้องการใช้ไนโตรเจนในปริมาณน้อยในการสร้างผลผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ต่าง ๆ ที่เกษตรกรนิยมปลูก ทั้งนี้เพื่อสามารถรักษาต้นทุนทรัพยากรดินในการผลิตทางการเกษตร

และลดต้นทุนในการผลิตให้แก่เกษตรกร รวมทั้งลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ศุภกาญจน์ และคณะ (2556) รายงานว่าการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกภายใต้วิธีการจัดการดิน-ปุ๋ยที่แตกต่างกัน มีความสัมพันธ์กับการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดอย่างเห็นได้ชัด โดยพบว่าเมื่อข้าวโพดให้ผลผลิตเมล็ด (ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์) 376 821 1,030 และ 1,080 กิโลกรัมต่อไร่ จะมีการดูดใช้ไนโตรเจนเท่ากับ 6 13 20 และ 22 กิโลกรัม N ต่อไร่ ตามลำดับ และข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ลูกผสมพันธุ์นครสวรรค์ 3 ที่ปลูกในดินร่วนเหนียวชุดดินสมอทอดโดยใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินในอัตรา 10-5-5 กิโลกรัมต่อไร่ของ N-P_2O_5-K_2O มีประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนในทางสรีรวิทยา (PNUE) เท่ากับ 63 กิโลกรัมของผลผลิตต่อ 1 กิโลกรัมของไนโตรเจนที่พืชใช้จากปุ๋ย ผลสำเร็จของโครงการวิจัยได้เทคโนโลยีที่สามารถนำไปปรับใช้ในไร่เกษตรกรได้อย่างเหมาะสมกับพันธุ์และสภาพพื้นที่โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนการผลิต โดยใช้ปัจจัยการผลิตอย่างคุ้มค่า เพิ่มคุณภาพและเพิ่มผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ สามารถให้คำแนะนำในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NSX042022

2. ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ปุ๋ยยูเรีย ปุ๋ยทริปเปิลซูเปอร์ฟอสเฟต และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์

3. อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับเก็บตัวอย่างพืช เช่น ถุงกระดาษสำหรับเก็บตัวอย่างพืช เครื่องชั่งน้ำหนัก

4. อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างดิน เช่น ถุงพลาสติก จอบ เสียม พลั่วมือ กระบอกเก็บดิน

5. เครื่องมือต่าง ๆ สำหรับวิเคราะห์ดินและพืช ได้แก่ Spectrophotometer pH meter และ Atomic Absorption Spectrophotometer

6. สารเคมีและวัสดุวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ดินและพืช

วิธีการ

1. แผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีเป็นอัตราปุ๋ยไนโตรเจน มี 5 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน 5) ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.0 เท่าของคำแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน ส่วนปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชใส่อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน

2. วิธีปฏิบัติการทดลอง

คัดเลือกพื้นที่ที่จะทำการศึกษาซึ่งมีเนื้อดินจัดอยู่ในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง เช่น ชุดดินปากช่อง ชุดดินบ้านจ้อง ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งปลูกตามฤดูกาลปกติไม่มีการให้น้ำเสริม และในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ก่อนเริ่มการทดลองเก็บตัวอย่างดินรวม (Composite sample) ก่อนปลูกที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารในดิน เตรียมพื้นที่ปลูก ไถเตรียมดิน 2 ครั้ง ครั้งแรกทำการไถด้วยผาน 3 ตากดินไว้ประมาณ 10 วัน แล้วไถแปรครั้งที่ 2 ด้วยผาน 7 ปรับพื้นที่ให้เหมาะสมแบ่งแปลงย่อย โดยให้มีขนาดของแปลงย่อย 6 x 6 เมตร ทำการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ระยะปลูก

0.75 x 0.20 เมตร และหยอดเมล็ดข้าวโพด 2-3 เมล็ดต่อหลุม ใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจน ½N ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทชทั้งหมดรองก้นร่องตอนปลูกข้าวโพดตามกรรมวิธีที่กำหนด แล้วพรวนดินกลบ เมื่อข้าวโพดอายุประมาณ 3-4 สัปดาห์ จึงทำการถอนแยกให้เหลือ 1 ต้นต่อหลุม พร้อมกับใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่เหลือ ½N โดยโรยทั้งสองข้างของแถวข้าวโพดแล้วพรวนดินกลบ ดูแลกำจัดวัชพืชและแมลงศัตรูพืช เก็บเกี่ยวข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่อายุประมาณ 110 วัน พื้นที่เก็บเกี่ยวข้าวโพด 12 ตารางเมตร (4 แถวๆ ละ 4 เมตร) สุ่มเก็บตัวอย่างต้น ใบ และฝักข้าวโพดในแต่ละกรรมวิธีมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารที่ดูดดึงไปใช้ พร้อมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างดินในแต่ละแปลงย่อยมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลังเก็บเกี่ยว โดยวิเคราะห์ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืชหลังเก็บเกี่ยว วิเคราะห์ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนของข้าวโพดในส่วนของใบ ลำต้น กาบฝัก เมล็ด และซัง วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ analysis of variance และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยใช้ Duncan' s New Multiple Range Test วิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของอารันต์และธนรักษ์ (2534) ซึ่งคำนวณจากอัตราส่วนของกำไรที่เพิ่มขึ้นกับต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ยคูณกับ 100 โดยมีหลักเกณฑ์ว่า การลงทุนมีความคุ้มทุน เมื่อค่า MRR เท่ากับหรือมากกว่า 100% และสรุปผล

3. การบันทึกข้อมูล

1) ผลวิเคราะห์ดิน ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) ปริมาณอินทรียวัตถุ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้

2) ข้อมูลการปฏิบัติในแปลงทดลอง ได้แก่ วันปลูก วันใส่ปุ๋ยครั้งที่ 1 วันใส่ปุ๋ยครั้งที่ 2 วันเก็บเกี่ยว

3) ข้อมูลการเจริญเติบโต การให้ผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตข้าวโพด ได้แก่ ความสูง จำนวนต้นต่อเก็บเกี่ยวต่อแปลง จำนวนฝักเก็บเกี่ยวต่อแปลง น้ำหนักต้นต่อไร่ ผลผลิตข้าวโพดต่อไร่ ความชื้นของเมล็ด

4) ข้อมูลน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ส่วนต่างๆ ของข้าวโพดในพื้นที่เก็บเกี่ยว (ใบ ลำต้น กาบฝัก เมล็ด และซังข้าวโพด)

5) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศตลอดฤดูปลูก

เวลาและสถานที่

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง ตุลาคม 2558 – ธันวาคม 2560

สถานที่ 1) ไร่เกษตรกร ตำบลวังกะทะ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

2) ไร่เกษตรกร ตำบลวังขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

3) ไร่เกษตรกร ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

4) ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา

5) ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. สมบัติของดินในพื้นที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองในดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง จำนวน 4 แห่ง

ชุดดินปากช่อง (Pc) ไร่เกษตรกร ตำบลวังกะทะ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พิกัดที่ตั้งแปลง 47P 776807^{E} 1612347^{N} ดินที่ทำการทดลองเป็นดินลึก มีความลึกของหน้าตัดดิน 150 เซนติเมตร ดินบนเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ดินล่างเป็นดินเหนียว ผลวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า ดินมีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 4.6 ซึ่งจัดเป็นดินกรดจัด ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง เท่ากับ 2.35 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์อยู่ในระดับสูง เท่ากับ 31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ อยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1) จากผลการวิเคราะห์ดินทำให้ได้อัตราปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน คือ 10-5-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ชุดดินบ้านจ้อง (Bg) ไร่เกษตรกร ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พิกัดที่ตั้งแปลง 47P 774214^{E} 1611971^{N} ดินที่ทำการทดลองเป็นดินลึก มีความลึกของหน้าตัดดิน 140 เซนติเมตร ดินบนเป็นดินร่วนเหนียวสีน้ำตาลถึงสีแดงปนส้ม ดินล่างเป็นดินเหนียวสีแดงปนส้มถึงสีแดง ผลการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.6 ซึ่งจัดเป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 1.46 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ เท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจัดว่าต่ำกว่าค่าวิกฤตสำหรับข้าวโพด และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1) จากผลการวิเคราะห์ดินทำให้ได้อัตราปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน คือ 15-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ชุดดินปากช่อง (Pc) ไร่เกษตรกร ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พิกัดที่ตั้งแปลง 47P 776217^{E} 1611280^{N} ดินที่ทำการทดลองดินบนเป็นดินเหนียวสีน้ำตาลปนแดงเข้ม ดินล่างเป็นดินเหนียวสีแดงปนส้มถึงสีแดง ผลการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 6.6 ซึ่งจัดเป็นกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 0.85 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่ำ เท่ากับ 9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 63 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1) จากผลการวิเคราะห์ดินทำให้ได้อัตราปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน คือ 20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ชุดดินสีคิ้ว (Si) แปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา พิกัดที่ตั้งแปลง 47P 784900^{E} 1646967^{N} ดินที่ทำการทดลองเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินบนเป็นดินร่วนเหนียวสีน้ำตาลถึงสีแดงปนส้ม ดินล่างเป็นดินเหนียวสีแดงปนส้มถึงสีแดง ผลการวิเคราะห์ดินก่อนทำการทดลองที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร พบว่า มีค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 8.1 ซึ่งจัดเป็นด่างปานกลาง ปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ เท่ากับ 0.65 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูง เท่ากับ 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้อยู่ในระดับปานกลาง เท่ากับ 69 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 1) จากผลการวิเคราะห์ดินทำให้ได้อัตราปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในปลายฤดูฝน คือ 20-5-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

Table 1 Soil characteristics before planting maize for 4 sites in Nakhon Ratchasima province

Site	Soil series	pH (1:1)[1]	OM[2] (%)	Available P[3] (mg/kg)	Exchangeable K[4] (mg/kg)	Recommended rate of fertilizer
Tambon Wang Katha, Pak Chong district	Pak Chong	4.6	2.35	31	63	10-5-10
Tambon Khanong Phra, Pak Chong district	Ban Chong	6.6	1.46	3	33	15-10-10
Tambon Nong Sarai, Pak Chong district	Pak Chong	6.6	0.85	9	63	20-10-10
Nakhon Ratchasima Field Crop Research Center	Sikhiu	8.1	0.65	35	69	20-5-10

[1] Peech (1965) soil:water = 1:1 [2] Walkley and Black (1934) [3] Bray and Kurtz (1945) [4] Thomas (1982)

2. สภาพภูมิอากาศ

พื้นที่ตำบลวังกะทะ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยอาศัยน้ำฝนเป็นหลัก ปริมาณน้ำฝนที่ใช้ตลอดฤดูปลูก 600-900 มิลลิเมตร (Fageria et al., 1997) ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม 2559 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 21 พฤศจิกายน 2559 ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกเท่ากับ 855.8 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Figure 1)

พื้นที่ตำบลวังขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2559 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2559 ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกเท่ากับ 864.0 มิลลิเมตร ซึ่งเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Figure 1)

พื้นที่ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อวันที่ 13 สิงหาคม 2560 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2560 ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกเท่ากับ 389.9 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Figure 1) ข้าวโพดต้องการน้ำแต่ละระยะของการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป ถ้าหากขาดน้ำในระยะออกดอก จนถึงระยะเริ่มสร้างเมล็ด จะทำให้ผลผลิตลดลดง

พื้นที่ตำบลลาดบัวขาว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์เมื่อวันที่ 30 สิงหาคม 2560 และเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2560 ปริมาณน้ำฝนตลอดฤดูปลูกเท่ากับ 523 มิลลิเมตร ซึ่งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Figure 1) ข้าวโพดต้องการน้ำแต่ละระยะของการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป ถ้าหากขาดน้ำในระยะออกดอก จนถึงระยะเริ่มสร้างเมล็ด จะทำให้ผลผลิตลดลดง

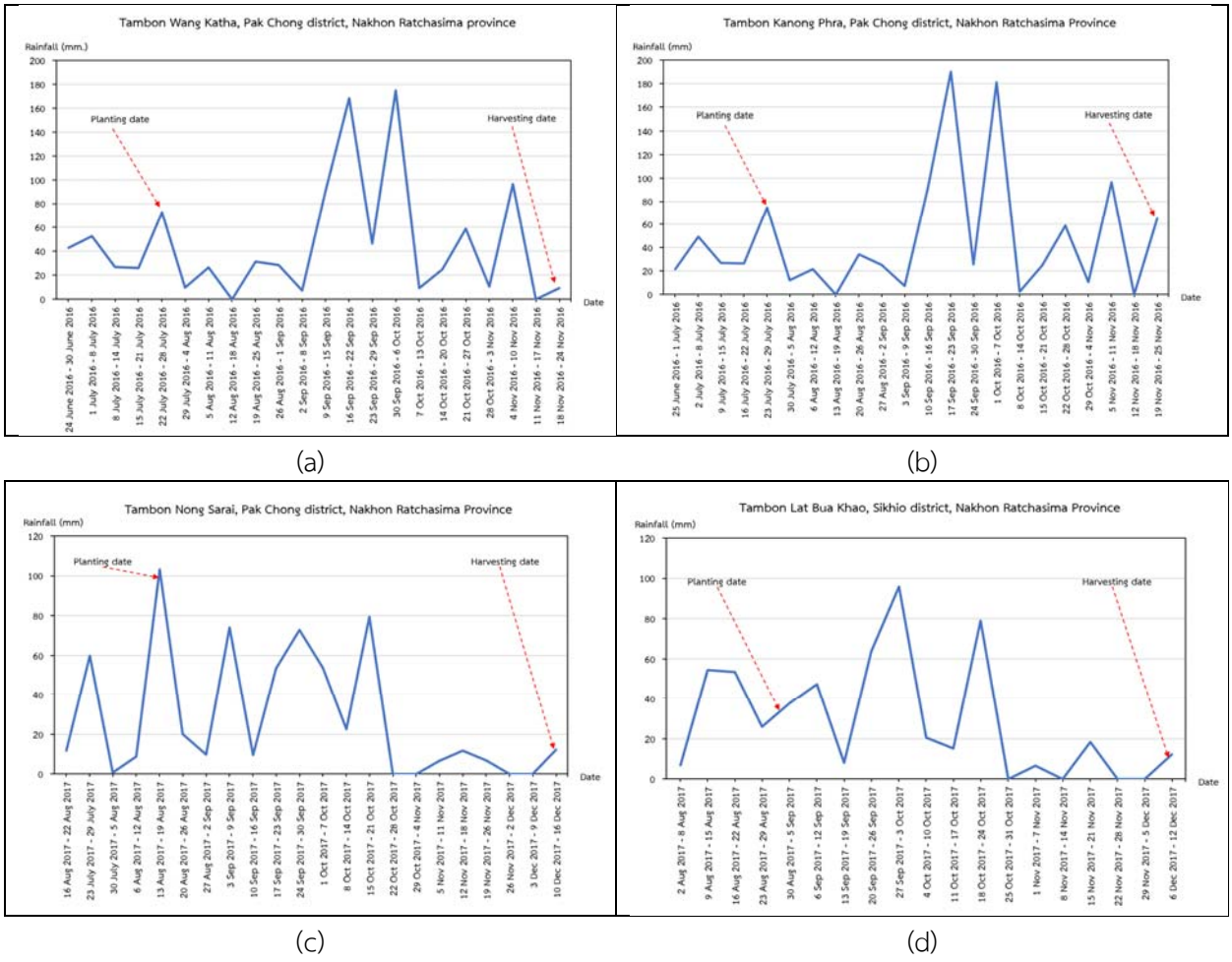


Figure 1 Weekly rainfall of maize, NSX042002 variety in clay to clay loam soil at Nakhon Ratchasima Province in 2016 - 2017

In 2016 (a) Tambon Wang Katha, Pak Chong district (b) Tambon Khanong Phra, Pak Chong district.

In 2017 (c) Tambon Nong Sarai, Pak Chong district (d) Tambon Lat Bua Khao, Sikiew district.

source : Nakhon Ratchasima Meteorological station.

3. การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพด

การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง ตำบลวังกะทะ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2559 ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีทดลองอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ให้ความสูงของข้าวโพดเฉลี่ย 174 เซนติเมตร (Table 2) องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ปลูกในดินเหนียวชุดดินปากช่อง ให้จำนวนต้นต่อไร่ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักต้นต่อไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด ความชื้นเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนต้นเฉลี่ย 10,053 ต้นต่อไร่ จำนวนฝักเฉลี่ย 10,493 ฝักต่อไร่ น้ำหนักต้นเฉลี่ย 1,088 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดเฉลี่ย 87.7 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเมล็ดเฉลี่ย 18.2 เปอร์เซ็นต์ และผลผลิตน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 918 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 2)

Table 2 Growth, Yield and yield component of maize, NSX042002 variety in clay to clay loam soil at Tambon Wang Katha, Pak Chong district, Nakhon Ratchasima Province in 2016

Treatment (kg N-P_2O_5-K_2O /rai)	Plant height at harvest (cm)	No. of stalk/rai	No. of ear/rai	Stalk weight (kg/rai)	Shelling (%)	Grain moisture (%)	Grain yield at 15% moisture (kg/rai)
1. 0-5-10	173	10,200	10,400	1,060	85.3	18.0	900
2. 5-5-10	175	9,667	10,900	1,060	84.2	17.9	882
3. 10-5-10	177	9,900	10,567	1,100	90.3	18.6	985
4. 15-5-10	170	10,300	10,300	1,183	90.3	18.4	925
5. 20-5-10	173	10,200	10,300	1,037	88.2	18.0	897
Average	174	10,053	10,493	1,088	87.7	18.2	918
CV (%)	4.2	5.4	4.7	19.2	6.7	4.9	12.2

Mean are not significant

การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในชุดดินบ้านจ้อง ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2559 ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า แต่ละกรรมวิธีทดลองมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ให้ความสูงของข้าวโพดเฉลี่ย 180 เซนติเมตร (Table 3) องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ปลูกในดินเหนียวชุดดินบ้านจ้อง ให้จำนวนต้นต่อไร่ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักต้นต่อไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด และน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนต้นเฉลี่ย 11,100 ต้นต่อไร่ จำนวนฝักเฉลี่ย 11,273 ฝักต่อไร่ น้ำหนักต้นเฉลี่ย 1,340 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดเฉลี่ย 86.6 เปอร์เซ็นต์ และผลผลิตน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์เฉลี่ย 1,044 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ ความชื้นเมล็ดของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ให้ความชื้นเมล็ดแตกต่างกันทางสถิติ โดยการไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (0-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้ความชื้นเมล็ดสูงสุดเท่ากับ 17.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (30-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้ความชื้นเมล็ดต่ำสุดเท่ากับ 16.2 เปอร์เซ็นต์ (Table 3)

Table 3 Growth, Yield and yield component of maize, NSX042002 variety in clay to clay loam soil at Tambon Kanong Phra, Pak Chong district, Nakhon Ratchasima Province in 2016

Treatment (kg. N-P_2O_5-K_2O /rai)	Plant height at harvest (cm)	No. of stalk/rai	No. of ear/rai	Stalk weight (kg/rai)	Shelling (%)	Grain moisture (%)	Grain yield at 15% moisture (kg/rai)
1. 0-10-10	179	11,367	11,233	1,507	84.9	17.5 a	1,055
2. 7.5-10-10	177	11,233	11,200	1,223	80.4	17.0 ab	980
3. 15-10-10	178	11,267	11,567	1,384	92.7	16.6 bc	1,127
4. 22.5-10-10	185	10,633	10,833	1,217	85.9	16.6 bc	980
5. 30-10-10	180	11,000	11,533	1,370	89.1	16.2 c	1,080
Average	180	11,100	11,273	1,340	86.6	16.8	1,044
CV (%)	4.5	5.4	4.8	17.1	8.2	2.4	10.9

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using DMRT

การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2560 ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีทดลองอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงแตกต่างกันทางสถิติ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (40-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้ความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงสุด เท่ากับ 195 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (10-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ปุ๋ยไนโตรเจน 1 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (40-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) แต่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ซึ่งให้ความสูง 147 เซนติเมตร (Table 4) องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ปลูกในดินเหนียวชุดดินปากช่อง ให้จำนวนต้นต่อไร่ น้ำหนักต้นต่อไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด และความชื้นเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนต้นเฉลี่ย 8,300 ต้นต่อไร่ น้ำหนักต้นเฉลี่ย 854 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดเฉลี่ย 76.2 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเมล็ดเฉลี่ย 11.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จำนวนฝักต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ให้จำนวนฝักต่อไร่ และผลผลิตน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 1 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้จำนวนฝักต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 9,400 ฝักต่อไร่ ในขณะที่การไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (0-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้จำนวนฝักต่อไร่ต่ำสุดเท่ากับ 7,134 ฝักต่อไร่ สำหรับผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (40-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้ผลผลิตต่อไร่ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงสุด เท่ากับ 870 กิโลกรัมต่อไร่ ไม่แตกต่างกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (30-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (40-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) แต่แตกต่างกับกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (10-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ซึ่งให้ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์เท่ากับ 261 และ 609 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Growth, Yield and yield component of maize, NSX042002 variety in clay to clay loam soil at Tambon Nong Sarai, Pak Chong district, Nakhon Ratchasima Province in 2017

Treatment (kg N-P_2O_5-K_2O /rai)	Plant height at harvest (cm)	No. of stalk/rai	No. of ear/rai	Stalk weight (kg/rai)	Shelling (%)	Grain moisture (%)	Grain yield at 15% moisture (kg/rai)
1. 0-10-10	147 b	7,734	7,134 b	752	74.6	11.3	261 c
2. 10-10-10	186 a	8,534	8,833 a	767	74.6	11.7	609 b
3. 20-10-10	194 a	9,267	9,400 a	838	77.0	11.6	857 a
4. 30-10-10	194 a	7,433	7,733 ab	953	76.3	11.7	748 ab
5. 40-10-10	195 a	8,533	8,634 ab	959	78.6	11.7	870 a
Average	183	8,300	8,347	854	76.2	11.6	669
CV (%)	4.2	13.6	12.2	21.1	7.0	3.3	16.0

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using DMRT

การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง ตำบลลาดบัวขาว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2560 ที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่า ในแต่ละกรรมวิธีทดลองอัตราการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน มีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงแตกต่างกันทางสถิติ การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 1.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (30-5-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) ให้ความสูงของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงสุด เท่ากับ 206 เซนติเมตร ไม่แตกต่างกับ

กรรมวิธีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 0.5 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (10-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) ปุ๋ยไนโตรเจน 1 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (20-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) และปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (40-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) แต่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) ซึ่งให้ความสูง 144 เซนติเมตร (Table 5) องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิต พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ในข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ปลูกในดินเหนียวชุดดินปากช่อง ให้จำนวนต้นต่อไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ด และความชื้นเมล็ดไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้จำนวนต้นเฉลี่ย 10,793 ต้นต่อไร่ เปอร์เซ็นต์กะเทาะเมล็ดเฉลี่ย 63.4 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นเมล็ดเฉลี่ย 11.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักต้นต่อไร่ และผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราต่าง ๆ ให้จำนวนฝักต่อไร่ น้ำหนักต้นต่อไร่ และผลผลิตน้ำหนักเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 1 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (20-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน ดิน (40-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) ให้จำนวนฝักต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 10,400 ฝักต่อไร่ ในขณะที่การไม่ใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) ให้จำนวนฝักต่อไร่ต่ำสุดเท่ากับ 6,967 ฝักต่อไร่ น้ำหนักต้นต่อไร่ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (40-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) ให้น้ำหนักฝักต่อไร่สูงสุดเท่ากับ 1,550 กิโลกรัมต่อไร่ แตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่มีการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งให้น้ำหนักต้นต่ำสุดเท่ากับ 944 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจน 2 เท่าตามค่าวิเคราะห์ดิน (40-5-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) ให้ผลผลิตต่อไร่เฉลี่ยของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สูงสุด เท่ากับ 922 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่การไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-10-10 กิโลกรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อไร่) ให้ผลผลิตเมล็ดที่ความชื้น 15 เปอร์เซ็นต์ต่ำสุดเท่ากับ 250 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 5)

Table 5 Growth, Yield and yield component of maize, NSX042002 variety in clay to clay loam soil at Nakhon Ratchasima Field Crop Research Center, Tambon Lat Bua Khao, Sikhio district, Nakhon Ratchasima Province in 2017

Treatment (kg $N-P_2O_5-K_2O$ /rai)	Plant height at harvest (cm)	No. of stalk/rai	No. of ear/rai	Stalk weight (kg/rai)	Shelling (%)	Grain moisture (%)	Grain yield at 15% moisture (kg/rai)
1. 0-5-10	144 b	10,700	6,967 b	944 b	60.3	11.3	250 c
2. 10-5-10	198 a	10,934	10,300 a	1,475 a	62.6	11.4	691 b
3. 20-5-10	202 a	10,700	10,400 a	1,424 a	64.3	11.7	807 ab
4. 30-5-10	206 a	10,933	10,300 a	1,532 a	64.8	11.6	846 ab
5. 40-5-10	205 a	10,700	10,400 a	1,550 a	65.2	11.6	922 a
Average	191	10,793	9,673	1,385	63.4	11.5	703
CV (%)	6.8	2.1	7.9	10.0	3.7	1.7	15.6

Means followed by the same letter within a column are not significantly different at 5% level of probability using DMRT

4. การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในชุดดินบ้านจ้อง ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2559 พบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ผลผลิต 900 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 5 10 15 และ 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ จะให้ผลผลิต 882 985 925 และ 897 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NSX042022 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 985 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ระดับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ (Figure 2)

การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในชุดดินบ้านจ้อง ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2559 พบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ผลผลิต 1,055 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 7.5 15 22.5 และ 30

กิโลกรัม N ต่อไร่ จะให้ผลผลิต 980 1,127 980 และ 1,080 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NSX042022 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 1,127 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ระดับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 15 กิโลกรัม N ต่อไร่ (Figure 2)

การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2560 พบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ผลผลิต 261 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 20 30 และ 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ จะให้ผลผลิต 609 857 748 และ 870 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NSX042022 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 870 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ระดับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ (Figure 2)

การตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในชุดดินปากช่อง ตำบลลาดบัวขาว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2560 พบว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ให้ผลผลิต 250 กิโลกรัมต่อไร่ แต่เมื่อใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 20 30 และ 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ จะให้ผลผลิต 691 807 846 และ 922 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ NSX042022 ให้ผลผลิตสูงสุดเท่ากับ 922 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ระดับอัตราปุ๋ยไนโตรเจน 40 กิโลกรัม N ต่อไร่ (Figure 2)

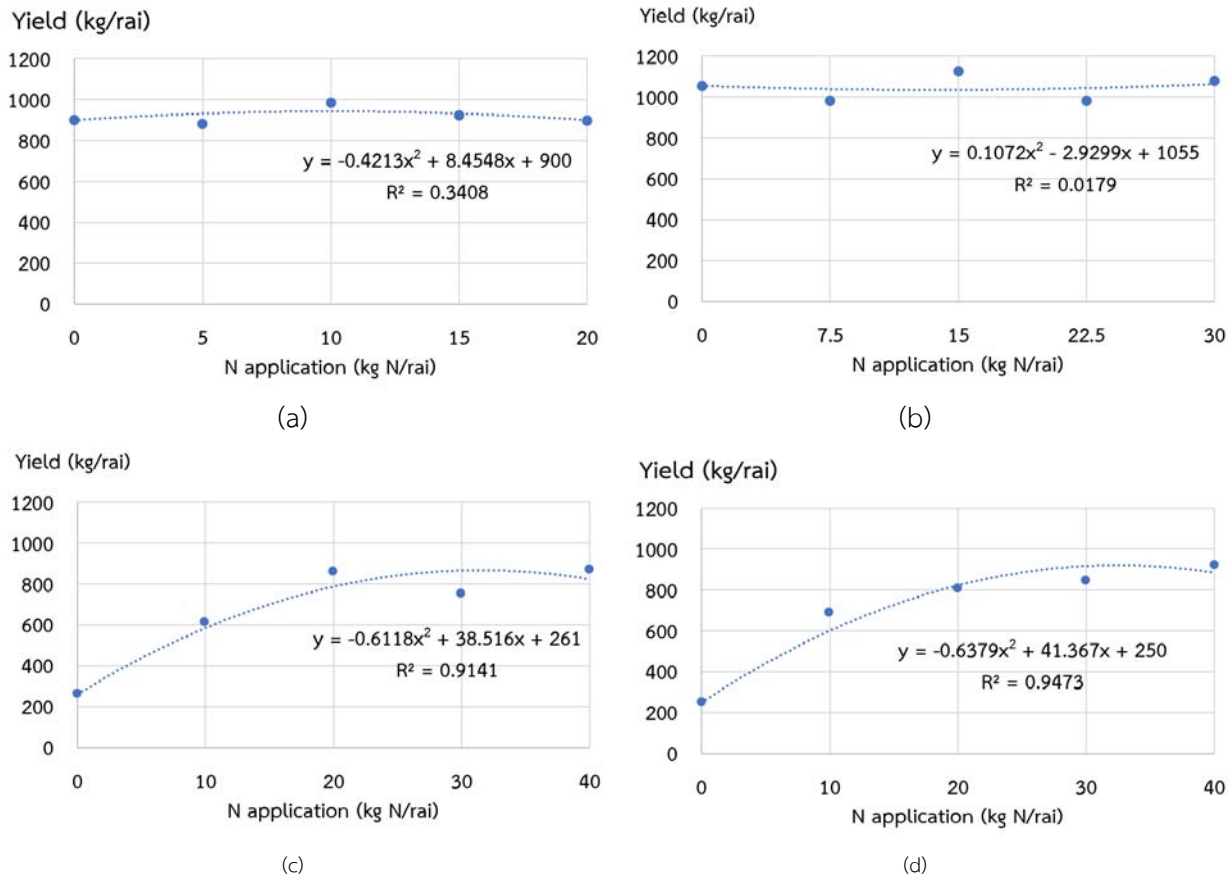


Figure 2 Relationship between N fertilizer rate and maize yield in clay to clay loam soil at Nakhon Ratchasima Province Province in 2016 - 2017
(a) Tambon Wang Katha, Pak Chong district in 2016
(b) Tambon Kanong Phra, Pak Chong district in 2016
(c) Tambon Nong Sarai, Pak Chong district in 2017
(d) Tambon Lat Bua Khao, Sikhio district in 2017

5. การประเมินอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมที่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง จังหวัดนครราชสีมา

การประเมินอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับพืช พิจารณาจากสมการเส้นแนวโน้มการตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจน (Naher, 2011; FAO, 1984) ได้ดังนี้

$$y = a + bx + cx^2$$

โดย y เป็นผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่)

x เป็นปริมาณปุ๋ยที่ใส่ (กิโลกรัม)

a เป็นตัวแปรคงที่

b และ c เป็นสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอย

หากค่า c มีค่าติดลบ $\text{Optimum N} = \frac{\text{(fertilizer cost / yield price) - b}}{2c}$

หากค่า c มีค่าเป็นบวก $\text{Optimum N} = \frac{\text{(yield increase compared to control x yield price)}}{\text{(fertilizer increase compared to control x fertilizer cost)}}$

จากการประเมินอัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง พบว่า ในฤดูปลูกปี 2559 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกที่ไร่เกษตรกรตำบลวังกะทะ อำเภอปากช่อง ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 8 กิโลกรัมต่อไร่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกที่ไร่เกษตรกรตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง ซึ่งมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ ในฤดูปลูกปี 2560 ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในไร่เกษตรกรตำบลหนองสาหร่าย และในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ซึ่งดินมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตรา 31 และ 32 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (Table 6)

Table 6 N optimum (kg/rai) of maize, NSX042002 variety in clay to clay loam soil at Nakhon Ratchasima Province in 2016-2017

Location	OM (%)	Response Equation	N fertilizer cost (Baht/kg)	Yield price (Baht/kg)	N optimum (kg/rai)
Tambon Wang Katha, Pak Chong district in 2016	2.35	$y = 900 + 8.4548x - 0.4213x^2$	9.7	6.07	8
Tambon Kanong Phra, Pak Chong district in 2016	1.46	$y = 1055 - 2.9299x + 0.1072x^2$	9.7	6.07	15
Tambon Nong Sarai, Pak Chong district in 2017	0.85	$y = 261 + 38.516x - 0.6118x^2$	9.7	8.5	31
Tambon Lat Bua Khao, Sikhio district in 2017	0.65	$y = 250 + 41.367x - 0.6379x^2$	6.6	8.5	32

Table 7 Marginal rate of return (MRR) of maize, NSX042002 variety in clay to clay loam soil at Nakhon Ratchasima Province in 2016-2017

Treatment (kg N-P_2O_5-K_2O /rai)	Yield (kg/rai)	Cost of fertilizer (Baht/rai)	Return (Baht/rai)	Profit (Baht/rai)	MRR (%)
Tambon Wang Katha, Pak Chong district in 2016					
1. 0-5-10	900	406.0	5,463	5,057	
2. 5-5-10	882	604.5	5,354	4,749	D
3. 10-5-10	985	653.0	5,979	**5,326**	**1,189**
4. 15-5-10	925	701.5	5,615	4,913	D
5. 20-5-10	897	750.0	5,445	4,695	D
Tambon Kanong Phra, Pak Chong district in 2016					
1. 0-10-10	1055	536.0	6,404	5,868	
2. 7.5-10-10	980	758.8	5,949	5,190	D
3. 15-10-10	1127	831.5	6,841	**6,009**	**1,127**
4. 22.5-10-10	980	904.3	5,949	5,044	D
5. 30-10-10	1080	977.0	6,556	5,579	D
Tambon Nong Sarai, Pak Chong district in 2017					
1. 0-10-10	261	536.0	2,219	1,683	
2. 10-10-10	609	783.0	5,177	4,394	1,098
3. 20-10-10	857	880.0	7,285	**6,405**	**2,073**
4. 30-10-10	748	977.0	6,358	5,381	D
5. 40-10-10	870	1074.0	7,395	6,321	D
Tambon Lat Bua Khao, Sikhio district in 2017					
1. 0-5-10	250	406.0	2,125	1,719	
2. 10-5-10	691	622.0	5,874	5,252	1,635
3. 20-5-10	807	688.0	6,860	6,172	1,394
4. 30-5-10	846	754.0	7,191	6,437	402
5. 40-5-10	922	820.0	7,837	**7,017**	**879**

Value Cost Ratio (VCR) = Gross return / Cost of fertilizer

46-0-0 (46%N) = 9.7 Baht/kg N 21-0-0 (21%N) = 6.6 Baht/kg N

0-46-0 (46%P2O5) = 26 Baht/kg 0-0-60 (60%K2O) = 12.6 Baht/kg

Yield price in 2016 = 6.07 Baht/kg Yield price in 2017 = 8.50 Baht/kg

6. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022

การใส่ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญในการเพิ่มผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ แต่ทั้งนี้การจะพิจารณาว่าการใช้ปุ๋ยอัตราเท่าไรคุ้มค่ากับการลงทุน ควรจะต้องวิเคราะห์หาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราผลตอบแทนส่วนเพิ่ม (marginal rate of return, MRR) ตามวิธีของอารันต์และธนรักษ์ (2534) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

MRR (%) = (กำไรที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย ÷ ต้นทุนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ย) x 100

โดยถ้ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่อัตราต่าง ๆ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ MRR ที่มีค่าเท่ากับหรือมากกว่า 100 แสดงให้เห็นว่า การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์โดยใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตราดังกล่าวนั้น ให้ผลตอบแทนการลงทุนที่มีความคุ้มทุน ซึ่งเป็นแนวทางและวิธีการที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์และได้ผลผลิตพืชที่คุ้มค่ากับการลงทุน

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ในชุดดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง ในไร่เกษตรกร ตำบลวังกะทะ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2559 การใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่มีค่า MRR เท่ากับ 1,189% ซึ่งให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ปลูกในไร่เกษตรกร ตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน (Table 7)

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง แปลงทดลองไร่เกษตรกร ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ฤดูปลูกปี 2560 (Table 7) การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-10-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ MRR เท่ากับ 2,073% และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน สำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ที่ปลูกในแปลงทดลองศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ตำบลลาดบัวขาว อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา (Table 7) ให้ผลเป็นไปในทางเดียวกับการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในไร่เกษตรกร ตำบลหนองสาหร่าย โดยการใส่ปุ๋ยเคมีที่อัตราต่าง ๆ ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่มีค่า MRR มากกว่า 100 ซึ่งคุ้มค่ากับการลงทุน โดยกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอัตรา 40-5-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ MRR เท่ากับ 879% และให้กำไรสุทธิสูงสุดเท่ากับ 7,017 บาทต่อไร่ ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่ได้รับและกำไรแล้ว จะเห็นว่าการใช้ปุ๋ย 40-5-10 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 922 กิโลกรัมต่อไร่ และให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน

สรุปผลการทดลอง

การใช้ปุ๋ยสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง ไร่เกษตรกร ตำบลวังกะทะ และตำบลขนงพระ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ในดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับสูง (มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์) อัตราปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 เท่ากับ 8 กิโลกรัม N ต่อไร่ ให้ผลผลิตและผลตอบแทนที่คุ้มค่ากับการลงทุน กรณีดินมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับปานกลาง (1-2 เปอร์เซ็นต์) ควรใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ จึงจะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่คุ้มค่ากับการลงทุน

การปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NSX042022 ในกลุ่มดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง ชุดดินบ้านจ้อง ไร่เกษตรกร ตำบลหนองสาหร่าย อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา และในชุดดินสีคิ้ว ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรนครราชสีมา ตำบลลาดบัวขาว อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งดินมีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในระดับต่ำ (น้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์) หากใส่ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียวจะต้องใส่ปุ๋ยสูงถึง 32 และ 31 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ จึงจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน อย่างไรก็ตามหากดินมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ ควรปรับปรุงดินโดยการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมี เพื่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์อย่างเหมาะสมและยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ และการนำไปใช้ประโยชน์

1. สามารถนำไปใช้ในการให้คำแนะนำการจัดการปุ๋ยไนโตรเจนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ลูกผสมอายุเก็บเกี่ยวยาวในพื้นที่ดินเหนียว-ร่วนเหนียวสีแดง อย่างเหมาะสมกับพื้นที่และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจคุ้มค่าแก่การลงทุน

2. ใช้เป็นข้อมูลจำเพาะต่อความต้องการธาตุอาหารและการตอบสนองต่อปุ๋ยของข้าวโพดในแต่ละพันธุ์สำหรับใช้ในการรับรองพันธุ์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2553. *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ*. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 122 หน้า

ศุภกาญจน์ ล้วนมณี ดาวรุ่ง คงเทียน ชลวุฒิ ละเอียด สาธิต อารีรักษ์ พิเชษฐ์ กรุดลอยมา. 2556. ผลระยะยาวของการจัดการปุ๋ยและระบบปลูกพืชต่อการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. น. 90-108 ใน *เอกสารประกอบการประชุมวิชาการข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ ครั้งที่ 36* 5-7 มิถุนายน 2556 ณ โรงแรมอัศวรรณ จังหวัดหนองคาย.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. *สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559*. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรุงเทพมหานคร. 215 หน้า.

อารันต์ พัฒโนทัย และ ธนรักษ์ เมฆขยาย. 2534. จากข้อมูลผลการทดลองสู่คำแนะนำเกษตรกร คู่มือการอบรมทางเศรษฐศาสตร์ ฝ่ายเศรษฐศาสตร์ ศูนย์วิจัยการปรับปรุงข้าวโพด และข้าวสาลีนานาชาติ. กรุงเทพมหานคร. 88 หน้า.

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

Fageria, N.K.; V.C. Baligar; C.A. Jones. 1997. *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*. Marcel Dekker, Inc. New York. 624 p.

FAO. 1984. Fertilizer and Plant Nutrition Guide. *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin* 9: 175 pp.

Naher, U.A., M.A. Saleque, Q.A. Panhwar, O. Radziah and S. Jusop. 2011. Techniques of efficient fertilizer management for wetland rice – a review. *Australian Journal of Crop Science*. 5 (12): 1661-1669.

Peech, M. 1965. Soil pH by grass electrode pH meter. Pages 914-925. In*:* C.A. Black, D. D. Evans, R.L. White, L.E. Ensminger,F.E. Clark, and R.C. Dinsuer (eds). *Method of soil Analysis Part 2 : Physical and menerological Propertics, Inching Statistics of Measurement and Sampling*. American Society of Agronomy Inc., Pubisher Madison, USA.

Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cation. In: A.L. Page *et al* (eds.). *Method of Soil Analysis*. Second edition. Agronomy 9: 159-166. American Society of Agronomy. Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A.

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

ผลของการใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโต การดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตของผักกวางตุ้ง

Effects of Blue-Green Algae Extract and Foliar Fertilizer Application on Growth, Nutrient Uptake and Yield of Pak Choi (*Brassica chinensis*)

ประไพ ทองระอา ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต นิศารัตน์ ทวีนุต

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Blue-green algae are microorganisms that can produce bioactive substances such as amino acids, plant growth regulators, etc., which affect the physiology of plants, can improve root system, increase plant growth and nutrients uptake. Therefore, to studied the effect of blue-green algae extract (BGA extract) together with foliar fertilizer on growth, nutrients uptake and yield of Pak Choi. In 2017 to 2018, the experiments were conducted in pot and field conditions by spraying 20 percent concentration of blue-green algae's extracts *Hapalosiphon* sp. DASH05101 with 3 foliar fertilizers rate (25, 37.5 and 50 g/20 L of water). The results revealed that 20% BGA extract supplemented with foliar fertilizer 25 g/20 L of water enhanced the highest plant growth (111 g/plant fresh weight, 10.4 g/plant dry weight, 16 leaves/plant leaf number and 166 cm^2/plant leaf areas) which was different from 25 g/20 L of foliar fertilizer spraying. Furthermore, it was found that spraying 20% BGA extract with foliar fertilizer at a rate of 25 and 37.5 grams per 20 liters, increased potassium, calcium and magnesium uptakes of Pak Choi than using foliar fertilizer alone. In addition, spraying 20% BGA extract with 25 grams of foliar fertilizer per 20 litters of water can produced the highest yield and increased yield of Pak Choi from control by 66 percent.

Key words : blue-green algae extract, Pak Choi, foliar fertilizer, amino acid, nutrient uptake

บทคัดย่อ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ เช่น กรดอะมิโน สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ฯลฯ ซึ่งมีผลต่อสรีรวิทยาของพืชสามารถช่วยปรับปรุงระบบราก เพิ่มการเจริญเติบโต และเพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหารแก่พืช จึงได้ศึกษาผลของสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (สารสกัด BGA) ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโต การดูดใช้ธาตุอาหารและผลผลิตของผักกวางตุ้ง ในปี 2560-2561 ได้ทำการทดลองในสภาพกระถางและแปลงทดลอง โดยฉีดพ่นสารสกัดจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Hapalosiphon* sp. DASH05101 ความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบ 3 อัตรา (25 37.5 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) ให้แก่ผักกวางตุ้ง ผลการทดลองพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตสูงสุด โดยมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ และพื้นที่ใบ เท่ากับ 111 กรัมต่อต้น 10.4 กรัมต่อต้น 16 ใบต่อต้น และ 166 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ แตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบที่อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และกรรมวิธีควบคุม (ฉีดพ่นน้ำกลั่น) อย่างมีนัยสำคัญ ด้านการดูดใช้ธาตุอาหารพืชพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีการดูดใช้โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงกว่าการใช้ปุ๋ยทางใบอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีผลผลิตสูงสุดและมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุมถึง 66 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ผักกวางตุ้ง ปุ๋ยทางใบ กรดอะมิโน การดูดใช้ธาตุอาหารพืช

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเพาะปลูกพืช ในการผลิตพืชโดยใช้ปุ๋ยเคมีโดยเฉพาะในการผลิตพืชผักนั้นพบว่าเกษตรกรยังคงใช้ปุ๋ยในปริมาณที่สูงอย่างต่อเนื่องเพื่อเร่งการเจริญเติบโตซึ่งมากเกินความต้องการของพืช (กรมวิชาการเกษตร, 2548) โดยจะใช้ปุ๋ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไปในคราวเดียวกันส่งผลให้ธาตุอาหารในดินขาดความสมดุลมีการสะสมธาตุอาหารบางชนิดในปริมาณที่มากเกินความต้องการของพืชโดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัส ส่งผลให้ธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมบางชนิดอยู่ในรูปที่ไม่เป็นประโยชน์แก่พืชทำให้พืชเจริญเติบโตช้า แคระเกร็น (ประภาศรี, 2549) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพได้ เช่น กรดอะมิโนและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งมีผลต่อสรีรวิทยาของพืชสามารถช่วยปรับปรุงระบบราก เพิ่มการเจริญเติบโต และการดูดใช้ธาตุอาหารแก่พืช (Whitton, 2000; Sekar *et al*., 1995) การศึกษาการใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยทางใบฉีดพ่นเพื่อส่งเสริมการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารในพืชผักจะเป็นวิธีการหนึ่งในการส่งเสริมการเจริญเติบโต และเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดใช้ธาตุอาหารแก่พืชได้ เนื่องจากสารสกัด BGA มีองค์ประกอบของธาตุอาหารต่างๆ ที่เป็นประโยชน์แก่พืช และมีกรดอะมิโนอิสระ (free amino acid) ซึ่งมีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบจึงช่วยให้พืชได้รับไนโตรเจนได้เพิ่มขึ้น (ประไพและคณะ, 2554; Yamagato *et al*., 2001; Nasholm *et al*., 2009; Shehata *et al*., 2011) นอกจากนี้กรดอะมิโนยังทำหน้าที่คล้ายเป็นสารคีเลตทำให้ธาตุอาหารไม่ตกตะกอน ละลายน้ำได้ดีพืชสามารถดูดใช้ผ่านทางรากหรือใบได้สะดวกมากขึ้น (El-Fouly *et al*., 1997; Lindsay, 1974; Cakmak *et al*., 1994) ประกอบกับคีเลตกรดอะมิโนเป็นคีเลตธรรมชาติมีโมเลกุลขนาดเล็กและมีค่าคงตัวด้านเสถียรสภาพค่อนข้างต่ำเมื่อซึมผ่านช่องเปิดของใบหรือรากเข้าไปในเซลล์พืชจะแตกตัวให้พืชดูดซึมธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ทันทีทำให้การใช้ธาตุอาหารของพืชมีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Sekhon, 2003)

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้ง พันธุ์เขียวกวางตุ้ง
2. ปุ๋ยทางใบ 20-20-20 (N-P_2O_5-K_2O)
3. ปุ๋ยไนโตรเจน
4. สารจับใบ
5. สารเคมีและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืช
6. สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Hapalosiphon* sp. DASH05101 เข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ ผลิตจากกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร มีองค์ประกอบของสารสำคัญได้แก่ กรดอะมิโนอิสระ 17 ชนิด ธาตุอาหารพืชที่เป็นประโยชน์ และสารคล้ายฮอร์โมนพืชกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน ดังแสดงใน Tables 1 and 2 (ประไพและคณะ, 2560)

Table 1 Major amino acid composition of blue-green alga (*Hapalosiphon* sp. DASH05101) cell extract

Amino acid	Free amino acid (mg/l)	Amino acid	Free amino acid (mg/l)
Aspartic acid	6.28	Cysteine	ND
Serine	13.65	Tyrosine	16.23
Glutamic	45.13	Valine	13.55
Glycine	6.13	Methionine	10.48
Histidine	10.83	Lysine	13.85
Arginine	20.80	Isoleucine	19.03
Threonine	11.45	Leucine	23.75
Alanine	23.15	Phenylalanine	15.10
Proline	6.55		
		Total	255.93

ND = non-detect data

Table 2 Chemical properties and plant growth regulators of blue-green alga (*Hapalosiphon* sp. DASH05101) cell extract

Available nutrients (mg/l)		Plant growth regulators (mg/l)	
N	2.17	Free IAA	0.025
P	4.13	Free CKs	0.013
K	7.93		
Ca	3.11	**Chemical property**	
Mg	5.65	pH	7.0
Mn	0.23		

IAA : Indole-3-acetic acid, CKs : Cytokinins

วิธีการ

1. ทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารของผักกวางตุ้งในกระถางทดลอง

เก็บตัวอย่างดินที่สถานีวิจัยปากช่อง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีประวัติการใช้ปุ๋ยสำหรับไม้ผลในปริมาณมากและต่อเนื่อง มาวิเคราะห์สมบัติทางเคมีและปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (กองปฐพีวิทยา, 2544) ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก พบว่า ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.7 มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง 2.0 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก เท่ากับ 1,036 และ 639 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูง เท่ากับ 2,136 และ 236 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ทำการเพาะเมล็ดผักกวางตุ้งในถาดเพาะกล้าเมื่อต้นกล้าอายุ 15 วัน ย้ายกล้าลงปลูกในกระถางที่บรรจุดิน 5 กิโลกรัมเมื่อต้นกล้าอายุ 23 วัน ฉีดพ่นสารสกัด BGA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ร่วมกับปุ๋ยทางใบ 20-20-20 (N-P_2O_5-K_2O) เปรียบเทียบกับกรรมวิธีต่าง ๆ วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 8 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่

T1) ฉีดพ่นน้ำกลั่น (Control)

T2) ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (25g Foliar fert.)

T3) ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (37.5g Foliar fert.)

T4) ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (50g Foliar fert.)

T5) ฉีดพ่นสารสกัด BGA (20%BGA)

T6) ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+25g Foliar fert.)

T7) ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+37.5g Foliar fert.)

T8) ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+50g Foliar fert.)

โดยฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบ เมื่อผักกวางตุ้งอายุ 23 วัน วันละ 1 ครั้ง ห่างกันทุก 3 วัน จำนวน 6 ครั้ง ทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จำนวน 0.24 กรัมต่อต้น แบ่งใส่จำนวน 2 ครั้ง ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียม และเมื่อผักกวางตุ้งอายุ 42 วัน บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ และพื้นที่ใบ (การเก็บข้อมูลพื้นที่ใบใน 1 ต้น วัดจำนวน 4 ใบ คือ ใบที่ 4 5 6 และ 7 จากใบยอด)

และจากผลการทดลองการทดสอบผลการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ทำการคัดเลือกกรรมวิธีที่ให้ผลดีมาทำการทดสอบผลการดูดใช้ปริมาณธาตุอาหารพืชในกระถางทดลอง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block มีจำนวน 6 กรรมวิธี 10 ซ้ำ ได้แก่

T1) ฉีดพ่นน้ำกลั่น (Control)

T2) ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (25g Foliar fert.)

T3) ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (37.5g Foliar fert.)

T4) ฉีดพ่นสารสกัด BGA (20%BGA)

T5) ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+25g Foliar fert.)

T6) ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+37.5g Foliar fert.)

ทุกกรรมวิธีปฏิบัติการทดลองเช่นเดียวกันกับการทดสอบผลการเจริญเติบโตข้างต้น เมื่อผักกวางตุ้งอายุ 42 วัน บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำหนักแห้งของพืช (dry matter) วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารหลัก (ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม(K)) และธาตุอาหารรอง (แคลเซียม(Ca) และแมกนีเซียม(Mg)) ในส่วนของใบ ลำต้น และราก คำนวณปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้แต่ละชนิดโดยใช้สูตร

ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ =[น้ำหนักแห้งของพืช×ความเข้มข้นของธาตุอาหาร] /100

2. ทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อผลผลิตของผักกวางตุ้งในแปลงทดลอง

ทำการทดลองที่สถานีวิจัยปากช่อง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาเดือน พฤศจิกายน 2560 คัดเลือกแปลงทดลองที่ดินมีสภาพความอุดมสมบูรณ์สม่ำเสมอใกล้เคียงกัน สุ่มเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกเพื่อประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก พบว่า ดินมีความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.1 มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูงมาก เท่ากับ 1,736 และ 568 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มีค่าสูง และปานกลาง เท่ากับ 2,092 และ 240 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

ทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อผลผลิตของผักกวางตุ้ง วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block จำนวน 6 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ได้แก่

T1) ฉีดพ่นน้ำกลั่น (Control)

T2) ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (25g Foliar fert.)

T3) ฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (37.5g Foliar fert.)

T4) ฉีดพ่นสารสกัด BGA (20%BGA)

T5) ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+25g Foliar fert.)

T6) ฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (20%BGA+37.5g Foliar fert.)

โดยปลูกผักกวางตุ้งในพื้นที่แปลงย่อย ขนาด 1.5×3 เมตร ระยะปลูก 25×25 เซนติเมตร หลังจากย้ายกล้าลงปลูกในแปลง 10 วัน ทำการใส่ปุ๋ยเคมีไนโตรเจนอัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแบ่งใส่จำนวน 2 ครั้ง ไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมและเมื่อผักกวางตุ้งอายุ 23 วัน ฉีดพ่นสารสกัด BGA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบ 20-20-20

ตามกรรมวิธีที่กำหนด จำนวน 6 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกันทุก 3 วัน เมื่อผักกวางตุ้งมีอายุ 42 วัน เก็บข้อมูลน้ำหนักสดของผลผลิต

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา : ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561

สถานที่ดำเนินการ : กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร และสถานีวิจัยปากช่อง คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของสารสกัด BGA ต่อการเจริญเติบโตและการดูดใช้ธาตุอาหารในสภาพกระถาง

1.1 การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

จากการทดลองฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตราต่าง ๆ ให้แก่ผักกวางตุ้งเมื่อผักกวางตุ้งเจริญเติบโตอายุ 42 วัน พบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA เข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ และพื้นที่ใบ สูงที่สุด เท่ากับ 111 กรัมต่อต้น 10.4 กรัมต่อต้น 16 ใบต่อต้น และ 166 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ และพบว่ากรรมวิธีดังกล่าวทำให้ผักกวางตุ้งมีการเจริญเติบโตสูงกว่าการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบอย่างเดียวที่อัตราเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง จำนวนใบ และพื้นที่ใบเท่ากับ 92.4 กรัมต่อต้น 9.85 กรัมต่อต้น 15 ใบต่อต้น และ 128 ตารางเซนติเมตรต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการทดลองฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบให้แก่ต้นกล้ากล้วยน้ำว้าปากช่อง 50 จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตด้าน ความสูง ขนาดของลำต้น จำนวนใบ และพื้นที่ใบ ให้แก่ต้นกล้ากล้วยได้ (ประไพ และคณะ, 2560) ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบที่อัตราสูงขึ้น (37.5 และ 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) พบว่ามีแนวโน้มทำให้การเจริญเติบโตลดลง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความเข้มข้นที่ไม่เหมาะสมของสารสกัด BGA และปุ๋ยทางใบในอัตราส่วนดังกล่าวที่ส่งผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียวพบว่าให้ผลการเจริญเติบโตสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมและให้ผลเทียบเท่ากับการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบอย่างเดียวที่อัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร (Table 3 and Figure 1) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่สารสกัด BGA มีองค์ประกอบของสารสำคัญต่าง ๆ ที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชได้ จึงส่งผลให้พืชเจริญเติบโตได้เพิ่มขึ้น ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับ Mohsen *et al*. (2016) ที่พบว่า การใช้สารสกัด BGA 2 ชนิด คือ *Anabaena oryzae* SOS13 และ *Nostoc muscorum* SOS14 ฉีดพ่นทางใบให้แก่ผักกาดหอมที่ปลูกในดินทรายร่วมกับปุ๋ยทางดินช่วยเพิ่มความสูง จำนวนใบ และน้ำหนักหัว ให้แก่ผักกาดหอมได้และยังให้ผลสอดคล้องกับ Shaaban (2001) ที่ทดสอบการฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายสีเขียว (chlorella extract) ที่ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับการใช้ปุ๋ยทางดินในข้าวสาลีพบว่า ทำให้ข้าวสาลีมีน้ำหนักแห้งของต้นเพิ่มขึ้นจากการฉีดพ่นด้วยน้ำเปล่าอย่างเดียวถึง 81.41 เปอร์เซ็นต์

Table 3 Effects of blue-green alga extract and foliar fertilizer application on growth of Pak Choi at 42 days after sowing

Treatment	Leaf number (leaves/plant)	Leaf area (cm^2/plant)	Fresh weight (g/plant)	Dry weight (g/plant)
T1: Control	14 b	119 b	90.5 cd	8.89
T2: 25g Foliar fert.	15 ab	128 b	92.4 bcd	9.85
T3: 37.5g Foliar fert.	15 ab	126 b	98.1 abc	9.06
T4: 50g Foliar fert.	15 ab	137 ab	105 ab	10.1
T5: 20%BGA	15 ab	164 a	99.3 abc	10.3
T6: 20%BGA+25g Foliar fert.	16 a	166 a	111 a	10.4
T7: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	15 ab	142 ab	92.8 bcd	9.12
T8: 20%BGA+50g Foliar fert.	15 ab	140 ab	83.2 d	9.05
Average	15	140	96.5	9.62
CV.(%)	11.0	15.9	14.6	21.1

Means in a same column followed by different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by DMRT



Figure 1 Effects of blue-green alga extract and foliar fertilizer application on growth of Pak Choi at 42 days after sowing

1.2 น้ำหนักแห้ง

เมื่อฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตราต่าง ๆ เปรียบเทียบกับการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอย่างเดียวและกรรมวิธีควบคุมพบว่า ผักกวางตุ้งมีการสะสมมวลชีวภาพแห้งไม่แตกต่างกัน โดยการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียว การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีปริมาณน้ำหนักแห้งเท่ากับ 11.9 12.2 และ 10.7 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Effect of blue-green alga extract and foliar fertilizer application on dry matter content of Pak Choi at 42 days after sowing

Treatment	Dry matter (g/plant)
T1: Control	10.6
T2: 25g Foliar fert.	11.3
T3: 37.5g Foliar fert.	10.5
T4: 20%BGA	11.9
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	12.2
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	10.7
Average	11.2
CV.(%)	18.1

1.3 ปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม

ผลการดูดใช้ไนโตรเจนของผักกวางตุ้งพบว่า ทุกกรรมวิธีมีการดูดใช้ไนโตรเจนไม่แตกต่างกัน โดยการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอย่างเดียวที่อัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีการดูดใช้ไนโตรเจนเท่ากับ 253 และ 245 มิลลิกรัมNต่อต้น ตามลำดับ และเมื่อฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบทั้งสองอัตราพบว่า มีการดูดใช้ไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ 275 และ 248 มิลลิกรัมNต่อต้น ตามลำดับ (Table 5) ซึ่งการดูดใช้ไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นผลมาจากไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ในสารสกัด BGA ที่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย นอกจากนี้อาจเป็นผลมาจากกรดอะมิโนอิสระบางชนิดที่เป็นองค์ประกอบในสารสกัด BGA ที่อยู่ในรูปของอินทรีย์ไนโตรเจนซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ (Yamagato *et al.*, 2001; Tegeder and Rentsch, 2010) ด้านการดูดใช้ฟอสฟอรัสพบว่า ทุกกรรมวิธีมีการดูดใช้ฟอสฟอรัสไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกันกับไนโตรเจน โดยการฉีดพ่นปุ๋ยทางใบอย่างเดียวที่อัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสเท่ากับ 56.4 และ 50.3 มิลลิกรัมPต่อต้น ตามลำดับ และเมื่อฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบทั้งสองอัตราดังกล่าวพบว่า มีการดูดใช้ฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีค่าเท่ากับ 62.0 และ 64.7 มิลลิกรัมPต่อต้น ตามลำดับ (Table 6) ซึ่งปริมาณการดูดใช้ที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยนั้น คาดว่าเป็นผลมาจากฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในสารสกัด BGA เช่นเดียวกันกับไนโตรเจน ส่วนการดูดใช้โพแทสเซียมพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียว และการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีผลทำให้การดูดใช้โพแทสเซียมในผักกวางตุ้งสูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีการดูดใช้เท่ากับ 371 และ 344 มิลลิกรัมKต่อต้น ตามลำดับ ซึ่งการดูดใช้ส่วนใหญ่จะพบสะสมมากในส่วนของใบและลำต้น ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีอื่นเช่นเดียวกัน ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบในอัตราที่สูงขึ้น (37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) มีผลทำให้การดูดใช้โพแทสเซียมลดลง โดยมีการดูดใช้เท่ากับ 294 มิลลิกรัมKต่อต้น (Table 7)

Table 5 Effect of different treatments on nitrogen uptake of Pak Choi at 42 days after sowing

Treatment	N uptake (mgN/plant)			
	Leaf	Shoot	Root	Total
T1: Control	174	40.7	32.1	246
T2: 25g Foliar fert.	182	43.5	28.3	253
T3: 37.5g Foliar fert.	167	47.2	31.8	245
T4: 20%BGA	170	46.9	31.2	247
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	195	44.2	36.0	275
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	179	41.7	28.3	248
Average	178	44.0	31.3	252
CV.(%)	13.5	21.9	22.4	13.2

Table 6 Effect of different treatments on phosphorus uptake of Pak Choi at 42 days after sowing

Treatment	P uptake (mgP/plant)			
	Leaf	Shoot	Root	Total
T1: Control	31.3	13.4	10.6	55.1
T2: 25g Foliar fert.	33.0	15.6	7.75	56.4
T3: 37.5g Foliar fert.	28.1	14.6	7.61	50.3
T4: 20%BGA	29.2	18.4	9.54	57.0
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	34.6	18.7	8.73	62.0
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	34.6	19.9	10.2	64.7
Average	31.8	16.8	9.08	57.6
CV.(%)	20.5	22.8	27.7	20.1

Table 7 Effect of different treatments on potassium uptake of Pak Choi at 42 days after sowing

Treatment	K uptake (mgK/plant)			
	Leaf	Shoot	Root	Total
T1: Control	109 bc	82.0 d	43.5	235 c
T2: 25g Foliar fert.	121 abc	149 abc	28.9	300 bc
T3: 37.5g Foliar fert.	99.4 c	133 bc	26.1	259 c
T4: 20%BGA	148 a	185 a	38.5	371 a
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	144 ab	159 ab	39.8	344 ab
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	139 ab	114 cd	41.1	294 bc
Average	127	137	36.3	300
CV.(%)	20.3	21.1	29.1	17.1

Means in a same column followed by different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by DMRT

1.4 ปริมาณการดูดใช้แคลเซียมและแมกนีเซียม

การดูดใช้แคลเซียมพบว่า ให้ผลการทดลองไปในทิศทางเดียวกันกับการดูดใช้โพแทสเซียมโดยการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียว การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ทำให้ผักกวางตุ้งมีการดูดใช้แคลเซียมสูงใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ (โดยมีการดูดใช้เท่ากับ 300 307 และ 289 มิลลิกรัมCaต่อต้น ตามลำดับ) แต่แตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญที่มีการดูดใช้แคลเซียมต่ำกว่า (Table 8) ด้านผลการดูดใช้แมกนีเซียมพบว่า ทุกกรรมวิธีมีการดูดใช้ไม่แตกต่างกันแต่พบว่า มีการดูดใช้แมกนีเซียมสะสมในส่วนของลำต้นในกรรมวิธีที่ใช้สารสกัด BGA อย่างเดียว และการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สูงกว่ากรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (Table 9)

จากผลการดูดใช้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองของผักกวางตุ้งจะเห็นได้ว่า การใช้สารสกัด BGA และการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถช่วยเพิ่มการดูดใช้โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมให้แก่ผักกวางตุ้งได้ เนื่องจากสารสกัด BGA มีองค์ประกอบของกรดอะมิโนอิสระซึ่งทำหน้าที่คล้ายเป็นสารคีเลตธรรมชาติ เมื่อรวมกับธาตุอาหารที่มีประจุบวกจะมีคุณสมบัติเป็นคีเลตชนิดกรดอะมิโนที่มีน้ำหนักเบาและมีขนาดเล็กสามารถแทรกซึมผ่านช่องเปิดของใบได้ง่าย และเมื่อเข้าไปในเซลล์พืชจะแตกตัวให้พืชดูดซึม (absorption) ธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้ทันที (Sekhon, 2003) อีกทั้งกรดอะมิโนอิสระดังกล่าวเมื่อเข้าไปในเซลล์พืชจะสามารถเคลื่อนย้ายไปยังรากและทำหน้าที่คล้ายกับเป็น phytosiderophores ที่จะช่วยดูดซึมธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมผ่านทางขนรากให้พืชนำไปใช้ได้สะดวกมากขึ้นจึงทำให้การดูดใช้ธาตุอาหารพืชมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Lindsay, 1974; Cakmak*et al*., 1994; Marschner and Roemheld, 1996; Shaaban and Mobarak, 2000)

Table 8 Effect of different treatments on calcium uptake of Pak Choi at 42 days after sowing

Treatment	Ca uptake (mgCa/plant)			
	Leaf	Shoot	Root	Total
T1: Control	139	73.0 c	16.0	228 b
T2: 25g Foliar fert.	131	86.5 c	13.4	231 b
T3: 37.5g Foliar fert.	136	85.0 c	14.4	235 b
T4: 20%BGA	174	107 b	17.6	300 a
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	167	123 a	16.2	307 a
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	164	108 b	16.2	289 a
Average	152	97.1	15.6	265
CV.(%)	17.3	10.3	21.1	11.2

Means in a same column followed by different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by DMRT

Table 9 Effect of different treatments on magnesium uptake of Pak Choi at 42 days after sowing

Treatment	Mg uptake (mgMg/plant)			
	Leaf	Shoot	Root	Total
T1: Control	15.5	7.45 b	4.43	28.3
T2: 25g Foliar fert.	15.8	9.32 b	3.52	28.6
T3: 37.5g Foliar fert.	14.6	8.07 b	2.80	25.4
T4: 20%BGA	16.8	12.5 a	3.87	32.8
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	15.7	12.9 a	3.91	31.8
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	16.4	9.68 b	4.05	30.6
Average	15.8	9.99	3.76	29.6
CV.(%)	20.7	19.3	27.8	17.8

Means in a same column followed by different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by DMRT

2. ผลของสารสกัด BGA ต่อผลผลิตผักกวางตุ้งในสภาพแปลงทดลอง

ผลการทดสอบการใช้สารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อปริมาณผลผลิตพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ให้ผลผลิตของผักกวางตุ้งสูงที่สุด เท่ากับ 2,608 กิโลกรัมต่อไร่ รองลงมา คือ การฉีดพ่นด้วยสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร มีผลผลิตเท่ากับ 2,512 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่แตกต่างจากการฉีดพ่นด้วยปุ๋ยทางใบอย่างเดียวทั้งสองอัตราที่ให้ผลผลิตต่ำกว่า ส่วนการฉีดพ่นสารสกัด BGA อย่างเดียว พบว่าให้ผลผลิตไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (Table 10) และเมื่อพิจารณาการเพิ่มขึ้นของผลผลิตจากกรรมวิธีควบคุมพบว่า การฉีดพ่นสารสกัด BGA ร่วมกับปุ๋ยทางใบอัตรา 25 และ 37.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุมเท่ากับ 66.0 และ 59.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 10) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของผลผลิตดังกล่าวสอดคล้องกันกับผลการทดลองของ Mohsen *et al*. (2016) ที่ใช้สารสกัด BGA 2 ชนิด คือ *Anabaena oryzae* SOS13 และ *Nostoc muscorum* SOS14 ฉีดพ่นทางใบให้แก่ผักกาดหอมที่ปลูกในดินทรายร่วมกับปุ๋ยทางดิน พบว่า ทำให้ผักกาดหอมมีผลผลิตเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม(ฉีดพ่นด้วยน้ำ) เท่ากับ 58.5 และ 46.5 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

Table 10 Effect of different treatments on yield of Pak Choi at 42 days after sowing

Treatment	Yield (kg/rai)	Yield increase (%)
T1: Control	1,571 d	-
T2: 25g Foliar fert.	1,792 cd	14.1
T3: 37.5g Foliar fert.	2,156bc	37.3
T4: 20%BGA	1,670 d	6.3
T5: 20%BGA+25g Foliar fert.	2,608 a	66.0
T6: 20%BGA+37.5g Foliar fert.	2,512 ab	59.9
Average	2,051	-
CV.(%)	14.6	-

Means in a same column followed by different letters are significantly different at $p \leq 0.05$ by DMRT
Note: All treatments input chemical fertilizer at the rate of 15-0-0 kg/rai of N-P_2O_5-K_2O respectively

สรุปผลการทดลอง

1. การฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบ 20-20-20 อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นอัตราที่เหมาะสมในการส่งเสริมการเจริญเติบโตให้แก่ผักกวางตุ้งได้ดีที่สุด โดยจะช่วยเพิ่มจำนวนใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักสดได้สูงที่สุด นอกจากนี้การใช้ตามอัตราดังกล่าวยังส่งเสริมให้ผักกวางตุ้งมีการดูดใช้ธาตุอาหารโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมสูงกว่าการไม่ใช้ร่วมกับสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผักกวางตุ้งมีผลผลิตสูงที่สุดซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม (ฉีดพ่นน้ำกลั่น) ถึง 66 เปอร์เซ็นต์

2. การฉีดพ่นสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ เพียงอย่างเดียวให้ผลผลิตผักกวางตุ้งเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุมเพียงเล็กน้อย เท่ากับ 6.3 เปอร์เซ็นต์แต่พบว่า สามารถช่วยเพิ่มการดูดใช้ธาตุอาหาร โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมให้แก่ผักกวางตุ้งได้เทียบเท่ากับการใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับปุ๋ยทางใบ 20-20-20 อัตรา 25 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

ในการนำสารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ที่มีการผลิตพืชผักอย่างยั่งยืน จำเป็นต้องได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตและการใช้ประโยชน์ปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไปพร้อม ๆ กัน เนื่องจากการใช้ประโยชน์สารสกัดสาหร่ายในการผลิตพืชนั้น เป็นรูปแบบหนึ่งในการใช้ประโยชน์ปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในการผลิตพืช

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2548. *การจัดการเขตศักยภาพการผลิตข้าวจังหวัดปทุมธานี*, โรงพิมพ์ดอกเบี้ยกรุงเทพฯ. 120 หน้า.

กองปฐพีวิทยา. 2544. *คู่มือการวิเคราะห์ดินและพืช*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด กรุงเทพฯ. 164 หน้า.

ประไพ ทองระอา สมปอง หมื่นแจ้ง ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และกัลยกร โปร่งจันทึก. 2554. การผลิตปุ๋ยชีวภาพสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินโดยใช้ปุ๋ยหมักมูลไก่และการใช้ประโยชน์กับข้าวระยะต้นกล้า. หน้า 1-9 *ในเอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ ประจำปี 2554*. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

ประไพ ทองระอา ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต กานดา ฉัตรไชยศิริ กัลยาณี สุวิทวัส พิมพ์นิภา เพ็ญช่าง นิศารัตน์ ทวีนุต และภาสันต์ ศารทูลทัต. 2560. การใช้สารสกัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร่วมกับปุ๋ยทางใบต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยน้ำว้า ‘ปากช่อง 50’ จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. *ว. พืชศาสตร์สงขลานครินทร์*. 4(4): 16-21.

ประภาศรี จงประดิษฐนันท์. 2549. *สถานการณ์ตลาดและการเลือกใช้ปุ๋ยธาตุรองและจุลธาตุอย่างชาญฉลาด เรื่อง ปัญหาธาตุรอง-จุลธาตุในดินและการแก้ไข*. 29 หน้า.

Cakmak, I., K.Y. Gueluet, H. Marschnerand R.D. Graham. 1994. Effect of Zinc and Iron Deficiency on Phyto-siderophores Release in Wheat Genotypes Differing in Zinc Efficiency. *J. Plant Nutri.* 17:1-17.

El-Fouly, M.M., Z.M. Mobarak and M.M. Shaaban. 1997. Effect of Different Foliar Iron Chelates on Growth and Nutrient Contents of Cotton Plants. *Egypt.J. Physiol. Sci.* 3: 357-367.

Lindsay, W.L. 1974. Role of Chelation in Micronutrient Availability. pp. 507-524. *In*: E.W. Carson, ed. *The plant root and its environment*. University Press of Virginia.

Marschner, H. and V. Roemheld. 1996. Root-induced Changes in the Availability of Micronutrients in Rhizosphere. pp. 557-579. *In*: Y. Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi, eds. *Plant roots the hidden half*. Marcel Dekker, Inc. New York, Basel, Hong Kong.

Mohsen, A.A.M., A.S.A. Salama and F.M.A. El-Saadony. 2016. The Effect of Foliar Spray with Cyanobacterial Extracts on Growth, Yield and Quality of Lettuce Plants (*Lactuca sativa* L.). *Mid. East J. Agri. Res*. 5(1): 90-96.

Nasholm, T., K. Kielland and U. Ganeteq. 2009. Uptake of Organic Nitrogen by Plants. *New Phytologist* 182: 31-48.

Sekar, R., N. Thangaraju and R. Rengasamy. 1995. Effect of Seaweed Fertilizer from Ulva Lactucaon*Vigna unguiculata*(L.) Walp.*Phykos*. 34: 49–53.

Sekhon, B.S. 2003. Chelates for Micronutrient Nutrition among Crops. *Resonance* 1: 44-53.

Shaaban, M.M. 2001. Green Micro Water Extract as Foliar Feeding to Wheat Plants. *Pak. J. Biol. Sci.* 4: 628-632.

Shaaban, M.M. and Z.A. Mobarak. 2000. Effect of Some Green Plant Material as Soil Additives on Soil Nutrient Availability, Growth, Yield and Yield Component of FabaBean Plants. *J. Agric. Sci.* 25: 2005-2016.

Shehata, S.M., H.S. Abdel-Azem, A.A. El-Yazied and A.M. El-Gizawy. 2011. Effect of Foliar Spraying with Amino Acids and Seaweed Extract on Growth, Chemical Constitutes, Yield and Its Quality of Celeriac Plant. *Eur. J. Sci. Res.* 58(2): 257-265.

Tegeder, M. and D. Rentsch. 2010. Uptake and Partitioning of Amino Acids and Peptides. *Mol. Pl.* 3: 997-1011.

Whitton, B. A. 2000. Soils and Rice-fields. pp. 233-255. *In*: B.A. Whitton and M. Potts(eds). *The ecology of cyanobacteria*. Kluwer Academic Publishers.

Yamagato, M., S. Matsumoto and N.A.J. Arihara. 2001. Possibility of Direct Acquisition of Organic Nitrogen by Crops. pp. 399-420. *In:*N.A.J. Arihara, K. Okada and A. Srinivasan, eds. *Plant Nutrient Acquisition*. Springer-Verlag, Tokyo.

งานบริการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อการปลูกพืชแก่เกษตรกร
Fertilizer Recommendations Service Based on Soil Testing for Crops Growing to Farmers

สายน้ำ อุดพ้วย ชัชธนพร เกื้อหนุน สมฤทัย ตันเจริญ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี
ปิยะนันท์ วิวัฒน์วิทยา รมิดา ขันตรีกรม ธนพันธ์ พงษ์ไทย นุชนาฏ ตันวรรณ

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Fertilizer advisory services regarding the use of fertilizers based on soil testing in Thai agriculture on nutrient balances and farm's finances is a key role in providing knowledge and better soil management practices so that more efficient use of fertilizers increases crop production and thereby decreases the overfertilization in addition to give the information to make decisions for farmers to use the right fertilizers for cultivated plants under growing area conditions. Which Research and developing fertilizer recommendations working group, Soil science research group, Agricultural Production Development Research Division operate a service to provide advice on the use of fertilizer according to soil testing during the past 5 years between October 2014 to April 2019. There are a total of 993 farmers who receive 1,985 farm of services. The result show the recommendation that provide services including fruit trees-perennial trees, rice, field crops, vegetable crops, rubber, Herbs, flowering-garden trees and other plants of 1,299 499 451 355 116 79 32 and 60, representing 44.9 17.3 15.6 12.3 4.0 2.7 1.1 and 2.1 percent respectively from farmers in all regions of Thailand were as follows central, northeastern, eastern, western, northern and southern, representing 47.5 31.1 10.7 8.2 2.2 and 0.3 percent respectively. The soil samples test resulted in the last 5 years, the soil pH was in the range of 2.8-9.5, electrical conductivity (EC 1: 5) of 0.004-4.065 dS/m, organic matter of 0.04-17.6 percent, available phosphorus of 1 - 4,025 mg/kg and exchangeable potassium of 4-3,570 mg/kg. In this regard, the recommendation of fertilizer application was based on the experiments in the past and present of the researcher with specific expertise in each plant.

บทคัดย่อ

งานบริการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเพื่อการปลูกพืช สำหรับใช้ประกอบผลวิเคราะห์ดินของเกษตรกรเป็นการบริการทางวิชาการอย่างหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการให้ความรู้ด้านการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจแก่เกษตรกรในการวางแผนการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสมกับพืชและสภาพพื้นที่ปลูก กลุ่มงานวิจัยและพัฒนารูปแบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ย กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ดำเนินงานบริการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 – เมษายน พ.ศ. 2562 มีจำนวนเกษตรกรที่ขอรับบริการทั้งสิ้น 993 ราย 1,985 แปลง จากรายงานที่ส่งมาขอรับบริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยทางกลุ่มงานวิจัยและพัฒนารูปแบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยได้ให้คำแนะนำ แบ่งเป็นกลุ่มพืชที่ให้บริการได้แก่ ไม้ผล-ไม้ยืนต้น ข้าว พืชไร่-พืชทดแทนพลังงาน พืชผัก ยางพารา พืชสมุนไพร ไม้ดอกไม้ประดับ และอื่น ๆ จำนวน 1,299 499 451 355 116 79 32 และ 60 รายการ คิดเป็น 44.9 17.3 15.6 12.3 4.0 2.7 1.1 และ 2.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ จากเกษตรกรทุกภาคของประเทศไทย ได้แก่ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคเหนือ และภาคใต้ คิดเป็น 47.5 31.1 10.7 8.2 2.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สำหรับผลวิเคราะห์ดินเฉลี่ยของ

แปลงเกษตรกรทั้งหมดในช่วง 5 ปี พบว่า มีความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 2.8-9.5 ค่าการนำไฟฟ้า (EC 1:5) 0.004-4.065 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.04-17.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1 - 4,025 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 4-3,570 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้งนี้การพิจารณาให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยได้อ้างอิงข้อมูลจากผลงานการทดลองปุ๋ยกับพืชแต่ละชนิดในอดีตและปัจจุบันของนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะในแต่ละพืช

คำสำคัญ : งานบริการวิชาการ คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

คำนำ

ประเทศไทยมีเนื้อที่ใช้ประโยชน์ทางการเกษตร 149 ล้านไร่ หรือเท่ากับ 46.5 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ทั้งประเทศ แบ่งเป็น นาข้าว สวนไม้ผล/ไม้ยืนต้น พืชไร่ สวนผัก/ไม้ดอกไม้ประดับ และอื่น ๆ เท่ากับ 70.0 34.9 31.2 1.4 และ 11.8 ล้านไร่ ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561) ซึ่งปัจจุบันทรัพยากรที่ดินมีอยู่อย่างจำกัด การเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร โดยการเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกไม่สามารถทำได้ การเลือกพันธุ์พืชให้ผลผลิตสูงเหมาะกับสภาพพื้นที่และภูมิอากาศเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ แต่เมื่อพิจารณาด้านความอุดมสมบูรณ์ของดินแล้ว จะเห็นว่าความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นปัจจัยสำคัญในการเพาะปลูก จากการสำรวจและจำแนกดินของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่า ดินในประเทศไทยมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำมีพื้นที่มากถึง 108 ล้านไร่ หรือเท่ากับ 48.2 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมดในประเทศไทย (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) หากเกษตรกรนำลักษณะดินดังกล่าวมาใช้ทำการเพาะปลูกและขาดการจัดการอย่างเหมาะสม อาจก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของดินได้ อย่างไรก็ตาม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ไม่มีความรู้ด้านการจัดการดินหรือไม่ได้รับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องเหมาะสม เนื่องจากไม่ได้วิเคราะห์ดินก่อนปลูกพืช ทำให้ไม่ทราบถึงสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดินที่แท้จริง การผลิตพืชของเกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยที่มีความหลากหลายทั้งชนิด ปริมาณและอัตราปุ๋ยที่ใช้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ปลูกหรือสูตรที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น อาทิ การปลูกไม้ผล กรณีทุเรียน มังคุด ใช้ปุ๋ยเกรด 16-16-16 ร่วมกับเกรด 8-24-24 อัตรา 2 กิโลกรัมต่อต้น พืชไร่ กรณีข้าวโพดใช้ปุ๋ยเกรด 16-16-16 ร่วมกับเกรด 16-20-0 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนพืชสมุนไพร เน้นใช้ปุ๋ยเกรด 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ หรือปุ๋ยเกรด 25-7-7 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ พืชผัก กรณีผักกาดขาว และพริก ใช้ปุ๋ยเกรด 46-0-0 ร่วมกับเกรด 15-15-15 อัตรา 25 และ 50 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นเนื้อปุ๋ยกรณีพืชผัก 19-7.5-7.5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ขณะที่คำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับปลูกพืชในดินที่มีระดับธาตุอาหารต่ำ พืชผักเพื่อรับประทานต้นและใบ อัตรา 20-10-15 กิโลกรัม ต่อ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ส่วนพืชผักเพื่อรับประทานผล 24-16-16 กิโลกรัม ต่อ N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ เป็นต้น (กรมวิชาการเกษตร, 2552) จะเห็นว่า เกษตรกรอาจใช้ปุ๋ยไม่สอดคล้องตามความต้องการของพืช ทำให้สมดุลธาตุอาหารในดินเปลี่ยนไป หรือทำให้มีปุ๋ยตกค้างอยู่ในดินเกินความจำเป็น ส่งผลให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย เพิ่มต้นทุน และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเกษตรกรลดต้นทุน โดยเฉพาะต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีลงได้ และทำให้ผลผลิตพืชต่าง ๆ มีคุณภาพมากขึ้น คือ การทราบสถานะความอุดมสมบูรณ์ของดิน มีการจัดการและได้รับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสม

งานบริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน มีความสำคัญเนื่องจากปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตอย่างหนึ่งที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช การใช้ปุ๋ยไม่ถูกวิธี อาจส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืช จากการที่เกษตรกรส่วนใหญ่ของประเทศได้ใช้พื้นที่เพาะปลูกเป็นเวลานาน มีการปรับปรุงบำรุงดินน้อย ประกอบกับมีการสูญเสียธาตุอาหารออกไปจากพื้นที่โดยติดไปกับผลผลิต เช่น ผลผลิตหอมแดง 1 ตัน มีความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 7.1-1.9-6.3 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ เทียบเท่าปุ๋ยเคมี 7.1-4.4-7.6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (Gina *et al.*, 2015) ผลผลิตกระเทียม 1 ตัน มีความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 14.5-2.8-10.2 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ เทียบเท่าปุ๋ยเคมี 14.5-6.4-12.3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (Shashidhar *et al.*, 2005) ผลผลิตมะเขือ (Eggplant) สด 1 ตัน มีความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 3.0-3.5, 0.2-0.3, 2.5-3 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ เทียบเท่าปุ๋ยเคมี 3.0-3.5, 0.5-0.7, 3-3.6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (Hegde., 1997) ผลผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ 1 ตัน มีความต้องการธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม เท่ากับ 18 - 4 - 17 กิโลกรัม N-P-K ต่อไร่ เทียบเท่าปุ๋ยเคมี 18-9-20 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และธาตุอาหารที่สูญหายออกไปกับผลผลิตในแต่ละฤดูปลูก เท่ากับ 13.3-6.9-6.6 กิโลกรัม N-P_2O_5-

K_2O ต่อไร่ (สมฤทัย และคณะ, 2561) ถ้าไม่มีการเติมธาตุอาหารที่สูญหายไป อาจส่งผลให้ปริมาณธาตุอาหารในพื้นที่ขาดดุล ศักยภาพการให้ผลผลิตของดินต่ำ ทำให้การเพาะปลูกต้องหันมาใช้ปุ๋ยต่าง ๆ เพื่อเพิ่มผลผลิต ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในการเพาะปลูก ถ้าไม่ได้มีการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน อาจทำให้ปริมาณปุ๋ยที่ใส่ให้พืชไม่เหมาะสม ดังนั้นเพื่อให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์เหมาะกับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำให้การวางแผนการจัดการเกิดประสิทธิภาพ สิ่งแรกที่ควรให้ความสำคัญ คือ การวิเคราะห์ดิน ถือเป็นหัวใจสำคัญของการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตพืช ทำให้ทราบระดับความสมบูรณ์ของดินว่าดินมีธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ในรูปที่เป็นประโยชน์และมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของพืชมากหรือน้อยเพียงใด นำไปสู่การประเมิน เพื่อการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเหมาะสมสำหรับพืชแก่เกษตรกรได้

ภารกิจหน้าที่ของกลุ่มงานวิจัยและพัฒนารูปแบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ย นอกจากค้นคว้า วิจัยและพัฒนารูปแบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ กับพืชแล้ว ยังมีงานบริการทางวิชาการแก่เกษตรกร นักวิชาการ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยให้บริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและปรับปรุงดิน จากเกษตรกรที่ส่งตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ที่กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี ทางกลุ่มงานวิจัยและพัฒนารูปแบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ยได้ให้บริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืช โดยประเมินค่าวิเคราะห์ดิน จัดระดับความอุดมสมบูรณ์ของดิน แปลผลการวิเคราะห์ดิน เพื่อให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและการจัดการดินที่เหมาะสมแก่เกษตรกรที่จะนำไปใช้ปฏิบัติอย่างถูกต้องตามลักษณะของดินและพืช ช่วยลดต้นทุน ผลิตพืชมีคุณภาพ ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และไม่ทำให้ดินเสื่อมโทรม

วิธีดำเนินงาน

1. ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.1.รับเอกสารรายงานผลการวิเคราะห์ดินของเกษตรกร เพื่อให้คำแนะนำ ซึ่งทางกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ ได้ดำเนินการวิเคราะห์ พร้อมขอคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเพื่อปลูกพืชนั้น ๆ ให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ จากกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

1.2 กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา ได้มอบหมายให้ กลุ่มงานวิจัยและพัฒนารูปแบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ย ดำเนินงานให้บริการคำแนะนำภายในระยะเวลา 10 วันทำการ

1.3 นักวิชาการเกษตรรับเอกสารให้คำแนะนำ ดำเนินการแปลผลวิเคราะห์ดิน พืชที่ต้องการปลูก ลักษณะการใช้ที่ดินเดิม ข้อมูลดิน ข้อมูลการใช้ปุ๋ยและปูน ข้อมูลน้ำ ข้อมูลพืช (พืชที่ปลูกก่อนหน้าและพืชที่ปลูกปัจจุบัน) ข้อมูลศัตรูพืช และข้อมูลอื่น ๆ

1.4 จัดทำเอกสารคำแนะนำการใช้ปุ๋ยเพื่อปลูกพืชชนิดนั้น ๆ เพื่อใช้ประกอบผลการวิเคราะห์ดินของเกษตรกร

1.5 จัดส่งเอกสารผลวิเคราะห์ดินพร้อมคำแนะนำให้แก่เกษตรกรหรือเจ้าของตัวอย่างดินพร้อมทั้งสำเนาคำแนะนำส่งให้กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี เพื่อเก็บเป็นหลักฐาน

2. กลุ่มพืชชนิดต่าง ๆ ที่ทางกลุ่มงานดำเนินการให้บริการคำแนะนำ

2.1 กลุ่มไม้ผล – ไม้ยืนต้น ได้แก่ มะพร้าว ลองกอง ส้ม ส้มโอ กล้วย พริกไทย ทุเรียน พุทรา มะยงชิด มะปราง องุ่น มะนาว มะละกอ มังคุด ฝรั่ง ขนุน มะขาม อาโวคาโด สับปะรด ชมพู่ สะเดา กาแฟ โกโก้ หม่อน ลิ้นจี่ ทับทิม น้อยหน่า มะไฟ เงาะ ลำไย มะกรูด มะม่วง กระท้อน เสาวรส เชอรี่ พลับ มะหลอด แก้วมังกร ชะอม กฤษณา ยูคาลิปตัส ไม้สักผักหวาน เป็นต้น

2.2 ข้าว

2.3 กลุ่มพืชไร่-พืชทดแทนพลังงาน ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวฟ่างหวาน มันสำปะหลัง อ้อย ถั่วเขียว ถั่วลิสง ถั่วเหลืองฝักสด ถั่วเหลือง ถั่วแขก ปาล์มน้ำมัน อินทผาลัม เป็นต้น

2.4 กลุ่มพืชผัก ได้แก่ ตะไคร้ มะเขือเทศ โทงเทงฝรั่ง เมล่อน หน่อไม้ฝรั่ง หอมแดง กวางตุ้ง เผือก ผักกาดหอม แมงลัก ผักโขม แตงโม คะน้า ผักสลัด พริก แตงกวา มะเขือม่วง กะหล่ำปลี มันเทศ ถั่วฝักยาว บวบ ผักชี โหระพา ฟักทอง แครอท กระเทียม บีทรูท ฟัก เป็นต้น

2.5 ยางพารา

2.6 พืชสมุนไพร ได้แก่ ฟักข้าว ขิง ข่า กระชาย กระชายดำ ไพล บัวบก ขมิ้นชัน อัญชัน เป็นต้น
2.7 กลุ่มไม้ดอกไม้ประดับ ได้แก่ ดาวเรือง มะลิ ปาล์ม ลีลาวดี ตีนเป็ด เฟื่องฟ้า ต้นหลิว เป็นต้น
2.8 อื่น ๆ ได้แก่ หมามุ่ยอินเดีย ยาสูบ หมาก ไผ่ หญ้า หญ้าเนเปีย ใบแกง เป็นต้น

3. การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและการใช้ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดิน

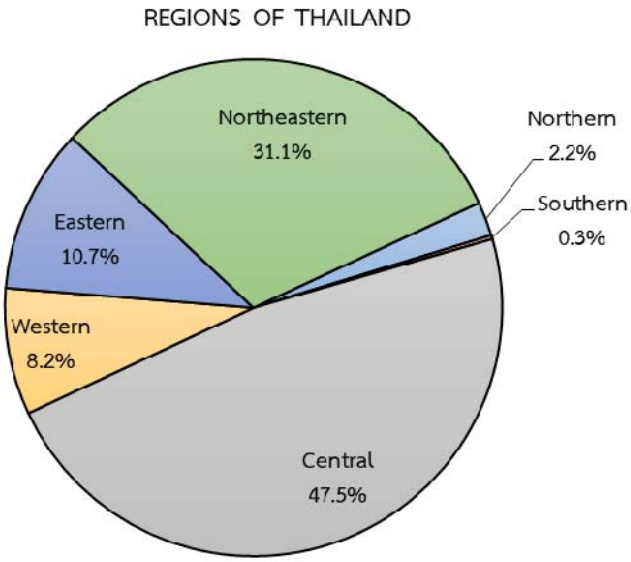
การวิเคราะห์ดินเป็นเครื่องมือของการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งค่าวิเคราะห์ดินบอกให้ทราบว่าดินมีธาตุอาหารพืชในรูปที่เป็นประโยชน์เพียงพอต่อความต้องการของพืชมากหรือน้อยในระดับใด จะบอกเป็นค่ามาตรฐานการจำแนกออกเป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ที่จะนำไปพิจารณาถึงชนิดและอัตราการใส่ปุ๋ย รวมถึงการปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับดินและพืช โดยค่าที่ได้นำมาใช้พิจารณา สำหรับประกอบการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยหลัก ๆ นั้น ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่างของดิน ค่าการนำไฟฟ้าในดิน เนื้อดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ เป็นต้น สำหรับการแนะนำการใช้ปุ๋ยนั้น ได้อ้างอิงข้อมูลจากผลงานทดลองปุ๋ยกับพืชแต่ละชนิดในอดีตและปัจจุบัน เมื่อใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำ จะสามารถเพิ่มผลผลิตพืชให้สูงขึ้นในระดับ 90 เปอร์เซ็นต์ของศักยภาพการให้ผลผลิตสูงสุดของพืช (ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตพืชต้องอยู่ในระดับปกติ) (กรมวิชาการเกษตร, 2552)

ระยะเวลาดำเนินงาน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2557 – เมษายน พ.ศ. 2562
สถานที่ดำเนินงาน กลุ่มงานวิจัยและพัฒนารูปแบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ย กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

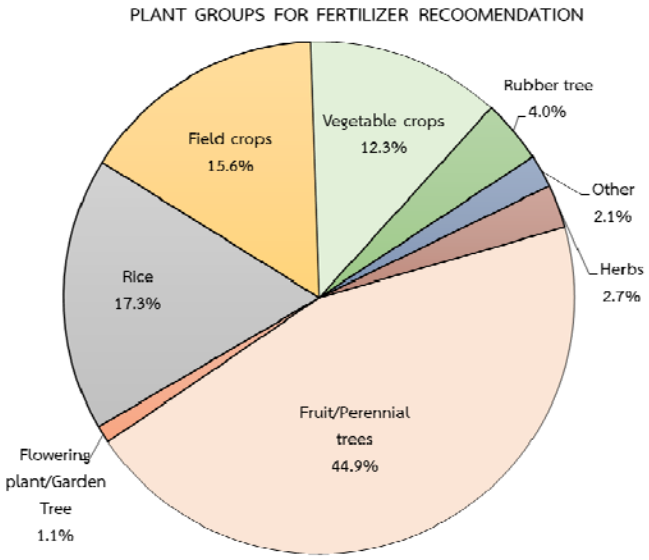
ผลการดำเนินงาน

1. ปริมาณงานบริการให้คำแนะการใช้ปุ๋ย

ผลการดำเนินงานบริการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเพื่อปลูกพืชในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2557-2562) จำนวน 1,985 แปลง มีเกษตรกรส่งตัวอย่างดินทั้งสิ้น 993 ราย พบว่า เกษตรกรจากภาคกลาง ส่งตัวอย่างดินและขอรับบริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยมากที่สุดถึง 939 แปลง คิดเป็น 47.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาเป็น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก ภาคเหนือ และภาคใต้ จำนวน 614 212 163 44 และ 5 แปลง คิดเป็น 31.3 10.7 8.2 2.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Figure 1a) นอกจากนั้นยังพบว่า มีเกษตรกรจำนวน 14 ราย 32 แปลง ขอรับบริการคำแนะนำการจัดการดิน และปุ๋ยในระบบเกษตรอินทรีย์ สำหรับการปลูกพืชผัก สมุนไพร ข้าว และไม้ผล คิดเป็น 1.6 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนแปลงทั้งหมด สำหรับจำนวนตัวอย่างแปลงที่ขอรับบริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ย แบ่งเป็นกลุ่มพืชต่าง ๆ ดังนี้ ไม้ผล-ไม้ยืนต้นมีการให้บริการมากที่สุด ถึง 1,299 แปลง คิดเป็น 44.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ข้าว พืชไร่-พืชทดแทนพลังงาน พืชผัก ยางพารา พืชสมุนไพร ไม้ดอกไม้ประดับ และอื่น ๆ (Figure 1b)



a. Farm distribution in Thailand



b. Distribution of plant groups

Figure 1 Percentage of service on fertilizer recommendation

2. ลักษณะดินแปลงเกษตรกร

ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดินแปลงเกษตรกร สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มพืชหลัก ๆ ได้แก่ ไม้ผล-ไม้ยืนต้น ข้าว พืชไร่-พืชทดแทนพลังงาน และพืชผัก ตามลักษณะความต้องการธาตุอาหารของพืชและเกณฑ์มาตรฐานการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ดังนี้

2.1 ลักษณะดินแปลงเกษตรกร ผู้ปลูกไม้ผลและไม้ยืนต้น

ผลวิเคราะห์ดินแปลงไม้ผล-ไม้ยืนต้น พบว่า ดินมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินทรายร่วน ดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนทราย เป็นต้น ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 2.8-9.5 (กรดจัดมาก-ด่างจัดมาก) ค่าการนำไฟฟ้า (EC,1:5) 0.004-3.876 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.04-9.7 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1-4,025 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 4-3,570 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ดินปลูกไม้ผลมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารที่สัมพันธ์กับปริมาณการใส่ปุ๋ยอย่างต่อเนื่องกันทุกปี ทำให้มีการสะสมอินทรียวัตถุ ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในดิน

2.1.1 ความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกไม้ผลโดยรวม มีค่า pH 5.5-6.5 ตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีจำนวน 459 แปลง คิดเป็น 35 เปอร์เซ็นต์ ที่มีระดับความเป็นกรด-ด่างของดินเหมาะสมต่อการปลูกไม้ผล ส่วนดินที่มีช่วง pH ต่ำกว่า 5.5 จำนวน 504 แปลง หรือ 39 เปอร์เซ็นต์ จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงดินก่อนปลูกพืช โดยการใช้วัสดุปูน เพื่อยกระดับความเป็นกรด-ด่างของดินของดิน ให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช กรณีไม้ผลต้องปรับค่าตามพื้นที่ใต้ทรงพุ่ม โดยใช้ขนาดรัศมีทรงพุ่มเป็นเกณฑ์ในการใส่ปุ๋ยให้กับพืช (Figure 2a)

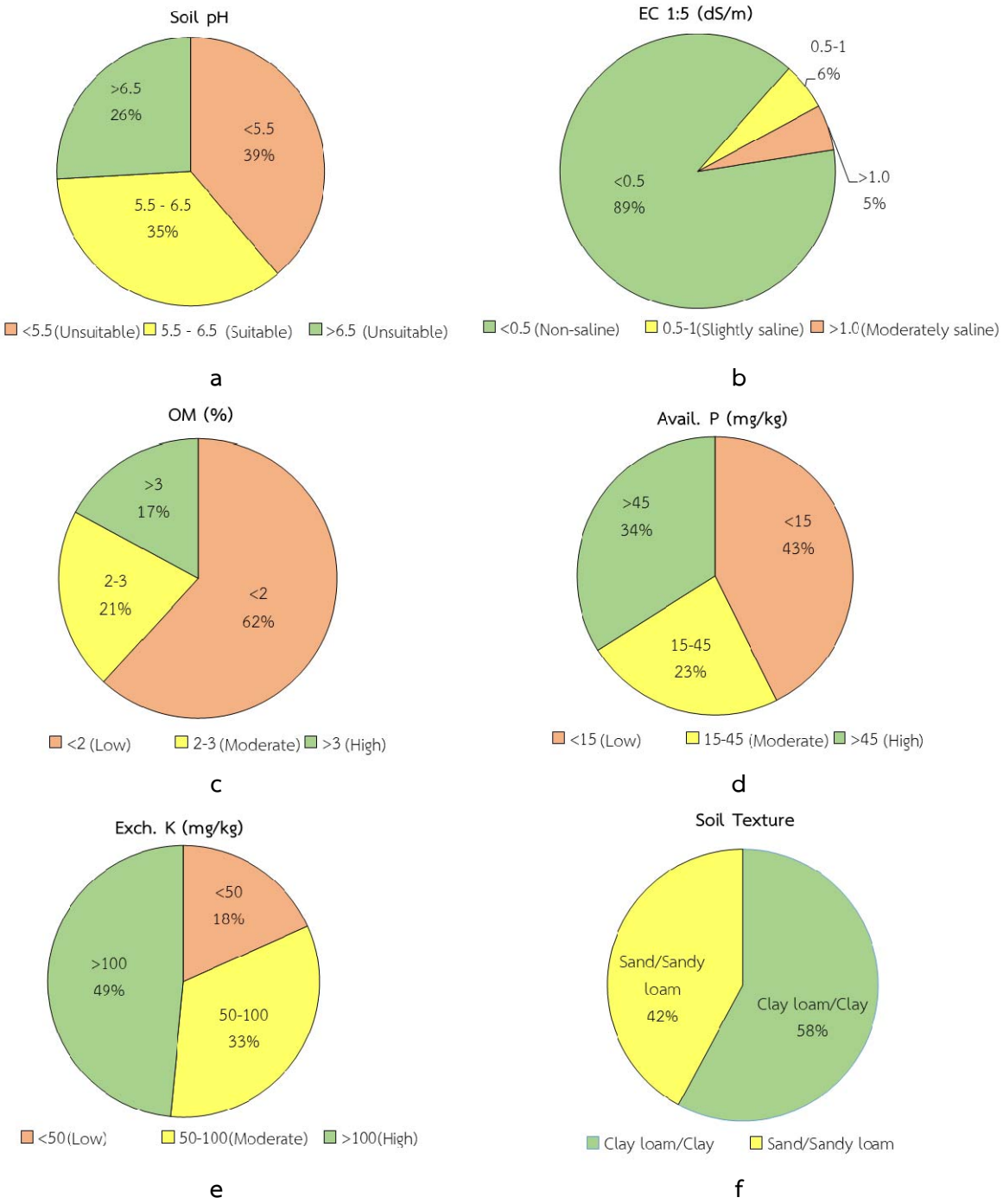


Figure 2 Soil analysis on fruit trees and perennial trees

2.1.2 ค่าการนำไฟฟ้าของดินปลูกไม้ผล พบว่า มีค่าน้อยกว่า 0.5 เดซิซีเมนต่อเมตร ถึง 89 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าไม่ได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินจนเป็นอันตรายแก่พืช (Figure 2b)

2.1.3 อินทรียวัตถุในดินของตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ถึง 803 แปลง หรือ 62 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งดินที่ปลูกไม้ผลควรมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย อัตรา 10-20 กิโลกรัมต่อต้น (Figure 2c) โดยการจัดการปุ๋ยของเกษตรกรผู้ปลูกไม้ผลส่วนใหญ่มีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่หลากหลาย ตั้งแต่อัตรา 200 กรัมต่อต้น ถึง 20 กิโลกรัมต่อต้น

2.1.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินมากกว่า 45 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง 440 แปลง หรือ 34 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตในปริมาณสูงหรือมากเกินกว่าความต้องการของพืชจึงทำให้มีการตกค้างของฟอสฟอรัสในดินสูง ดังนั้นเพื่อรักษาสมดุลของธาตุอาหารในดิน หากจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสเฟต ให้ใส่อัตราต่ำก็เพียงพอ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นในระยะออกดอก ไม้ผลมีความต้องการฟอสฟอรัส เพื่อใช้ในการพัฒนาตาดอก (Figure 2d) แต่โดยทั่วไปพืชมีความต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณน้อยกว่าไนโตรเจน และโพแทสเซียม ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ชนิดของปุ๋ยฟอสเฟตให้เหมาะสม เช่น หินฟอสเฟตใช้รองพื้นก้นหลุมสำหรับการปลูกพืชในดินเปรี้ยว หากดินด่างให้เลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีธาตุฟอสฟอรัสสูง

2.1.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ระยะติดผลและระยะพัฒนาการของผล เป็นระยะที่ไม้ผลต้องการธาตุโพแทสเซียมมากกว่าไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง 629 แปลง หรือ 49 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2e) โพแทสเซียมมีบทบาทในการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลภายในพืช การสังเคราะห์โปรตีน กระบวนการสังเคราะห์แสง ช่วยให้พืชต้านทานต่อโรคแมลง และช่วยในการสร้างเนื้อของผลไม้ทำให้มีคุณภาพดีขึ้น ดังนั้นคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกำหนดให้ใช้ปุ๋ยในระยะที่พืชเริ่มติดผลอ่อน โดยใช้ปุ๋ยที่มีสัดส่วน $N:P_2O_5:K_2O$ เป็น 1:1:2 หรือ 2:2:3 (กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชสวนและไม้ยืนต้น, 2545)

2.1.6 ลักษณะของเนื้อดิน ซึ่งโดยทั่วไปดินที่มีลักษณะเหมาะสมต่อการปลูกไม้ผลเนื้อดินเป็นดินร่วน ดินร่วนเหนียว หรือดินร่วนปนทราย มีการระบายน้ำดี และถ่ายเทอากาศดี นอกจากการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแล้ว หากในบางพื้นที่ไม่มีการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจำเป็นต้องให้ปุ๋ยตามลักษณะเนื้อดิน เนื้อดินมีผลต่ออัตราปุ๋ยที่ใส่ เช่น ทุเรียนในระยะที่ยังไม่ให้ผลผลิต ปลูกในดินร่วนเหนียวและดินเหนียว เนื้อปุ๋ยที่ใส่ อัตรา 100-50-50 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อต้น ส่วนการปลูกในดินทรายและดินร่วนปนทราย อัตรา 150-100-100 กรัม $N-P_2O_5-K_2O$ ต่อต้น สำหรับแปลงเกษตรกรที่ส่งตัวอย่าง พบว่า มีเนื้อดินร่วนเหนียวและดินเหนียวถึง 733 แปลง หรือ 58 เปอร์เซ็นต์ (Figure 2f)

2.2 ลักษณะดินแปลงเกษตรกร ผู้ปลูกข้าว

ผลวิเคราะห์ดินแปลงข้าว พบว่า ดินมีเนื้อดินเป็น ดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินทรายร่วน ดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนทราย เป็นต้น ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 3.6-9.5 (กรดรุนแรงมาก-ด่างจัดมาก) ค่าการนำไฟฟ้า (EC,1:5) 0.008-4.065 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.01-5.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 1-1,043 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 9-1,096 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.2.1 ความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกข้าว เท่ากับ pH 5-7 ตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีจำนวน 325 แปลง (65 เปอร์เซ็นต์) ส่วนดินที่มีช่วง pH ต่ำกว่า 5 จำนวน 123 แปลง (25 เปอร์เซ็นต์) ควรปรับปรุงดินด้วยการใส่วัสดุปูน เช่น ปูนขาว โดโลไมท์ โดยหว่านให้ทั่วแปลงก่อนไถเตรียมดิน (Figure 3a)

2.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC,1:5) ที่เหมาะสม (EC < 0.5 เดซิซีเมนต่อเมตร) จำนวน 458 แปลง (92 เปอร์เซ็นต์) แสดงว่า ไม่ได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินจนเป็นอันตรายแก่พืช (Figure 3b)

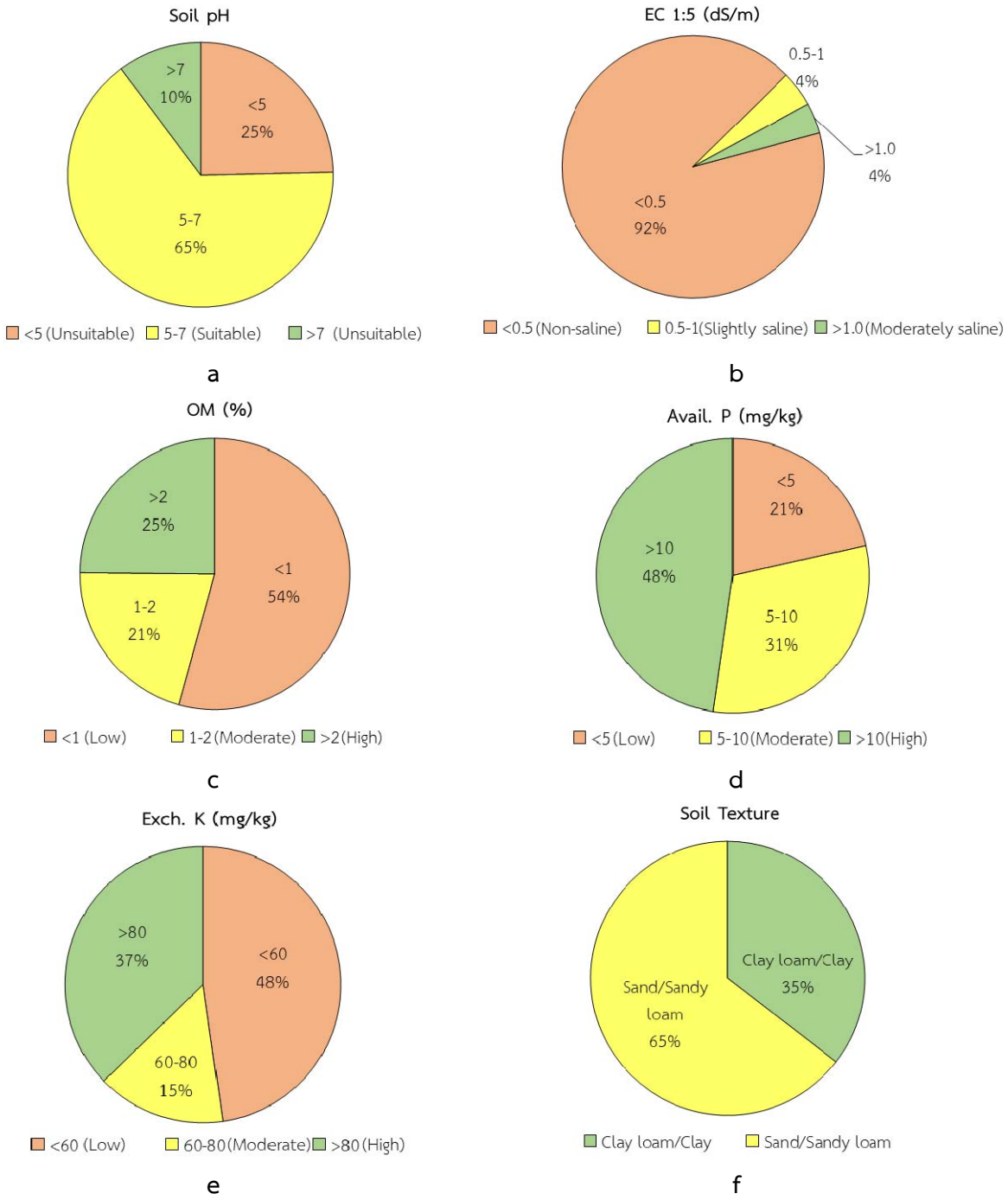


Figure 3 Soil analysis of paddy fields

2.2.3 แปลงข้าวส่วนมากควรมีปริมาณอินทรียวัตถุในดินมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณอินทรียวัตถุในดินอยู่ในระดับที่เหมาะสม (OM > 1 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 228 แปลง (46 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่ต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 271 แปลง (54 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งทำให้ดินมีศักยภาพการดูดยึดธาตุอาหารพืชต่ำ ปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน อาจไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าวได้ ต้องแก้ไขปรับปรุงดินโดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา 500-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ โดยเลือกชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสม เช่น ปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยคอก วัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรม ผสมผสานร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี หรือการไถกลบฟางข้าวเพื่อให้ธาตุอาหารกลับคืนสู่ดิน (Figure 3c) โดยเกษตรกรผู้ปลูกข้าวมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ที่หลากหลาย เช่น ใส่ปุ๋ยคอก มูล

วัว อัตรา 600-1,000 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยหมัก อัตรา 10 ลิตร ต่อน้ำ 800 ลิตร ปุ๋ยชีวภาพ อัตรา 1 ลิตรต่อไร่ และปลูกพืชตระกูลถั่ว เพื่อเป็นปุ๋ยพืชสด เช่น ปอเทือง ถั่วพร้า เป็นต้น

2.2.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง 107 แปลง หรือ 21 เปอร์เซ็นต์ (Figure 3d) จะเห็นว่าระดับดังกล่าวมีปริมาณธาตุฟอสฟรัสไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว เกษตรกรควรเลือกช่วงเวลาและใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมให้กับต้นข้าว คือ ระยะปลูก (ระยะปักดำ) ระยะนี้ข้าวต้องการธาตุอาหารจากดินมาก ควรใส่ปุ๋ยฟอสเฟตทั้งหมดของปริมาณที่แนะนำ

2.2.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง 238 แปลง (48 เปอร์เซ็นต์) จะเห็นว่าระดับดังกล่าวมีปริมาณธาตุโพแทสเซียมไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของข้าว เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยโพแทชทั้งหมดของปริมาณที่แนะนำในระยะปักดำ เพื่อป้องการขาดธาตุโพแทสเซียมและไม่ให้ผลผลิตข้าวลดลง (Figure 3e)

2.2.6 ลักษณะของเนื้อดิน ซึ่งโดยทั่วไปดินที่มีลักษณะเหมาะสมต่อการปลูกข้าวควรมีเนื้อดินเป็นดินเหนียว และดินร่วนเหนียว กักเก็บน้ำได้ดี สำหรับแปลงเกษตรกรที่ส่งตัวอย่าง พบว่า มีเนื้อดินที่เหมาะสม (ดินเหนียวและดินร่วนเหนียว) จำนวน 173 แปลง (35 เปอร์เซ็นต์) และมีดินทรายและดินร่วนปนทราย จำนวน 315 แปลง (65 เปอร์เซ็นต์) ถ้าดินมีปริมาณดินทรายสูงประกอบกับมีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ อาจทำให้ปริมาณธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมไม่เพียงพอ ดังนั้นเกษตรกรควรเลือกใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารครบทุกธาตุ เช่น 16-16-8 หรือ 15-15-15 เป็นต้น นอกจากนั้นในดินทรายธาตุไนโตรเจนเป็นธาตุที่สูญเสียไปกับน้ำและดินได้ง่าย เกษตรกรควรแบ่งใส่ปุ๋ยไนโตรเจนให้เพียงพอกับความต้องการ และเลือกใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียม (ammonium nitrogen) (Figure 3f)

2.3 ลักษณะดินแปลงเกษตรกร ผู้ปลูกพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน

ผลวิเคราะห์ดินแปลงพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน พบว่า ดินมีเนื้อดินเป็น ดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินทรายร่วน ดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนทราย เป็นต้น ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 3.5-8.7 (กรดรุนแรงมาก-ด่างจัด) ค่าการนำไฟฟ้า (EC,1:5) 0.007-1.866 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.2-7.4 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2-1,638 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 12-1,306 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.3.1 ความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน เท่ากับ pH 5.0-7.5 ตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีจำนวน 363 แปลง (80 เปอร์เซ็นต์) ส่วนดินที่มีช่วง pH ต่ำกว่า 5 จำนวน 48 แปลง (11 เปอร์เซ็นต์) ควรปรับปรุงดินด้วยการใส่วัสดุปูน เช่น ปูนขาว โดโลไมท์ โดยหว่านให้ทั่วแปลงก่อนไถเตรียมดิน ส่วนดินที่มีค่า pH มากกว่า 7.5 จำนวน 40 แปลง (9 เปอร์เซ็นต์) เกษตรกรควรเลือกใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) แทนการใช้ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) (Figure 4a)

2.3.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC,1:5) ที่เหมาะสม (EC < 0.5 เดซิซีเมนต่อเมตร) จำนวน 427 แปลง (95 เปอร์เซ็นต์) แสดงว่า ไม่ได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินจนเป็นอันตรายแก่พืช (Figure 4b)

2.3.3 แปลงพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานของตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ถึง 195 แปลง หรือ 43 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมด้วย อัตรา 700 – 1,000 กิโลกรัมต่อไร่ หว่านให้ทั่วพื้นที่แล้วไถกลบก่อนปลูก (Figure 4c) อย่างไรก็ตามการใช้ปุ๋ยอินทรีย์กับพืชไร่นั้น ควรใส่ในปริมาณเท่าที่สามารถจัดหาเองได้ การใส่ในปริมาณมาก ๆ นั้นอาจจะไม่คุ้มทุน เนื่องจากราคาปุ๋ยมูลสัตว์หรือปุ๋ยหมักมีราคาค่อนข้างแพงกว่าปุ๋ยเคมีและราคาผลผลิตพืชไร่ต่าง ๆ นั้นอยู่ในระดับต่ำ

2.3.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินต่ำกว่า 7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง 159 แปลง หรือ 35 เปอร์เซ็นต์ (Figure 3d) เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยที่มีธาตุฟอสฟอรัสรองพื้นพร้อมปลูก เนื่องจากฟอสฟอรัสมีความต้องการในระยะเริ่มแรกมากกว่าระยะอื่น ๆ มีบทบาทในการช่วยเสริมสร้างความอุดมสมบูรณ์ของต้นและเมล็ด (Figure 4d)

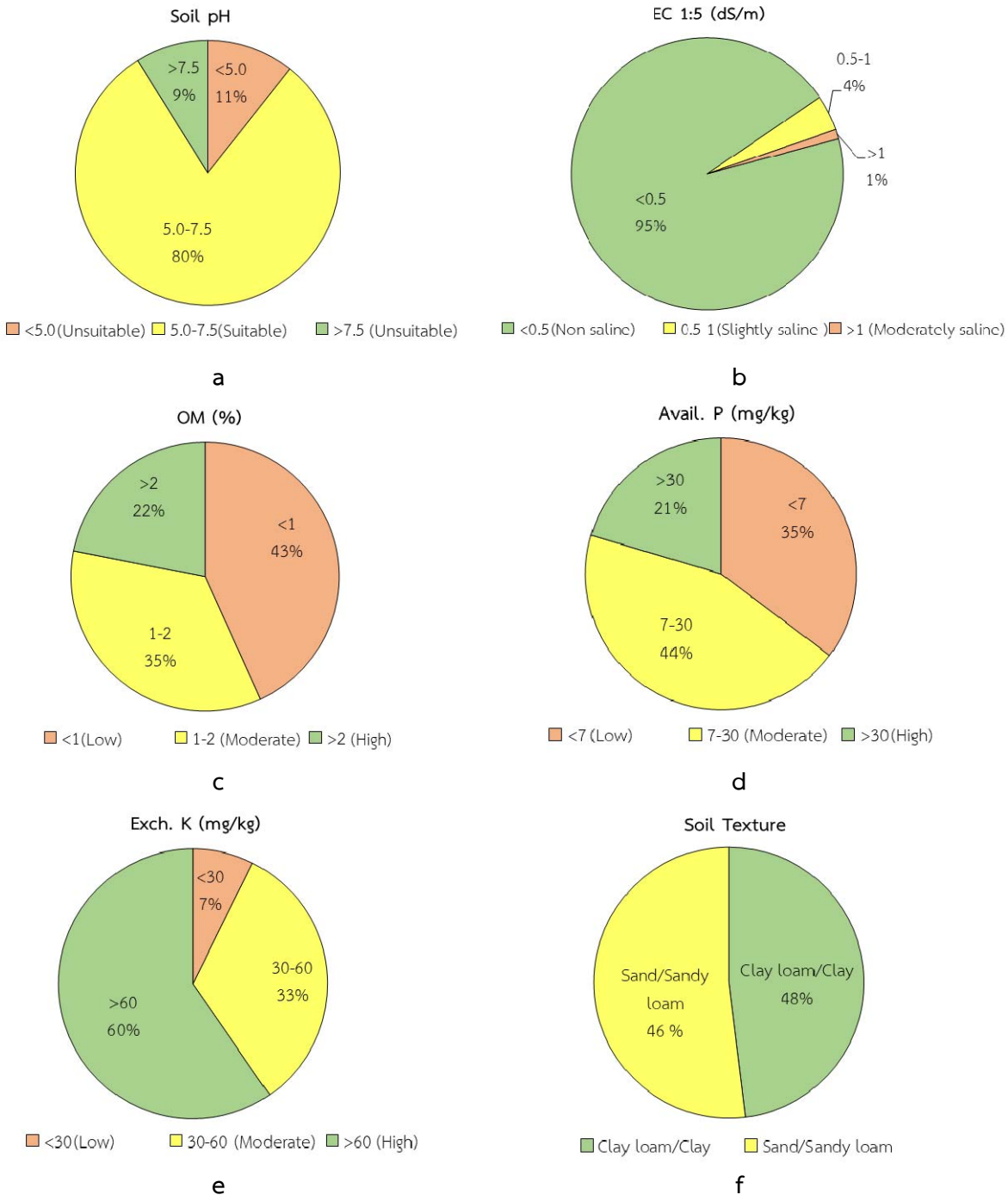


Figure 4 Soil analysis on field crops

2.3.5 ธาตุโพแทสเซียมมีความสำคัญในการสร้างความเจริญเติบโตและความแข็งแรงของลำต้นและการสร้างเมล็ด ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ของตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้มากกว่า 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง 418 แปลง หรือ 93 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่า ดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์มีธาตุโพแทลเซียมอยู่สูง (Figure 4e)

2.3.6 ลักษณะของเนื้อดิน ซึ่งโดยทั่วไปดินที่มีลักษณะเหมาะสมต่อการปลูกพืชไร่และพืชทดแทนพลังงานควรมีเนื้อดินเป็นดินทราย ดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินร่วนเหนียว ถึงดินเหนียว ที่โปร่งร่วนซุย และระบายน้ำดี สำหรับแปลงเกษตรกรที่ส่งตัวอย่าง พบว่า มีเนื้อดินทรายและดินร่วนปนทราย จำนวน 224 แปลง (46 เปอร์เซ็นต์) (Figure 4f)

อย่างไรก็ตามนอกจากพิจารณาเนื้อดินแล้ว การใช้ปุ๋ยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสำหรับพืชไร่ เกษตรกรควรใส่ปุ๋ยเมื่อดินมีความชื้นเหมาะสม แล้วพรวนกลบ

2.4 ลักษณะดินแปลงเกษตรกร ผู้ปลูกพืชผัก

ผลวิเคราะห์ดินแปลงพืชผัก พบว่า ดินมีเนื้อดินเป็น ดินเหนียว ดินเหนียวปนทราย ดินเหนียวปนทรายแป้ง ดินทราย ดินทรายร่วน ดินร่วน ดินร่วนเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนทราย เป็นต้น ความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 3.2-8.8 (กรดรุนแรงมากที่สุด-ด่างจัด) ค่าการนำไฟฟ้า (EC,1:5) 0.009-4.06 เดซิซีเมนต่อเมตร ปริมาณอินทรียวัตถุ 0.08-11.46 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 2-1,978 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 12.5-3,570 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

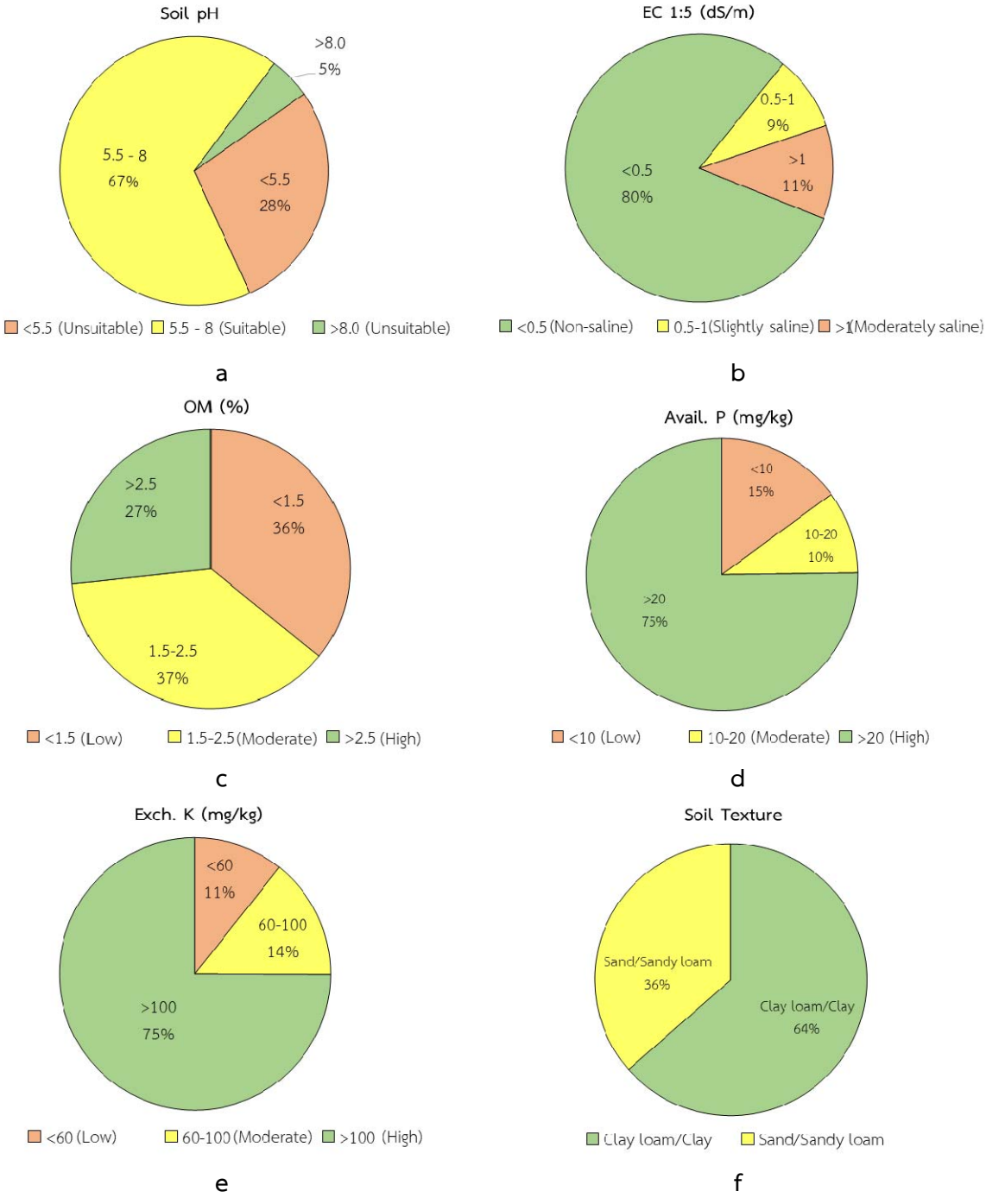


Figure 5 Soil analysis on vegetable crops

2.4.1 ความเป็นกรด-ด่างของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกพืชผัก เท่ากับ pH 5.5-8.0 ตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีจำนวน 238 แปลง (67 เปอร์เซ็นต์) ส่วนดินที่มีช่วง pH ต่ำกว่า 5.5 จำนวน 99 แปลง (28 เปอร์เซ็นต์) ควรปรับปรุงดินด้วยการใส่วัสดุปูน เช่น ปูนขาว โดโลไมท์ โดยหว่านให้ทั่วแปลงก่อนไถเตรียมดิน (Figure 5a)

2.4.2 ค่าการนำไฟฟ้า (EC,1:5) ที่เหมาะสม (EC < 0.5 เดซิซีเมนต่อเมตร) จำนวน 282 แปลง (80 เปอร์เซ็นต์) แสดงว่า ไม่ได้รับผลกระทบจากความเค็มของดินจนเป็นอันตรายแก่พืช (Figure 5b)

2.4.3 แปลงพืชผักและพืชของตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำกว่า 1.5 เปอร์เซ็นต์ถึง 127 แปลง หรือ 36 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจำเป็นต้องมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก หรือปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายดีแล้ว อัตรา 1-2 ตันต่อไร่ ขณะเตรียมดินปลูกใส่ปุ๋ยอินทรีย์ แล้วไถคลุกเคล้ากับดินให้ทั่วก่อนปลูก (Figure 5c)

2.4.4 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณฟอสฟอรัสในดินมากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จำนวน 267 แปลง หรือ 75 เปอร์เซ็นต์ (Figure 5d) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเกษตรกรมักปลูกพืชผักติดต่อกันเกือบตลอดปี และส่วนใหญ่ใช้ปุ๋ยฟอสฟอตมากเกินความจำเป็น ทำให้เกิดการสะสมธาตุฟอสฟอรัสในดินเพิ่มมากขึ้น ซึ่งหากดินมีธาตุฟอสฟอรัสสะสมมากเกินความจำเป็น อาจทำให้ดินนั้นขาดธาตุเหล็ก จึงอาจพบว่า พืชผักบางชนิดที่ปลูกในดินดังกล่าวแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก

2.4.5 ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ตัวอย่างดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์ พบว่า มีปริมาณโพแทสเซียมมากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถึง 266 แปลง หรือ 75 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นว่า ดินที่เกษตรกรส่งมาวิเคราะห์มีธาตุโพแทสเซียมอยู่สูง เช่นเดียวกับธาตุฟอสฟอรัส (Figure 5e) ดังนั้นเกษตรกรควรใช้ปุ๋ยให้ถูกต้องเหมาะสม

2.4.6 ลักษณะของเนื้อดิน ซึ่งโดยทั่วไปดินที่มีลักษณะเหมาะสมต่อการปลูกพืชผัก ควรมีเนื้อดินเป็นดินร่วน ที่มีการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศดี สำหรับแปลงเกษตรกรที่ส่งตัวอย่าง พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวและดินร่วนเหนียว จำนวน 223 แปลง (64 เปอร์เซ็นต์) และดินทรายและดินร่วนปนทราย จำนวน 128 แปลง (36 เปอร์เซ็นต์) (Figure 5f)

3. การให้บริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยและงานวิจัยทางด้านดิน ปุ๋ยกับการผลิตพืช

คำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่ได้จากผลงานวิจัยทั้งในอดีตและปัจจุบัน เป็นผลงานการศึกษาวิจัยกับพืชที่ปลูกในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ กันออกไป งานวิจัยและพัฒนาด้านปัจจัยการผลิตทางการเกษตรโดยเฉพาะทางด้านปุ๋ย ที่กลุ่มงานวิจัยและพัฒนารูปแบบคำแนะนำการใช้ปุ๋ย เป็นผู้รับผิดชอบโดยตรง ได้ดำเนินการโดยอ้างอิงผลงานวิจัยต่าง ๆ เหล่านี้ในการให้คำแนะนำเกี่ยวกับปุ๋ยที่เหมาะสม เพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอกับผลผลิตที่ต้องการและเพื่อให้การใช้ปัจจัยการผลิตเกิดประสิทธิภาพสูงสุด สิ่งจำเป็นที่ต้องนำมาพิจารณาให้การบริการคำแนะนำการใช้ปุ๋ยถูกต้อง คือ ต้องมีความรู้เกี่ยวกับความต้องการของพืชและสมบัติของดินต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช พัฒนางานวิจัยใหม่ ๆ ที่ทันสมัย โดยศึกษาวิจัยกับพืชที่หลากหลายนอกเหนือจากพืชเศรษฐกิจที่สำคัญเท่านั้น เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์พืชจนได้สายพันธุ์ใหม่ ๆ ที่มีการตอบสนองต่อปุ๋ยสูง กอปรกับคุณภาพของดินและสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัดในปัจจุบัน ย่อมมีผลกระทบต่อการปรับตัวของพืชและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน คำแนะนำการใช้ปุ๋ยจากการใช้ผลงานเก่าในอดีตที่ขาดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง อาจไม่สอดคล้องกับความต้องการของพืชได้ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชอย่างยั่งยืน ไม่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรดิน น้ำและสภาพภูมิอากาศ

สรุปผลการดำเนินการและข้อเสนอแนะ

การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินแก่เกษตรกรที่ปลูกพืช สามารถเป็นแนวทางในการลดต้นทุนการผลิต เป็นเครื่องมือช่วยในการวางแผนการจัดการปุ๋ยที่มีประสิทธิภาพได้ แต่ในปัจจุบันยังขาดคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชสำคัญอีกหลายชนิด ทำให้ต้องอ้างอิงคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินจากต่างประเทศ ซึ่งมีลักษณะของดิน พันธุ์พืชและสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างจากประเทศไทย จึงจำเป็นยิ่งต้องมีการศึกษาวิจัยด้านปุ๋ยกับพืชอื่น ๆ เพิ่มเติม

กอปรกับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยบางส่วนที่ใช้ในปัจจุบันค่อนข้างล้าสมัย อาจไม่เหมาะสมกับพันธุ์พืชใหม่ๆ ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์ และอาจไม่เหมาะสมกับสภาพดินในปัจจุบันที่มีการทำการเกษตรอย่างเข้มข้น ซึ่งอาจกระตุ้นให้ศักยภาพการผลิตพืชของดินเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นการศึกษาวิจัยทำให้ได้รับคำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่หลากหลายและเฉพาะเจาะจงกับสภาพของดินในปัจจุบัน และเกษตรกรสามารถนำคำแนะนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจในการผลิตพืชเพื่อลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยเคมี และได้ผลผลิตพืชสูงคุ้มค่ากับการลงทุน นอกจากนี้การให้ความรู้เกี่ยวกับความสำคัญของดิน บทบาทหน้าที่ของปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมี การใช้ปุ๋ยที่ถูกต้องตามความต้องการของพืช เลือกชนิดปุ๋ยที่เหมาะสม รวมถึงอัตรา เวลาและวิธีการใช้ปุ๋ย ซึ่งจะทำให้เกษตรกรสามารถวางแผนการผลิตได้ด้วยตนเอง และมีการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ

ปัญหาและอุปสรรค

1. กรมวิชาการเกษตรยังไม่มีคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับพืชบางชนิด เช่น ไม้ผล (กาแฟ โกโก้ มะขาม มะยงชิด พุทรา พริกไทย มะละกอ ชมพู่) พืชสมุนไพร (ขมิ้น กระชาย กระชายดำ ขิง ข่า บัวบก ฟักข้าว) พืชพื้นเมือง (มะหลอด ใบแกง หมามุ่ย) พืชผัก (ตะไคร้ แตงโม แตงกวา เมล่อน) ต้องพึ่งพางานวิจัยจากต่างประเทศ

2. ในกระบวนการให้บริการ ยังขาดขั้นตอนติดตามผลการให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับเกษตรกร จึงทำให้ไม่สามารถประเมินความพึงพอใจของเกษตรกรได้ รวมทั้งไม่สามารถได้ข้อมูลผลสำเร็จจากการนำคำแนะนำดังกล่าวไปใช้ประโยชน์

3. ไม่สามารถควบคุมขั้นตอนการเก็บตัวอย่างดินของเกษตรกร รวมทั้งรายละเอียดการจัดการแปลงของเกษตรกร ซึ่งหากวิธีการเก็บตัวอย่างดินไม่ถูกต้อง ทำให้ไม่ได้ตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ ส่งผลให้การให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยผิดพลาดได้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชสวนและไม้ยืนต้น. 2545. *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยพืชสวนอย่างมีประสิทธิภาพ*. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชสวนและไม้ยืนต้น กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 66 หน้า.

กรมวิชาการเกษตร. 2552. *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.* กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 122 หน้า

กรมพัฒนาที่ดิน. 2558. *สถานภาพทรัพยากรดินและที่ดินของประเทศไทย.* กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 304 หน้า

สมฤทัย ตันเจริญ ศุภกาญจน์ ล้วนมณี สมควร คล้องช้าง ชัชธนพร เกื้อหนุน รมิดา ขันตรีกรม และปิยะนันท์ วิวัฒน์วิทยา. 2561. การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. หน้า 105-119. *ใน: เอกสารประกอบการฝึกอบรม หลักสูตร การใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการผลิตพืชเศรษฐกิจและการจัดการธาตุอาหารพืชในการผลิตพืชอินทรีย์.* วันที่ 6 – 8 มีนาคม พ.ศ. 2561. ณ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2561. *สารสนเทศเศรษฐกิจการเกษตรรายสินค้า.* สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 99 หน้า

Gina A. S., R. Rosliani, R.S. Basuki, L. Liferdi and M.P. Yufdy. 2015. *Correlation of plant nutrients uptake with shallot production in alluvial soils.* AAB Bioflux. 7(2): 127 – 137.

Hedge, D. M. 1997. *Nutrient requirements of solanceous vegetable crops*. ExtensionBulletin ASPAC, Food and Fertilizer Technology Center, No. 441, p. 9.(9)

Shashidhar T.R., P.R. Dharmatti, M.L. Chavan and I.M. Mannikeri. 2005. *Nutrient uptake and yield of garlic with different organic manures*. The Karnataka J. Hort. 1(4): 98-101.

โปรแกรมการทดสอบความชำนาญเพื่อการพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมีสู่มาตรฐานสากล

Proficiency Testing Program for Potential Development of Chemical Fertilizer Laboratory to International Standard

จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์ สงกรานต์ มะลิสอน ญาณธิชา จิตต์สะอาด สุภา โพธิจันทร์ ชฎาพร คงนาม
พงศ์พิศ แก้วสุข ศุภากร ดวนใหญ่ รัตนาภรณ์ คชวงศ์ นันทกานต์ ขุนโหร พจมาลย์ ภู่สาร
จิตติรัตน์ ชูชาติ กัญฐณา คล้ายแก้ว วรรณรัตน์ ชุติบุตร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Role of analytical services laboratory has been changed to supervise private laboratories under Notification of Ministry of Agriculture cooperatives Re: Determination fertilizer analysis laboratory section 36 (11) and section 36/2 (10) under fertilizer act B.E. 2518 amended by fertilizer act (no.2) B.E. 2550 B.E. 2554. Agricultural chemistry research group initially conducted the proficiency testing program to establish the standardization of laboratory. In addition, this program was also corresponsed with ISO/IEC 17025 requiring the external quality assurance. Nowadays, participants of chemical fertilizer proficiency testing program were continuously increased. Test samples were elaborately prepared to ensure that samples were adequately homogeneous and stable before distributing to participants. z-score was applied to evaluate the performance of participants. The results showed that participant received acceptable result ranging from 79 – 96% in analysis of ammonium nitrogen, 65 – 97%, 70 – 100%, 53 – 92%, 80 – 97%, 45 – 87%, 71 – 92%, and 51-88% in analysis of total nitrogen, of total phosphorus as P_2O_5 and water soluble potassium as K_2O, pH, calcium oxide, magnesium oxide and total sulphur, respectively. In 2560 B.E., the quality system was established according to ISO/IEC 17043: 2010 including personnel training, key personnel nominating and appling for ISO / IEC 17043: 2010 certification which finally had been certified on 4 January 2562 B.E. From this quality system to the quality development of chemical fertilizer laboratory, the assigned values and standard deviations for proficiency assessment from the previous round laboratory proficiency testing program were statistically applied to determine the target standard deviation (% RSD_{pool}). The results showed that % RSDpool of ammonium nitrogen, total nitrogen, total phosphorus as P_2O_5, water soluble potassium as K_2O were accordance with the standard criteria, pH, calcium oxide, magnesium oxide and total sulphur were 2.39, 2.62, 2.64, 2.92, 3.94, 9.08, 9.32 and 7.17, respectively. The target standard deviations (% RSD_{pool}) are futher appropriately used as criteria for determining the standard deviations for proficiency assessment of chemical fertilizer laboratory in Thailand.

Key word: proficiency testing, chemical fertilizer laboratory, target standard deviation

บทคัดย่อ

จากการปรับเปลี่ยนบทบาทให้บริการตรวจวิเคราะห์สู่การกำกับดูแลห้องปฏิบัติการที่ขอรับการกำหนดเป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามมาตรา 36 (11) และมาตรา 36/2 (10) แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2554 กลุ่มวิจัยเกษตรเคมีจึงได้เริ่มดำเนินการจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ เพื่อสร้างมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และยังสอดคล้องตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ซึ่งกำหนดให้ห้องปฏิบัติการต้องมีระบบประกันคุณภาพจากภายนอก ปัจจุบัน มีจำนวนผู้สมัครเข้าร่วมโปรแกรมที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง การจัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญต้องใช้ตัวอย่างทดสอบที่ผ่านการพิสูจน์ว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความเสถียรเพียงพอ ก่อนการจัดส่งให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรม การประเมินผู้ข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญโดยใช้ค่ามาตรฐาน z-score พบว่า มีผลการวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับ ตั้งแต่ ร้อยละ 79 – 96 ในรายการแอมโมเนียมไนโตรเจน ร้อยละ 65 – 97 ในรายการไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 70 – 100 ในรายการฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และร้อยละ 53 – 92 ในรายการโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ร้อยละ 80 – 97 ในรายการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละ 45 – 87 ในรายการแคลเซียมออกไซด์ ร้อยละ 71 – 92 ในรายการแมกนีเซียมออกไซด์ และร้อยละ 51 – 88 ในรายการกำมะถันทั้งหมด ในปี 2560 ผู้จัดโปรแกรมฯ ได้จัดทำระบบคุณภาพเพื่อขอการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 โดยการเตรียมความพร้อมด้านการฝึกอบรมบุคลากร การแต่งตั้งบุคลากรตำแหน่งสำคัญในระบบคุณภาพ และยื่นขอรับรองจนได้รับการรับรองความสามารถ เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2562 จากระบบคุณภาพดังกล่าว นำมาซึ่งการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี โดยผู้จัดโปรแกรมฯ ได้ นำข้อมูลทางสถิติของค่ากำหนดและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมา เพื่อหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายโดยการคำนวณ $\%RSD_{pool}$ ของรายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) พบว่า เท่ากับ 2.39%, 2.62%, 2.64% และ 2.92% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ตามวิธีมาตรฐาน รายการทดสอบความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 3.94% รายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 9.08%, 9.32% และ 7.17% ตามลำดับ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์สำหรับกำหนดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมิน ให้เหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีของประเทศไทย

คำสำคัญ: การทดสอบความชำนาญ, ห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย

คำนำ

จากมติคณะรัฐมนตรีเห็นชอบให้ถ่ายโอนภารกิจด้านการตรวจสอบและรับรองคุณภาพมาตรฐานให้กับห้องปฏิบัติการเอกชน กลุ่มวิจัยเกษตรเคมีจึงต้องปรับเปลี่ยนบทบาทการให้บริการตรวจวิเคราะห์สู่การกำกับดูแลห้องปฏิบัติการที่ขอรับการกำหนดเป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามมาตรา 36 (11) และมาตรา 36/2 (10) แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2554 ซึ่งกำหนดให้ต้องจัดให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญหรือเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ หรือทดสอบตัวอย่างเทียบผล (Check sample) กับกรมวิชาการเกษตร อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง นอกจากนี้ ยังสอดคล้องตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 กำหนดให้ห้องปฏิบัติการต้องเฝ้าระวังความสามารถ ในการทดสอบของห้องปฏิบัติการ หรือมีการประกันคุณภาพห้องปฏิบัติการจากภายนอก โดยการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญหรือการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการเพื่อให้ผลทดสอบเป็นที่ยอมรับ และผู้ขอรับบริการเกิดความเชื่อมั่นในผลการทดสอบที่ได้รับ

แต่อย่างไรก็ตาม ประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานใด ทำหน้าที่เป็นผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญด้านปุ๋ยเคมี กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรในฐานะที่เป็นหน่วยงานให้บริการ และตรวจวิเคราะห์เพื่อควบคุมคุณภาพปุ๋ยเคมีที่นำเข้า หรือจำหน่ายในประเทศไทย ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 จึงได้เริ่มดำเนินการจัดโปรแกรมฯ ดังกล่าวขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 จนถึงปัจจุบัน รวมทั้งสิ้น 11 ครั้ง โดยในปี พ.ศ. 2550 – 2556 เริ่มจัดโปรแกรมฯ ในรายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ต่อมาในปี พ.ศ. 2557 ได้ขยายขอบข่ายการให้บริการทดสอบความชำนาญด้านกายภาพ ในรายการทดสอบ ความเป็นกรด – ด่าง และ ในปี พ.ศ. 2558 เพิ่มขอบข่ายการทดสอบความชำนาญในกลุ่มของธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมี ประกอบด้วย รายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด ตามลำดับ

การเริ่มดำเนินการเป็นผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่การจัดการตัวอย่าง ประสานผู้เข้าร่วมโปรแกรม พร้อมทั้งประเมินสมรรถนะของผู้เข้าร่วมโปรแกรม ดำเนินงานภายใต้มาตรฐานสากล ISO/IEC 17043 ซึ่งเป็นข้อกำหนดว่าด้วยการรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วยข้อกำหนดทางระบบบริหาร 15 ข้อ และข้อกำหนดทางวิชาการ 10 ข้อ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรมมีความมั่นใจในการจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ และเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ซึ่งใช้ผลการเข้าร่วมโปรแกรมฯ ในการประเมินให้การรับรอง ดังนั้น เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้จัดโปรแกรมฯ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี โดยกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ จึงได้วางแผน และจัดทำระบบคุณภาพเพื่อให้ได้การรับรองจากหน่วยรับรอง ทำให้โปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ได้รับความน่าเชื่อถือ ผลการประเมินมีคุณภาพ โปร่งใส และเป็นกลาง และได้รับการยอมรับในระดับสากล ซึ่งนอกจากมาตรฐาน ISO/IEC 17043 แล้ว ผู้จัดยังต้องนำมาตรฐาน ISO 13528:2015 - Statistical methods for use in proficiency testing by inter-laboratory comparisons ซึ่งเป็นมาตรฐานในการประเมินทางสถิติ โดยเริ่มตั้งแต่การจัดเตรียมตัวอย่างทดสอบที่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน และเสถียรเพียงพอที่จะใช้เป็นตัวอย่างทดสอบ และการหาค่ากำหนดและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินที่เหมาะสม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ดังนั้น กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี โดยกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ จึงจำเป็นต้องพัฒนารูปแบบ และเกณฑ์การประเมินความชำนาญที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีของประเทศไทยสู่มาตรฐานสากล

วิธีดำเนินการ

วิธีการ

1. การจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ (พ.ศ. 2550 – 2561)

1.1 การเชิญผู้เข้าสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ

ประชาสัมพันธ์แผนโปรแกรมทดสอบความชำนาญ และจัดส่งใบสมัครให้กับห้องปฏิบัติการ ทั้งภาคราชการ มหาวิทยาลัย และภาคเอกชน เมื่อห้องปฏิบัติการต่างๆ ส่งผู้สมัครเข้าร่วมโปรแกรมคณะผู้จัดโปรแกรมฯ ตอบรับยืนยันการเข้าร่วมโปรแกรม รวมทั้งกำหนดหมายเลขรหัสผู้เข้าร่วมโปรแกรมโดยใช้ตารางเลขสุ่ม ทั้งนี้ ข้อมูลของผู้เข้าร่วมโปรแกรม และหมายเลขรหัสของผู้เข้าร่วมโปรแกรม จะถูกเก็บรักษาเป็นความลับ

1.2 การจัดเตรียมตัวอย่างทดสอบ

จัดหาตัวอย่างปุ๋ยเคมีประมาณ 5 กิโลกรัม โดยเป็นสูตรปุ๋ยที่เกษตรกรนิยมใช้และมีขายอยู่ในท้องตลาด จัดเตรียมโดยนำตัวอย่างปุ๋ยเคมีมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำไปบดด้วยเครื่องบดปุ๋ยให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.42 มิลลิเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2551) คลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้ง แบ่งตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ผ่านการบดละเอียด และผสมคลุกเคล้าเข้ากันเป็นอย่างดีแบ่งบรรจุใส่ขวดบรรจุตัวอย่าง

1.3 รายการวิเคราะห์และรูปแบบการรายงานผล

ผู้เข้าร่วมโปรแกรมทำการวิเคราะห์ตัวอย่างจำนวน 2 ซ้ำ ตามรายการวิเคราะห์ที่แจ้งความจำนงไว้ และรายงานผลการวิเคราะห์ตามรูปแบบที่กำหนดให้พร้อมบันทึกสภาพโดยทั่วไปของตัวอย่างที่ได้รับ และวิธีที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งเป็นวิธีที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้ทดสอบอยู่เป็นประจำ และส่งผลวิเคราะห์กลับมายังกลุ่มวิจัยเกษตรเคมีภายในระยะเวลาที่กำหนด

1.4 รายงานสรุปผลโปรแกรมทดสอบความชำนาญ

ผู้จัดฯ จัดทำรายงานสรุปผลการประเมินความชำนาญของผู้เข้าร่วมโปรแกรม โดยใช้คะแนนมาตรฐาน (z-score) โดยเกณฑ์การประเมินค่า Z-score กำหนดให้

$\|z\| \leq 2$	แสดงว่า	ผลการวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับ (Acceptable result)
$2 < \|z\| < 3$	แสดงว่า	ผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องเฝ้าระวัง (Questionable result)
$\|z\| \geq 3$	แสดงว่า	ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นที่ยอมรับ (Unacceptable result)

และจัดส่งรายงานสรุปผลการประเมินความชำนาญกลับไปยังผู้เข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญระหว่างห้องปฏิบัติการตามระยะเวลาที่กำหนด

2. การขอการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 (พ.ศ. 2560 - 2561)

2.1 การเตรียมความพร้อมของผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ในเรื่องของบุคลากร เครื่องมืออุปกรณ์ในเตรียมตัวอย่าง จัดหาห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถในการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเสถียร และให้ค่ากำหนด จัดทำเอกสารคู่มือคุณภาพ ขั้นตอนการดำเนินงาน วิธีปฏิบัติงาน และแบบฟอร์มที่เกี่ยวข้องในระบบคุณภาพ

2.2 การดำเนินการตามระบบคุณภาพ ประกอบด้วย การแต่งตั้งที่ปรึกษาทางวิชาการ และทางสถิติ การวางแผนการจัดโปรแกรมฯ การดำเนินการจัดโปรแกรม การควบคุมบันทึกและการรักษาความลับของผู้เข้าร่วมโปรแกรม การตรวจติดตามคุณภาพภายใน และการทบทวนระบบบริหาร

2.3 การยื่นขอการรับรองความสามารถการเป็นผู้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญฯ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043 โดยหน่วยรับรองเข้าตรวจเบื้องต้น (pre-visit) เพื่อประเมินความพร้อม และความสามารถของผู้จัดโปรแกรมฯ และตรวจประเมินจริง (on-site assessment) และแจ้งข้อบกพร่อง เพื่อให้ผู้จัดโปรแกรมฯ แก้ไขเพื่อให้สอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010

3. การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ภายในมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 และ ISO 13528 เพื่อพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีสู่มาตรฐานสากล (พ.ศ. 2562 – ปัจจุบัน)

3.1 การพัฒนารูปแบบการจัดโปรแแกรมการทดสอบความชำนาญ โดยการอนุมัติแผนการจัดโปรแกรมฯ การประเมินทางสถิติจากที่ปรึกษาทางวิชาการและทางสถิติ การพัฒนาหาเกณฑ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย ($\%RSD_{pool}$) ที่เหมาะสม สำหรับใช้เป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโปรแกรมในการประเมินความชำนาญของห้องปฏิบัติการ โดยรวบรวมข้อมูลในการประเมินผู้เข้าร่วมโปรแกรมระหว่างปี 2550 – 2561 หรือตั้งแต่เริ่มดำเนินโปรแกรมในรายการทดสอบนั้น คำนวณได้จากสมการดังนี้

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%Relative Standard Diviation; %RSD) ของห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่เข้าร่วมโปรแกรม ตามสมการ (1)

$$\%RSD = \frac{\sigma_{pt} \times 100}{\text{Assinged Value}} \quad (1)$$

เมื่อ Assinged Value คือ ค่ากำหนด

σ_{pt} คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโปรแกรมฯ

คำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายโดยวิธี pooled SD ตามสมการ (2)

$$RSD_{pool} = \sqrt{\left(\frac{(n_1 - 1) \times RSD_1^2 + (n_2 - 1) \times RSD_2^2 + \ldots..}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + \ldots..} \right)} \quad (2)$$

เมื่อ n คือ จำนวนผู้เข้าร่วมโปรแกรม

ระยะเวลาดำเนินการ

ปี 2550 – 2562

สถานที่ทำการทดลอง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ

1.1 จำนวนผู้เข้าสมัครเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ

โปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี ประกอบด้วยรายการทดสอบ แอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ความเป็นกรด-ด่าง แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด โดยมีผู้สมัครเข้าร่วมโปรแกรมฯ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจาก 19 รายในปี พ.ศ. 2550 และสูงสุด 56 รายในปี พ.ศ. 2558 และจากการที่คณะผู้จัดฯ ได้เตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17043 จึงสงวนสิทธิ์การเข้าร่วมโปรแกรมฯ ให้ห้องปฏิบัติการละไม่เกิน 2 ราย จึงทำให้มีจำนวนผู้เข้าร่วมโปรแกรมลดลงเหลือ 45 ราย (Table 1) จากนั้น ผู้จัดฯ ได้เพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์การจัดโปรแกรม ทำให้มีผู้สมัครเข้าร่วมโปรแกรมเพิ่มขึ้นเป็น 55 และ 57 รายในปี พ.ศ. 2560 – 2561 ตามลำดับ

Table 1 Number of participants in chemical fertilizer proficiecncy program from 2550 B.E. – 2560 B.E.

Year (B.E.)	Number of participant
2550	19
2552	25
2553	33
2554	32
2555	42
2556	48
2557	49
2558	56
2559	45
2560	55
2561	57

1.2 ตัวอย่างทดสอบ

ตัวอย่างทดสอบที่ใช้ในโปรแกรมต้องผ่านการพิสูจน์ว่า ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความเสถียรเพียงพอ ก่อนการจัดส่งให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรม โดยการนำผลการทดสอบทางเคมีในรายการทดสอบต่างๆ มาประเมินทางสถิติ ซึ่งมีเกณฑ์กำหนดคือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างตัวอย่าง (Ss) ของการวิเคราะห์ ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 เท่าของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโปรแกรมฯ ($\leq 0.3\sigma$pt) ในทุกรายการทดสอบ จึงสามารถสรุปได้ว่าตัวอย่างปุ๋ยที่จัดเตรียมขึ้นมีความเป็นเนื้อเดียวกันเหมาะสม ที่จะใช้เป็นตัวอย่างทดสอบในโปรแกรมการทดสอบ ความชำนาญห้องปฏิบัติการ

และในการพิสูจน์ความเสถียรของตัวอย่างทดสอบ ต้องทำในช่วงระยะเวลาที่ปิดรับผลการทดสอบจากผู้เข้าร่วมโปรแกรม จากการประเมินความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากการพิสูจน์ความเสถียรของตัวอย่าง กับค่าเฉลี่ยที่ได้จากการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกัน พบว่า มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 เท่า ของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโปรแกรมฯ ($\leq 0.3\sigma$pt) ในทุกรายการทดสอบ สรุปได้ว่าตัวอย่างทดสอบมีความเสถียรเพียงพอเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวอย่างทดสอบ

1.3 การประเมินผลผู้ข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญ

ประเมินสมรรถนะผู้เข้าร่วมโปรแกรม โดยใช้ค่ามาตรฐาน z-score พบว่า ผู้เข้าโปรแกรมส่วนใหญ่มีผลการวิเคราะห์เป็นน่าพอใจ (z-score$\leq$2) ตั้งแต่ร้อยละ 79 – 96 ในรายการแอมโมเนียมไนโตรเจน ร้อยละ 65 – 97 ในรายการไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 70 – 100 ในรายการฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และร้อยละ 53 – 92 ในรายการโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ตามลำดับ (Table 2) ร้อยละ 80 – 97 ในรายการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละ 45 – 87 ในรายการแคลเซียมออกไซด์ ร้อยละ 71 – 92 ในรายการแมกนีเซียมออกไซด์ และร้อยละ 51 – 88 ในรายการกำมะถันทั้งหมด ตามลำดับ (Table 3)

Table 2 Evaluation of laboratory performance in ammonium nitrogen, total nitrogen, total phosphorus as P_2O_5, and water soluble potassium as K_2O

Year	Ammonium nitrogen			Total nitrogen			Total phosphorus as P_2O_5			Water soluble potassium as K_2O		
	| z | ≤ 2	2< | z | < 3	| z | ≥3	| z | ≤ 2	2< | z | < 3	| z | ≥3	| z | ≤ 2	2< | z | < 3	| z | ≥3	| z | ≤ 2	2< | z | < 3	| z | ≥3
2550	15(78.95)	3(15.79)	1(5.26)	-	-	-	17(89.47)	1(5.26)	1(5.26)	10(52.63)	4(21.5)	5(26.32)
2552	-	-	-	24(96)	1(4)	0(0)	25(100)	0(0)	0(0)	20(80)	3(12)	2(8)
2553	23(96)	1(4)	0(0)	31(97)	0(0)	1(3)	28(88)	1(3)	3(9)	27(84)	1(3)	4(13)
2554	29(91)	2(4)	3(5.5)	20(65)	5(16)	6(19)	26(84)	1(3)	4(13)	23(74)	2(6)	6(19)
2555	27(77)	5(14)	3(9)	34(85)	4(10)	2(5)	32(78)	3(7)	6(15)	28(70)	4(10)	8(20)
2556	39(95)	1(2.5)	1(2.5)	33(69)	3(6)	12(25)	35(72)	7(14)	7(14)	33(70)	5(11)	9(19)
2557	38(90)	3(7)	1(3)	41(86)	3(6)	4(8)	41(87)	1(2)	5(11)	35(74)	4(9)	8(17)
2558	38(79)	0(0)	10(21)	43(84)	1(2)	7(14)	43(86)	1(2)	6(12)	44(92)	3(6)	1(2)
2559	32(86.5)	0(0)	5(13.5)	36(87.8)	1(2.4)	4(9.8)	34(85)	0(0)	6(15)	33(84.6)	1(2.6)	5(12.8)
2560	36(90)	0(0)	4(10)	35(72.9)	0(0)	13(27.1)	33(70.2)	5(10.6)	9(19.1)	38(82.6)	4(8.7)	4(8.7)
2561	31(88.6)	1(2.8)	3(8.6)	43(91.5)	1(2.1)	3(6.4)	36(75)	4(8.3)	8(16.7)	39(84.8)	3(6.5)	4(8.7)

Table 3 Evaluation of laboratory performance in pH, calcium oxide, magnesium oxide and total sulphur

Year	pH			Calcium oxide			Magnesium oxide			Total sulphur		
	| z | ≤ 2	2< | z | < 3	| z | ≥3	| z | ≤ 2	2< | z | < 3	| z | ≥3	| z | ≤ 2	2< | z | < 3	| z | ≥3	| z | ≤ 2	2< | z | < 3	| z | ≥3
2557	32(89)	3(8)	1(3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2558	38(97)	1(3)	0(0)	15(68)	1(5)	6(27)	20(87)	1(4)	2(9)	15(75)	1(5)	4(20)
2559	32(88.8)	2(5.6)	2(5.6)	23(85.2)	3(11.1)	1(3.7)	24(92.3)	0(0)	2(7.7)	22(88)	0(0)	3(12.0)
2560	40(93)	2(4.7)	1(2.3)	33(86.8)	3(7.9)	2(5.3)	30(79)	4(10.5)	4(10.5)	24(66.6)	1(2.8)	11(30.6)
2561	36(80.0)	4(8.9)	5(11.1)	19(45.2)	9(21.5)	14(33.3)	30(71.4)	4(9.5)	8(19.1)	19(51.4)	7(18.9)	11(29.7)

2. การขอการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010

2.1 ความพร้อมของผู้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญ

จากการสำรวจความพร้อมของบุคลากรในระบบคุณภาพ พบว่า ยังไม่เคยได้รับการฝึกอบรมข้อกำหนด ISO/IEC 17043 จึงได้ส่งบุคลากรเข้ารับฝึกอบรม จำนวน 3 คน และจัดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้สถิติสำหรับผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ เตรียมความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์ในเตรียมตัวอย่าง คัดเลือกและประเมินห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถในการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเสถียร และให้ค่ากำหนด โดยต้องเป็นห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 จากผลการดำเนินการ จึงได้กำหนดและจัดทำโปรแกรมทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี ในรายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ความเป็นกรด-ด่าง แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด จำนวน 1 แผน โดยมีความถี่ในการจัดโปรแกรม 1 รอบต่อปี

2.2 การดำเนินการตามระบบคุณภาพ

โดยแต่งตั้งบุคลากรเพื่อทำหน้าที่สำคัญในระบบคุณภาพ ได้แก่ ผู้จัดการคุณภาพ ผู้จัดการวิชาการ ผู้ประสานและเจ้าหน้าที่ควบคุมเอกสาร เป็นต้น และแต่งตั้งที่ปรึกษาทางวิชาการ และทางสถิติ ซึ่งเป็นบุคลากรที่มีความรู้ และเชี่ยวชาญทางด้านการเตรียมตัวอย่าง และวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีในรายการทดสอบดังกล่าว รวมไปถึงความรู้ทางสถิติที่ใช้ในการจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ มีการจัดทำเอกสารคุณภาพและเริ่มประกาศใช้ เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2560 ขั้นตอนการปฏิบัติงานทางด้านระบบคุณภาพ จำนวน 15 ข้อ ประกอบด้วย องค์การ ระบบบริหารงาน การควบคุมเอกสาร การทบทวนคำขอ ข้อเสนอ และข้อสัญญา การจ้างเหมาช่วงงานทดสอบ การจัดซื้อสินค้าและบริการ การให้บริการลูกค้า ข้อร้องเรียนและอุทธรณ์ การควบคุมงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด การปรับปรุง การปฏิบัติการแก้ไข การปฏิบัติการป้องกัน การควบคุมบันทึก การตรวจติดตามคุณภาพภายใน การทบทวนการบริหาร และทางด้านวิชาการ จำนวน 10 ข้อ ประกอบด้วย ข้อกำหนดทั่วไป บุคลากร เครื่องมือ สิ่งอำนวยความสะดวกและภาวะแวดล้อม การออกแบบโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ การเลือกวิธีทดสอบหรือขั้นตอนการดำเนินงาน การดำเนินโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ การวิเคราะห์ข้อมูล และประเมินความชำนาญของผู้เข้าร่วมโปรแกรม รายงาน การสื่อสารกับผู้เข้าร่วมโปรแกรม การรักษาความลับ และจัดให้มีการตรวจติดตามคุณภาพภายใน เมื่อวันที่ 3- 5 มกราคม 2561 โดยคณะผู้ตรวจติดตามฯ พบข้อบกพร่อง จำนวน 6 ข้อ และข้อสังเกต จำนวน 4 ข้อ ด้านระบบคุณภาพ จำนวน 4 ข้อ และด้านวิชาการ จำนวน 6 ข้อ ดำเนินการแก้ไขแล้วเสร็จเมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2561

หลังจากนั้น จัดให้มีการประชุมทบทวนระบบบริหารคุณภาพ ในวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2561 โดยมีผู้จัดการคุณภาพเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดประชุม มีผู้บริหารสูงสุดของระบบคุณภาพเป็นประธานการประชุม โดยมีวาระการประชุมครอบคลุมการพิจารณาความเหมาะสมของนโยบายและขั้นตอนการปฏิบัติงาน ผลการตรวจติดตามคุณภาพภายใน การปฏิบัติการแก้ไข การป้องกัน การปรับปรุงระบบคุณภาพ รวมไปถึงการอนุมัติแผนและสถิติที่ใช้ในการจัดทำแผนโปรแกรมการทดสอบความชำนาญในปีงบประมาณต่อไป

2.3 การยื่นขอการรับรองความสามารถการเป็นผู้จัดโปรแกรมทดสอบความชำนาญฯ

โดยจัดส่งเอกสารประกอบคำขอการรับรอง พร้อมด้วยเอกสารต่างๆ ในระบบคุณภาพ ได้แก่ คู่มือคุณภาพ ขั้นตอนการดำเนินงาน และรายงานผลการจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญฉบับล่าสุด ให้กับหน่วยรับรอง คือ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันที่ 30 มกราคม 2561 โดยหน่วยรับรองได้เข้ามาตรวจประเมินเบื้องต้น (pre-visit) ในวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561 โดยคณะผู้ประเมิน รายงานผลการตรวจเบื้องต้นว่า ผู้จัดมีความพร้อมที่จะได้รับการตรวจประเมิน และหลังจากนั้นคณะผู้ประเมินได้เข้าตรวจประเมินจริง (on-site) ในวันที่ 19 – 20 มิถุนายน 2561 พบข้อบกพร่อง จำนวน 7 ข้อ และข้อสังเกต จำนวน 7 ข้อ เป็นข้อกำหนดทางระบบคุณภาพ จำนวน 2 ข้อ และด้านวิชาการ จำนวน 12 ข้อ ซึ่งผู้จัดได้แก้ไขข้อบกพร่อง และส่งเอกสารต่างๆ กลับไปยังหน่วยรับรอง ในวันที่ 7 กันยายน 2561 และหน่วยรับรองพิจารณาให้การรับรอง ตามใบรับรองความสามารถผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ หมายเลขรับรองระบบงานทดสอบความชำนาญ ที่ PTP-0024 วันที่ 4 มกราคม 2562

3. การพัฒนาโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ภายใต้มาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 และ ISO 13528: 2015 เพื่อพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีสู่มาตรฐานสากล

3.1 การหาค่ากำหนดของตัวอย่างปุ๋ยทดสอบ (Assigned value; X_{pt}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ (Standard deviation for proficiency assessment;σ_{pt})

3.1.1 ค่ากำหนดของตัวอย่างทดสอบมาจาก

- ค่ายอมรับจากกลุ่ม (Consensus values)
- ค่าจากห้องปฏิบัติการเดียว (Single laboratory result)

3.1.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการมาจาก 5 รูปแบบ คือ

- ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโรบัสต์ (s*) โดยวิธี Algorithm A (ISO 13528: 2015)
- ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากสมการ Predicted standard deviation (AOAC, 2016)
- ค่าจากประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อนของปริมาณธาตุอาหารรับรองของปุ๋ยเคมีตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2552
- ค่าจากเกณฑ์มาตรฐานวิธีวิเคราะห์
- ค่าจากการเสนอข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญและที่ปรึกษา (Expert judgement)

3.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย

จากข้อมูลสถิติค่ากำหนดและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมา ดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2561 คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative standard diviation ; % RSD) พบว่า รายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) มี % RSD อยู่ในช่วงระหว่าง 0.82 – 4.35 รายการทดสอบความเป็นกรด – ด่าง อยู่ในช่วงระหว่าง 1.41 – 4.88 รายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด อยู่ในช่วงระหว่าง 2.91 – 11.63 ดังแสดงตาม Table 4-11

Table 4 Relative standard diviation of ammonium nitrogen

AN Content					
Year	**Grade**	**Assinged value**	**σ_{pt}**	**% RSD**	**n**
2550	12-60-0	12.09	0.33	2.73	19
2553	18-46-0	18.3	0.5	2.73	24
2554	12-60-0	12.1	0.3	2.48	27
	19-0-0	18.9	0.5	2.65	27
2555	12-60-0	12.1	0.3	2.48	35
2556	12-60-0	12.1	0.3	2.48	41
2557	12-60-0	12.1	0.3	2.48	42
2558	12-60-0	12.2	0.1	0.82	48
2559	15-9-18	8.1	0.2	2.47	37
2560	13-13-21	8.05	0.21	2.61	20
	15-15-15	8.94	0.15	1.68	20
2561	13-13-21	8.03	0.23	2.86	39
RSD_{pool}			2.39		

Table 5 Relative standard diviation of total nitrogen

total nitrogen					
year	**grade**	**assinged value**	σ_{pt}	**% RSD**	**n**
2552	8-24-24	8.7	0.25	2.87	8
	15-7-18	15.3	0.41	2.68	9
	13-13-21	13.4	0.36	2.69	8
2553	13-13-21	13.4	0.4	2.99	12
	16-8-8	16.6	0.4	2.41	10
	16-16-8	16.2	0.4	2.47	10
2554	20-20-20	19.4	0.5	2.58	15
	10-52-17	10.4	0.3	2.88	16
2555	20-8-20	21.3	0.5	2.35	20
	18-4-6	19.0	0.5	2.63	20
2556	12-24-12	13.5	0.4	2.96	23
	25-7-7	24.2	0.6	2.48	22
2557	12-12-17	11.7	0.3	2.56	25
	20-10-10	20.5	0.5	2.44	23
2558	28-12-8	27.4	0.6	2.19	24
	25-7-7	23.8	0.9	3.78	27
2559	15-9-18	14.1	0.6	4.26	21
	12-12-17	11.7	0.2	1.71	20
2560	13-13-21	13.22	0.36	2.72	24
	15-15-15	15.18	0.18	1.19	24
2561	15-15-15	15.02	0.26	1.73	26
	8-24-24	10.15	0.15	1.48	21
RSD_{pool}			2.62		

Table 6 Relative standard diviation of total phosphorus as P_2O_5

total phosphorus as P_2O_5					
year	**grade**	**assinged value**	σ_{pt}	**% RSD**	**n**
2550	12-60-0	60.52	1.30	2.15	19
2552	8-24-24	24.1	0.60	2.49	8
	15-7-18	7.0	0.21	3.00	9
	13-13-21	12.8	0.35	2.73	8
2553	13-13-21	12.8	0.4	3.13	12
	16-8-8	9.16	0.3	3.28	10
	16-16-8	16.8	0.4	2.38	10
2554	20-20-20	19.7	0.5	2.54	15
	10-52-17	50.5	1.1	2.18	16
2555	20-8-20	8.3	0.2	2.41	20
	18-4-6	4.7	0.2	4.26	20
2556	12-24-12	26.0	0.6	2.31	23
	25-7-7	6.9	0.2	2.90	22
2557	12-12-17	12.9	0.4	3.10	25
	20-10-10	10.0	0.3	3.00	22
2558	28-12-8	12.5	0.3	2.40	24
	25-7-7	6.7	0.1	1.49	26
2559	15-9-18	8.8	0.1	1.14	22
	12-12-17	13.1	0.4	3.05	18
2560	13-13-21	14.00	0.38	2.71	23
	15-15-15	15.63	0.38	2.43	24
2561	15-15-15	14.94	0.30	2.01	26
	8-24-24	22.04	0.40	1.81	22
RSD_{pool}			2.64		

Table 7 Relative standard diviation of water soluble potassium as K_2O

water soluble potassium as K_2O					
year	**grade**	**assinged value**	σ_{pt}	**% RSD**	**n**
2550	0-52-34	35.40	0.83	2.34	19
2552	8-24-24	24.8	0.61	2.46	8
	15-7-18	17.8	0.46	2.58	9
	13-13-21	20.9	0.53	2.54	8
2553	13-13-21	20.9	0.5	2.39	12
	16-8-8	8.56	0.3	3.50	10
	16-16-8	8.38	0.2	2.39	10
2554	20-20-20	20.7	0.5	2.42	15
	10-52-17	17.2	0.5	2.91	16
2555	20-8-20	21.7	0.5	2.30	20
	18-4-6	6.3	0.2	3.17	23
2556	12-24-12	14.5	0.4	2.76	22
	25-7-7	7.0	0.2	2.86	22
2557	12-12-17	18.1	0.5	2.76	25
	20-10-10	11.1	0.3	2.70	22
2558	28-12-8	9.3	0.3	3.23	21
	25-7-7	6.9	0.3	4.35	27
2559	15-9-18	20.3	0.5	2.46	21
	12-12-17	17.9	0.6	3.35	18
2560	13-13-21	21.35	0.54	2.53	23
	15-15-15	15.36	0.41	2.67	23
2561	15-15-15	15.31	0.40	2.61	25
	8-24-24	26.40	0.60	2.27	21
RSD_{pool}			2.92		

Table 8 Relative standard diviation of pH

pH					
year	**grade**	**assinged value**	σ_{pt}	**% RSD**	**n**
2557	12-12-17	6.4	0.15	2.34	36
2558	0-52-34	4.1	0.2	4.88	39
2559	0-3-0	8.3	0.3	3.61	36
2560	0-52-34	4.04	0.18	4.46	43
2561	16-20-0	7.11	0.10	1.41	45
RSD_{pool}			3.94		

Table 9 Relative standard diviation of calcium oxide

calcium oxide					
year	**grade**	**assinged value**	σ_{pt}	**% RSD**	**n**
2558	28-12-8	1.8	0.2	11.11	22
2559	15-9-18	2.9	0.3	10.34	27
2560	16-20-0	2.72	0.30	11.03	38
2561	16-20-0	4.31	0.14	3.25	42
RSD_{pool}			9.08		

Table 10 Relative standard diviation of magnesium oxide

magnesium oxide					
year	**grade**	**assinged value**	**SDPA**	**% RSD**	**n**
2558	28-12-8	1.8	0.2	11.11	23
2559	15-9-18	2.2	0.2	9.09	26
2560	16-20-0	1.46	0.11	7.53	38
2561	16-20-0	2.03	0.20	9.85	42
RSD_{pool}			9.32		

Table 11 Relative standard diviation of total sulphur

total sulphur					
year	**grade**	**assinged value**	σ_{pt}	**% RSD**	**n**
2558	28-12-8	0.78	0.08	10.26	20
2559	15-9-18	4.3	0.5	11.63	25
2560	16-20-0	8.93	0.26	2.91	36
2561	16-20-0	8.94	0.27	3.02	37
RSDpool			7.17		

การคำนวณ $\%RSD_{pool}$ จากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมา เพื่อกำหนดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย พบว่า รายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ดำเนินการระหว่างปี พ.ศ.2550 ถึง 2561 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายเท่ากับ 2.39, 2.62, 2.64 และ2.92 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ตามวิธีมาตรฐาน (AOAC, 2016) รายการทดสอบความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 3.94 รายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด เท่ากับ 9.08, 9.32 และ 7.17 ตามลำดับ เพื่อนำไปใช้กำหนดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน ให้เหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการของประเทศ รวมทั้งทำให้ห้องปฏิบัติการและผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ทราบแนวทางการประเมินเพื่อควบคุมการดำเนินการอย่างเหมาะสม สำหรับรายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมดนั้น ที่ยังมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากยังมีข้อมูลจากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมาจำนวนไม่มาก และควรเก็บข้อมูลสถิติเพิ่มเติมในรอบปีถัดไป

สรุปผลการทดลอง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมีได้ดำเนินการจัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี มีจำนวนผู้สมัครเข้าร่วมโปรแกรมที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจาก 19 รายในปี พ.ศ. 2550 และสูงสุด 56 รายในปี พ.ศ. 2558 และจากการที่คณะผู้จัดฯ ได้เตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17043 จึงสงวนสิทธิ์การเข้าร่วมโปรแกรมฯ ให้ห้องปฏิบัติการละไม่เกิน 2 ราย ทำให้มีจำนวนผู้เข้าร่วมโปรแกรมลดลงเหลือ 45 ราย จากนั้น ผู้จัดฯ ได้เพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์การจัดโปรแกรม ทำให้มีผู้สมัครเข้าร่วมโปรแกรมเพิ่มขึ้นเป็น 55 และ 57 รายในปี พ.ศ. 2560 – 2561 มี โดยการใช้ตัวอย่างทดสอบที่ผ่านการพิสูจน์ว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความเสถียรเพียงพอ ก่อนการจัดส่งให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรม การประเมินผลผู้ข้าร่วมโปรแกรมทดสอบความชำนาญโดยใช้ค่ามาตรฐาน z-score มีผลการวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับ ตั้งแต่ ร้อยละ 79 – 96 ในรายการแอมโมเนียมไนโตรเจน ร้อยละ 65 – 97 ในรายการไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 70 – 100 ในรายการฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และร้อยละ 53 – 92 ในรายการโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ร้อยละ 80 – 97 ในรายการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละ 45 – 87 ในรายการแคลเซียมออกไซด์ ร้อยละ 71 – 92 ในรายการแมกนีเซียมออกไซด์ และร้อยละ 51 – 88 ในรายการกำมะถันทั้งหมด การดำเนินโปรแกรมเพื่อขอการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 โดยการเตรียมความพร้อมด้านการฝึกอบรมบุคลากร การแต่งตั้งบุคลากรตำแหน่งสำคัญในระบบคุณภาพ และยื่นขอรับรองตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17043: 2010 จนได้รับการรับรองความสามารถ เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2562

จากข้อมูลทางสถิติค่ากำหนดและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมา พบว่ามีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายจากการคำนวณ $\%RSD_{pool}$ รายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) 2.39, 2.62, 2.64 และ2.92 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ตามวิธีมาตรฐาน (AOAC, 2016) รายการทดสอบความเป็นกรด-ด่าง 3.94 รายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด 9.08, 9.32 และ7.17 ตามลำดับ เพื่อนำไปใช้กำหนดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน ให้เหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการของประเทศ รวมทั้งทำให้ห้องปฏิบัติการและผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญทราบแนวทางการประเมินเพื่อควบคุมการดำเนินการอย่างเหมาะสม แต่สำหรับรายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมดนั้นมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากยังมีข้อมูลจากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมาจำนวนไม่มาก และควรเก็บข้อมูลสถิติเพิ่มเติมในรอบปีถัดไปห้องปฏิบัติการและเก็บข้อมูลสถิติเพิ่มเติมในรอบปีถัดไป สำหรับใช้เป็นเกณฑ์กำหนดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินให้เหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการของประเทศไทย

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. กรมวิชาการเกษตรเป็นศูนย์กลางเครือข่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และเป็นผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการด้านปุ๋ยเคมีเพียงรายเดียวที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 ถือเป็นการสร้างความน่าเชื่อถือในการเป็นผู้จัดโปรแกรมฯ และความเป็นกลาง โปร่งใสในการจัดโปรแกรม

2. ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรมฯ สามารถเฝ้าระวังสมรรถนะในการดำเนินงาน ปรับปรุงกระบวนการในการวิเคราะห์ วิธีวิเคราะห์ เครื่องมือ รวมถึงบุคลากร เพื่อพัฒนาศักยภาพในการวิเคราะห์ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง สามารถบ่งชี้ความสามารถในการทดสอบ ทำให้เกิดความเชื่อมั่นเป็นที่ยอมรับ

3. ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโปรแกรมฯ สามารถนำผลการประเมินความชำนาญประกอบการยื่นขอรับการกำหนดเป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ของกรมวิชาการเกษตร และการประกันคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017

4. กรมวิชาการเกษตรสามารถควบคุมมาตรฐานห้องปฏิบัติการที่ขอรับการกำหนดเป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยของกรมวิชาการเกษตร ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามมาตรา 36 (11) และมาตรา 36/2 (10) แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2554 ผ่านโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ

5. ทำให้มีเกณฑ์ที่แน่นอนและเหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการของประเทศ รวมทั้งทำให้ห้องปฏิบัติการและผู้จัดโปรแกรมการทดสอบความชำนาญทราบแนวทางการประเมินเพื่อควบคุมการดำเนินการอย่างเหมาะสม

6. สามารถประหยัดงบประมาณในการเข้าร่วมโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการกับต่างประเทศคิดเป็นเงินหนึ่งล้านสองแสนบาทต่อปี

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2551. *คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี.* สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 66 หน้า.

ราชกิจจานุเบกษา. 2552. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดเกณฑ์คลาดเคลื่อนของปริมาณธาตุอาหารรับรองของปุ๋ยเคมีตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ.2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2552. เล่ม 126 ตอนพิเศษ 63 ง.

ราชกิจจานุเบกษา. 2559. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 2 ง 4 มกราคม 2560.

ISO 13528. 2015. Statistical Methods for Use in Proficiency Testing by Interlaboratory Comparisons. ISO, Geniva, Swizerland.

ISO/IEC 17043. 2010. Conformity Assessment – General Requirements for Proficiency Testing. ISO, Geniva, Swizerland.

Official Methods of Analysis of AOAC International. 2016. AOAC International Gaithersburg, MD, USA, Official Method 20 th Ed.

Official Methods of Analysis of Fertilizers. 1987. The National Institute of Agriculture Sciences. Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries, Japan 130 p.

Oregon Department of Environmental Quality (DEQ). 2013. Data Validation Criteria for Water Quality Parameters Measured in the Field. Available: https://www.oregon.gov/deq/ FilterDocs/ DataQualMatrix.pdf. Accessed July. 10, 2018

การทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี

Stability Studies of Total Nitrogen Total Phosphorus and Water Soluble Potassium in Chemical Fertilizer

รัตนาภรณ์ คชวงศ์ อาธิยา ปุ่นประโคน ศุภากร ดวนใหญ่ นันทกานต์ ขุนโหร วรรณรัตน์ ชุติบุตร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The stability studies of total nitrogen, total phosphorus and water soluble potassium of single fertilizers, compound fertilizer, granulated fertilizer and bulk blending fertilizer for 16 samples. The stability testing of samples by storage conditions in long-term stability and temperature conditions in short-term stability by analyzed the element concentrations then evaluation of trend analysis by regression analysis. Find the relations between time and element concentrations by simple linear regression model. The result of t-test show that the $|t| < t_{\alpha/2,n-2}$ and F-test show that the p-value > α at confidence level 95%. The estimation is non significance for chemical fertilizer 16 samples and stable in storage conditions at desiccator and room temperature in 36 months and temperature conditions at 40, 55, 70 and 85 °C in 8 weeks. The fertilizer samples were stability throughout the study period. The granulated fertilizer formula 15-15-15 changed physical properties by dusty after storage at room temperature for 24 months and there are caking form in condition 85 °C for 8 weeks for sample include urea, diammonium phosphate, granulated fertilizer formula 16-12-8 and 24-7-7 and bulk blending fertilizer formula 19-19-19.

Keywords: Stability, Chemical fertilizer, Total nitrogen, Total phosphorus, Water soluble potassium

บทคัดย่อ

ศึกษาความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ในปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงประกอบ ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ดและปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า รวม 16 ตัวอย่าง โดยทดสอบความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาวและผลของอุณหภูมิต่อความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารในระยะสั้น ทดสอบด้วยสถิติ Regression analysis โดยใช้ตัวแบบวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่ายเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและปริมาณธาตุอาหารของตัวอย่างปุ๋ยแต่ละตัวอย่าง เมื่อประเมินจากค่าสถิติ t พบว่า $|t| < t_{\alpha/2,n-2}$ และประเมินความแปรปรวนโดยใช้สถิติ F พบว่า p-value > α ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าระยะเวลาและปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยทั้ง 16 ตัวอย่าง ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติ จึงมีความเสถียรภายใต้สภาวะการเก็บรักษาทั้งในตู้ดูดความชื้นและที่อุณหภูมิห้องตลอดอายุ 36 เดือน และมีความเสถียรภายใต้สภาวะของการทดสอบที่อุณหภูมิ 40, 55, 70 และ 85 °C ในช่วงเวลา 8 สัปดาห์ พบการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพโดยเม็ดปุ๋ยแตกร้าวและกลายเป็นฝุ่นหลังเก็บในอุณหภูมิห้องนาน 24 เดือน ในปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ดสูตร 15-15-15 และมีการจับตัวเป็นก้อนที่สภาวะอุณหภูมิ 85°C เวลา 8 สัปดาห์ ในปุ๋ยยูเรีย ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด สูตร 16-12-8 และ 24-7-7 และปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า สูตร 19-19-19

คำสำคัญ: ความเสถียร ปุ๋ยเคมี ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ

คำนำ

ปุ๋ยเคมีที่มีการนำเข้ามาแบ่งจำหน่ายและผลิตเป็นปุ๋ยผสมสูตรต่างๆ ในประเทศไทยนั้น ต้องผ่านกระบวนการขนส่งและการเก็บรักษาภายใต้สภาวะแวดล้อมและระยะเวลาที่อาจมีผลต่อคุณภาพปุ๋ย ผู้ผลิตปุ๋ยเคมีจึงต้องหาวิธีพัฒนากระบวนการผลิตหรือบรรจุภัณฑ์ที่ช่วยให้ปุ๋ยเคมีคงคุณภาพไปจนถึงมือเกษตรกรได้ ทั้งนี้ประเทศไทยได้มีกฎหมายเพื่อรักษาผลประโยชน์ของเกษตรกรโดยการควบคุมและกำหนดบทลงโทษสำหรับผู้ที่ผลิตปุ๋ยเพื่อการค้า ขายหรือนำเข้าปุ๋ยปลอม ปุ๋ยเคมีผิดมาตรฐาน รวมทั้งปุ๋ยเคมีเสื่อมคุณภาพ เป็นต้น สำหรับ“ปุ๋ยเคมีเสื่อมคุณภาพ” ตามความในมาตรา 3 แห่ง พ.ร.บ.ปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดย พ.ร.บ.ปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 (ราชกิจจานุเบกษา, 2551) หมายถึง ปุ๋ยเคมีที่ล่วงอายุหรือถูกกระทบกระเทือนด้วยปัจจัยใดๆ อันทำให้เสื่อมคุณภาพ โดยธาตุอาหารลดน้อยลงหรือเปลี่ยนสภาพไป ลักษณะการเสื่อมคุณภาพของปุ๋ยเคมีโดยทั่วไปมีแนวโน้มจะเกิดการจับตัวเป็นก้อน (Caking) โดยเม็ดปุ๋ยยึดติดกันที่ผิวสัมผัสแล้วจับตัวกันโดยมีขนาดและความแน่นแข็งของก้อนไม่แน่นอน (Zafar *et al*., 2017) การจับตัวเป็นก้อนของปุ๋ยมีผลให้ปุ๋ยในเรือขนส่งหรือโรงเก็บปุ๋ยบางส่วนต้องกลายเป็นของเสียไม่สามารถแบ่งบรรจุหรือเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ และหากเกิดขึ้นเมื่อเกษตรกรได้รับปุ๋ยมาแล้วจะทำให้การนำปุ๋ยไปหว่านในพื้นที่เพาะปลูกไม่สะดวก โดยกลไกการจับตัวเป็นก้อนของเม็ดปุ๋ยเกิดจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ แรงกดทับ อุณหภูมิ ความชื้น และระยะเวลาการเก็บรักษา เป็นต้น กรณีที่อุณหภูมิอากาศสูงขึ้นจะมีผลต่อความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (Relative humidity; %RH) และค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตของปุ๋ย (Critical relative humidity) ทำให้ปุ๋ยดูดความชื้นและจับตัวเป็นก้อนง่ายขึ้น (มุกดา, 2544 ; ยงยุทธและคณะ, 2554 ; Easterwood, 2004) หากมีการนำปุ๋ยเคมีต่างๆ มาผสมกันค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตนี้จะยิ่งมีค่าต่ำลงหรือดูดความชื้นได้ง่ายขึ้นนั่นเอง (ยงยุทธและคณะ, 2554) การเติมสารต้านการจับตัวเป็นก้อน (Anticaking) ชนิดต่างๆ ในกระบวนการผลิต เพื่อไม่ให้ปุ๋ยดูดความชื้นหรือไม่ให้จับตัวเป็นก้อนแม้ได้รับแรงบีบอัดหรือการกระทบกระแทกจึงถือเป็นการแข่งขันของเทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยที่สำคัญในปัจจุบัน (Albadarin *et al.,* 2017) นอกจากสมบัติทางกายภาพของปุ๋ยที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้เนื่องจากปัจจัยต่างๆ แล้วนั้น ปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีดังกล่าวก็อาจจะเกิดความเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน แต่ยังมีผู้ฝ่าฝืนกฎหมายนำปุ๋ยเคมีเสื่อมคุณภาพมาแบ่งบรรจุขายให้เกษตรกร (โพสต์ทูเดย์, 2555) และพบการดำเนินคดีตาม พ.ร.บ.ปุ๋ย มักมีข้อโต้แย้งในชั้นศาลถึงผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารรับรองที่ไม่ตรงตามสูตรว่าเป็นผลกระทบจากสภาพแวดล้อมในการเก็บตัวอย่าง การศึกษานี้จึงดำเนินการขึ้นเพื่อพิสูจน์ความมีเสถียรภาพของปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีจากการศึกษาอิทธิพลของสภาวะการเก็บรักษา อุณหภูมิและระยะเวลาที่มีต่อปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (Total nitrogen; Total N) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total phosphorus; Total P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (Water soluble potassium; Water soluble K_2O)

การทดสอบความเปลี่ยนแปลงของปริมาณธาตุอาหารโดยประเมินความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารรับรองในปุ๋ยเคมี สามารถนำไปประมาณค่าความไม่แน่นอนของการทดสอบความเสถียร เมื่อเก็บไว้ภายใต้สภาวะที่ต้องการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดได้ โดยใช้หลักการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) ซึ่งเป็นเครื่องมือทางสถิติที่มีการนำมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลข้อมูลทางการวิจัยค่อนข้างมาก เช่น การประเมินความเสถียรของวัสดุอ้างอิงหรือวัสดุอ้างอิงรับรองตามข้อกำหนด ISO GUIDE 35 (International Organization for Standardization, 2006) ซึ่งจากหลักการของการวิเคราะห์การถดถอยสามารถประยุกต์ใช้เพื่อทดสอบความเสถียรระยะยาว (Storage conditions, Long-term stability) หมายถึง ความเสถียรภายใต้สภาวะการเก็บรักษาที่กำหนดซึ่งจะแสดงถึงวันหมดอายุ (Shelf life) หรือวันเสียสภาพของสาร (Life time) และการทดสอบความเสถียรระยะสั้น (Temperature conditions, Short-term stability) หมายถึง ความเสถียรภายใต้สภาวะของการขนส่งหรือทดสอบที่อุณหภูมิระดับต่างๆ ในช่วงเวลาสั้นๆ (จันทรัตน์, 2557 ; ประภาศรี และ ครรชิต, 2558)

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Thermo hygrometer)
2. อุปกรณ์แบ่งตัวอย่างปุ๋ย (Riffle) และเครื่องบดตัวอย่างปุ๋ย
3. เครื่อง Combustion
4. เครื่อง Spectrophotometer
5. เครื่อง Flame photometer
6. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง
7. ตู้ควบคุมความชื้น (Desiccator)
8. ตู้อบอากาศร้อน (Hot air oven)
9. ขวดพลาสติกและขวดแก้วฝาอลูมิเนียมสำหรับบรรจุตัวอย่าง
10. วัสดุอุปกรณ์ เครื่องแก้วและเครื่องมืออื่นๆ สำหรับการวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ
11. สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ
12. ตัวอย่างปุ๋ยเคมีสำหรับการทดสอบ

วิธีการ

1. เตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีสำหรับการทดสอบ ได้แก่ ปุ๋ยเชิงเดี่ยว (Single fertilizer) 4 ตัวอย่าง และปุ๋ยเชิงประกอบ (Compound fertilizer) 2 ตัวอย่าง ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด (Mixed fertilizer/Granulated fertilizer) 5 ตัวอย่าง และปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า (Mixed fertilizer/Bulk blending fertilizer) 5 ตัวอย่าง
2. ศึกษาความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาว (The long-term stability)

2.1 แบ่งตัวอย่างปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ใส่ขวดพลาสติกมีฝาปิดขวดละ 15-20 กรัม โดยแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่เก็บในตู้ควบคุมความชื้นและกลุ่มที่เก็บในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 0, 6, 12, 18, 24, 30 และ 36 เดือน โดยสุ่มตัวอย่างปุ๋ยจากทั้ง 2 กลุ่ม ตามเวลาที่กำหนดตัวอย่างละ 2 ขวดต่อครั้ง บันทึกลักษณะทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ก่อนนำไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างปุ๋ยผ่านตะแกรงขนาดรูเปิด 0.5 มิลลิเมตร

2.2 วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (%Total N) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%Total P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (%Water soluble K_2O) ใช้วิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 (ราชกิจจานุเบกษา, 2560) โดยแต่ละครั้งทำการวิเคราะห์ทั้ง 2 ขวด ขวดละ 2 ซ้ำ

2.3 วิเคราะห์ทางสถิติ Regression analysis ตาม ISO Guide 35

2.3.1 สร้างสมการความถดถอยเชิงเส้น (Simple linear regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) คือ ระยะเวลา และตัวแปรตาม (Y) คือ ปริมาณธาตุอาหาร

ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple linear regression analysis)

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i \qquad i= 1, 2, 3,..., n$$

เมื่อ Y_i คือ ค่าสังเกตของตัวแปรตามจากหน่วยที่ i

X_i คือ ค่าสังเกตของตัวแปรอิสระจากหน่วยที่ i

β_0 คือ จุดตัดแกน Y

β_1 คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) หรือ ความชันของเส้นถดถอย

$\boldsymbol{\varepsilon}_i$ คือ ความคลาดเคลื่อน

2.3.2 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและปริมาณธาตุอาหาร โดยทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับความชันของเส้นถดถอย (β_1) สำหรับการทดสอบความเสถียร

1) การวิเคราะห์การถดถอยด้วยค่าสถิติ t

สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ $H_0 : \beta_1 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$

สถิติทดสอบ $$t = \frac{|b_1|}{S(b_1)}$$

เมื่อ b_1 หมายถึง Slope $$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_1 - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

$S(b_1)$ หมายถึง SD of slope $$S(b_1) = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}}$$

ขอบเขตปฏิเสธ H_0 : จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $|t| > t_{\alpha/2,n-2}$

สรุปผล : เมื่อปฏิเสธ H_0 คือยอมรับ H_1: $\beta_1 \neq 0$ แสดงว่าความชันของเส้นถดถอยไม่เป็นศูนย์ตัวอย่างปุ๋ยไม่มีความเสถียร

เมื่อยอมรับ $H_0 : \beta_1 = 0$ แสดงว่าความชันของเส้นถดถอยเป็นศูนย์ตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียร

2) การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบ F จากตาราง Regression

คำนวณค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบแบบ F ที่องศาความเป็นอิสระ (df) 1 และ n-2 ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

สถิติทดสอบ $$F = \frac{MSR}{MSE}$$

สรุปผล : เมื่อ $F > F_{1-\alpha(1,n-2)}$ หรือ p-value < α แสดงว่าตัวอย่างปุ๋ยไม่มีความเสถียร

$F < F_{1-\alpha(1,n-2)}$ หรือ p-value > α แสดงว่าตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียร

2.4 การประมาณค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากการทดสอบความเสถียรของตัวอย่าง (Long term stability) เมื่อพบว่าตัวอย่างปุ๋ยมีความเสถียรหรือไม่มีความเสถียรเกิดขึ้นเมื่อเวลาเปลี่ยนไป

จากสูตร $U_{lts} = S_b \times t$

U_{lts} คือ ค่าความไม่แน่นอนของปริมาณธาตุอาหาร

S_b คือ ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดจากความชัน

t คือ ระยะเวลาที่ทดสอบ (เดือน)

3. ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยในระยะสั้น (The short-term stability)

3.1 แบ่งตัวอย่างปุ๋ยเคมีสูตรต่างๆ ใส่ขวดแก้วฝาอลูมิเนียม ขวดละ 35-40 กรัม โดยแยกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อบในตู้อบอากาศร้อนที่ระดับอุณหภูมิ 40, 55, 70 และ 85 °C โดยสุ่มตัวอย่างปุ๋ยตามเวลาที่กำหนดคือ 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ตัวอย่างละ 2 ขวดต่อครั้ง บันทึกลักษณะทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงไป ก่อนนำไปบดด้วยเครื่องบดตัวอย่างปุ๋ยผ่านตะแกรงขนาดรูเปิด 0.5 มิลลิเมตร

3.2 วิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร ตามข้อ 2.2

3.3 วิเคราะห์ทางสถิติ ตามข้อ 2.3

ระยะเวลา

ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561

สถานที่ดำเนินงาน

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ลักษณะตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้สำหรับการทดลอง การศึกษาความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาวและการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยในระยะสั้น

1 ลักษณะตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้สำหรับการทดลอง

ปุ๋ยเคมีที่นำมาทดสอบคัดเลือกจากปุ๋ยเคมีมาตรฐานหรือแม่ปุ๋ยบางชนิดที่นำมาผสมเป็นปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้าได้และปุ๋ยเชิงผสมสูตรต่างๆ ที่กรมวิชาการเกษตรแนะนำในการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชเศรษฐกิจ (กรมวิชาการเกษตร, 2552) รวมทั้งสิ้น 16 ตัวอย่าง ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Types and characteristics of chemical fertilizer samples

Sample ID	Type	Formula	Fertilizer Material	Color of granule
1	Single fertilizer	46-0-0	Urea	White
2	Single fertilizer	21-0-0	Ammonium sulphate	White
3	Single fertilizer	21-0-0	Ammonium sulphate	Brown
4	Compound fertilizer	18-46-0	Diammonium phosphate	Yellow
5	Compound fertilizer	18-46-0	Diammonium phosphate	Black
6	Single fertilizer	0-0-60	Potassium chloride	Red
7	Granulated fertilizer	16-20-0	Ammonia, Sulfuric acid, Monoammonium phosphate Ammonium sulphate, Filler	Gray
8	Granulated fertilizer	16-12-8	Urea, Ammonium sulphate, Diammonium phosphate, Potassium chloride, Filler	Brown
9	Granulated fertilizer	15-15-15	Ammonia, Singlesuperphosphate, Phosphoric acid, Ammonium nitrate, Diammonium phosphate, Potassium chloride, Filler	Light pink
10	Granulated fertilizer	16-16-16	Urea, Monoammonium phosphate, Ammonium bicarbonate, Potassium chloride, Filler	Blue
11	Granulated fertilizer	24-7-7	Urea, Diammonium phosphate, Potassium chloride, Filler	Light blue
12	Bulk blending fertilizer	12-24-12	Urea, Diammonium phosphate, Potassium chloride, Filler	Yellow, Light green, Light pink
13	Bulk blending fertilizer	8-24-24	Diammonium phosphate, Potassium chloride, Filler	Yellow, Gray, Light green
14	Bulk blending fertilizer	16-20-0	Urea, Diammonium phosphate	Black, White

15	Bulk blending fertilizer	9-24-24	Diammonium phosphate, Potassium chloride	Black, Red
16	Bulk blending fertilizer	19-19-19	Urea, Diammonium phosphate Potassium chloride	White, Red, Yellow

2 ผลการศึกษาความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยภายใต้สภาวะควบคุมในระยะยาว (The long-term stability)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจนทั้งหมด (%Total N) ฟอสฟอรัสทั้งหมด (%Total P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (%Water soluble K_2O) ทั้งกลุ่มที่เก็บรักษาในตู้ควบคุมความชื้น (Control condition) ซึ่งมีอุณหภูมิ 20.6-29°C ความชื้นสัมพัทธ์ 5-12 %RH และกลุ่มที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้องซึ่งมีอุณหภูมิ 22-35°C ความชื้นสัมพัทธ์ 33-95 %RH (Room temperature) ระยะเวลา 0-36 เดือน ในปุ๋ยเคมี 16 ตัวอย่าง (Figure 2) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ Regression analysis โดยสร้างสมการความถดถอยเชิงเส้น (Simple linear regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ พบว่าความชันของเส้นถดถอยเป็นศูนย์ ($|t| < t_{\alpha/2,n-2}$) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างระยะเวลาและปริมาณธาตุอาหารในปุ๋ยเคมีทั้ง 16 ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบ F จากตาราง Regression ของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี 16 ตัวอย่าง ระยะเวลา 0-36 เดือน พบว่า มีค่า p-value > α ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งกลุ่มที่เก็บรักษาในตู้ควบคุมความชื้นและกลุ่มที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง แสดงว่าปริมาณธาตุอาหารของปุ๋ยเคมีมีความเสถียรตลอดอายุ 36 เดือน สอดคล้องกับการศึกษาของสงกรานต์และคณะ (2557) ซึ่งทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมดและอินทรียวัตถุของตัวอย่างอ้างอิงภายในปุ๋ยอินทรีย์ชนิดผง ปั้นเม็ดและอัดเม็ด พบว่า มีความเสถียรที่ระยะเวลา 39, 30 และ 15 เดือน ตามลำดับ

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการหาค่าความเสถียร (U_{lts}) จากกลุ่มที่เก็บรักษาในตู้ควบคุมความชื้น พบว่า ค่า U_{lts} ของโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ตัวอย่างลำดับที่ 15 ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า สูตร 9-24-24 และตัวอย่างลำดับที่ 16 ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า สูตร 19-19-19 มีค่าสูงสุดคือ 1.62 และ 1.17 %Water soluble K_2O ตามลำดับ เช่นเดียวกลุ่มที่เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง พบว่าค่า U_{lts} ของโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ตัวอย่างลำดับที่ 15 แล 16 มีค่าสูงสุดคือ 1.25 และ 1.10 %Water soluble K_2O ซึ่งอาจเป็นผลจากขนาดและรูปร่างอนุภาคของโพแทสเซียมคลอไรด์ที่นำมาผสมมีความแตกต่างกันเมื่อแบ่งตัวอย่างจึงมีปริมาณเม็ดปุ๋ยไม่สม่ำเสมอและทำให้ปริมาณธาตุโพแทสเซียมในแต่ละหน่วยทดลองมีความแปรปรวน

การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ พบว่า ตัวอย่างลำดับที่ 9 ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด สูตร 15-15-15 ซึ่งเก็บในอุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 30 และ 36 เดือน มีผิวเม็ดปุ๋ยแตกร้าวและกลายเป็นฝุ่นบางส่วน (Figure 1) โดยตัวอย่างปุ๋ยอื่นๆ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ จากข้อมูลใน Table 1 แสดงว่าตัวอย่างลำดับที่ 9 มี ส่วนประกอบของแอมโมเนียมไนเตรท (Ammonium nitrate) ซึ่งมีค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตต่ำ (Critical relative humidity ที่อุณหภูมิ 30°C เท่ากับ 58.5%) จึงดูดความชื้นง่าย เกิดการออกซิไดซ์ได้ง่ายและรุนแรงจนถูกจัดเป็นวัตถุระเบิดนั้น (ยงยุทธและคณะ, 2554) เมื่อปุ๋ยดูดความชื้นในอากาศจึงมีความดันเกิดขึ้นจนอาจเป็นสาเหตุให้สารเคลือบผิวเม็ดปุ๋ยปริแตกและเนื้อปุ๋ยกลายเป็นฝุ่นผง นอกจากนี้ตัวอย่างดังกล่าวยังมีโพแทสเซียมคลอไรด์ (Potassium chloride) เป็นส่วนประกอบด้วย ซึ่งจากการศึกษาของ Han (2016) รายงานว่า โพแทสเซียมคลอไรด์มีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาการระเบิดของแอมโมเนียมไนเตรทในรูปของแข็ง ในขณะที่โซเดียมซัลเฟตจะช่วยยับยั้งปฏิกิริยาดังกล่าว

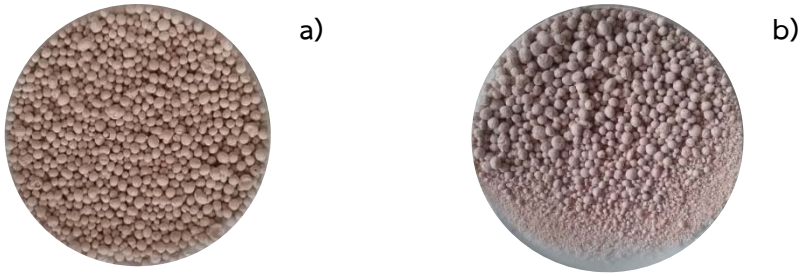


Figure 1 The fertilizer granules of sample ID 9 formula 15-15-15 after stored in temperature room a) 0 month and b) 24 -36 months

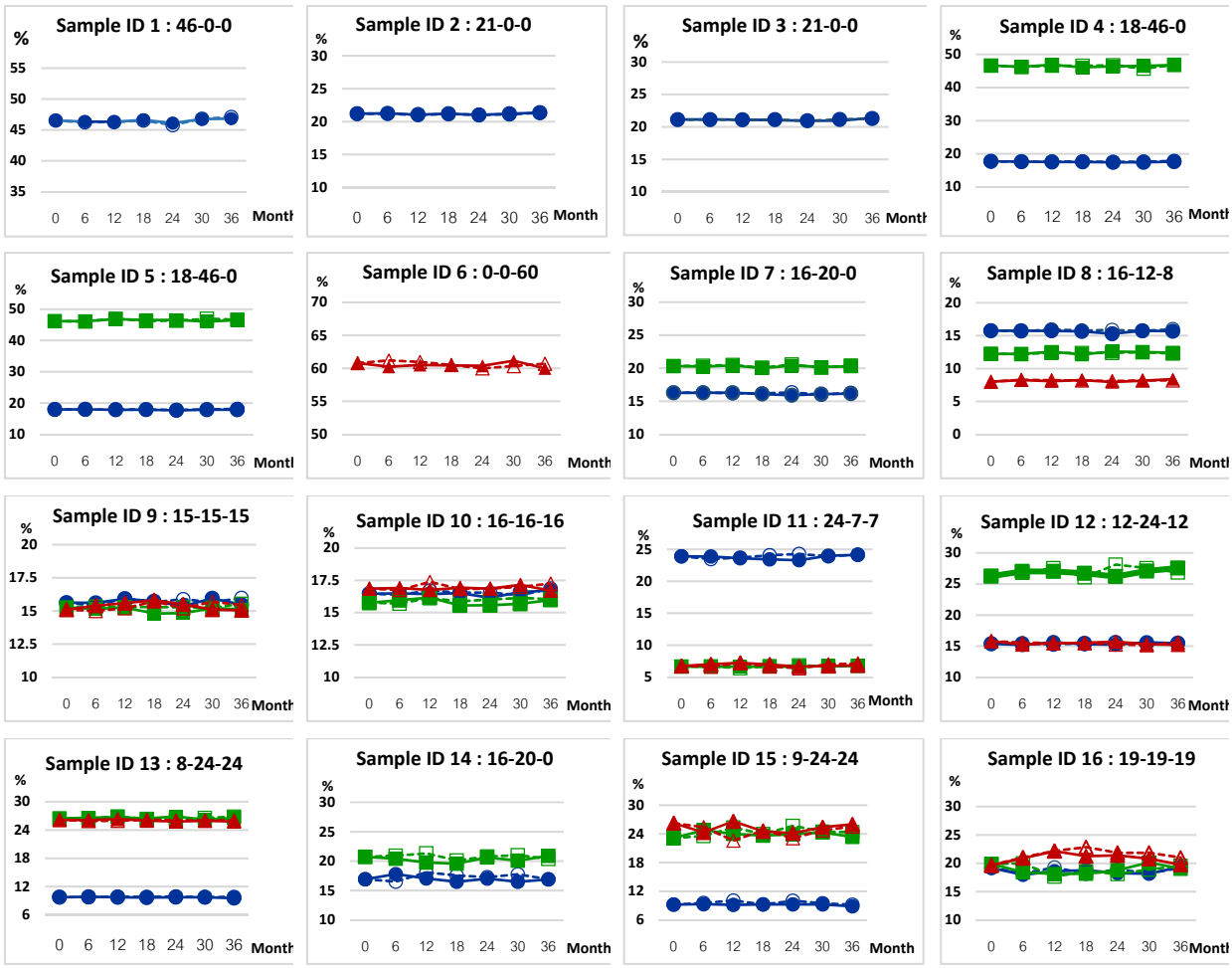


Figure 2 The stability test of total nitrogen total phosphorus and water soluble potassium of chemical fertilizers stored in control condition by desiccator and room temperature for 0-36 months

3 ผลการศึกษาความเสถียรของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยในระยะสั้น (The short-term stability)

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำของตัวอย่างปุ๋ยเคมี 16 ตัวอย่าง ที่เก็บในตู้อบอากาศร้อนอุณหภูมิ 40, 55, 75 และ 85 °C ระยะเวลา 0-8 สัปดาห์ (Figure 4-7) พบว่า ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ Regression Analysis มีความชันของเส้นถดถอยเป็นศูนย์ ($|t| < t_{\alpha/2,n-2}$) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบ F จากตาราง Regression มีค่า p-value > α ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แสดงว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำของปุ๋ยเคมีทั้ง 16 ตัวอย่าง มีความเสถียร จากศึกษาของ Han (2016) รายงานว่า ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเตรทในรูปของแข็งซึ่งมีจุดหลอมเหลวที่ 160°C จะมีความเสถียรต่ออุณหภูมิถึง 200 ± 10 ° C จึงจะเกิดอุณหภูมิและความดันสูงสุดขึ้นระหว่างการสลายตัว แสดงว่าอุณหภูมิระหว่างการขนส่งหรือในพื้นที่จัดเก็บปุ๋ยที่ไม่สูงกว่าจุดหลอมเหลวของปุ๋ยน่าจะไม่มีผลต่อความเสถียรของปุ๋ยเคมี

การบันทึกลักษณะทางกายภาพที่มีการเปลี่ยนแปลงไป พบว่า ตัวอย่างปุ๋ยเคมีบางชนิดมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเมื่อเก็บในตู้อบอากาศร้อนที่อุณหภูมิ 85 °C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้แก่ ตัวอย่างลำดับที่ 1 ปุ๋ยเชิงเดี่ยว สูตร 46-0-0 หรือ ยูเรีย (Figure 3 a) ตัวอย่างลำดับที่ 4 ปุ๋ยเชิงประกอบ สูตร 18-46-0 หรือ ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Figure 3 b) และตัวอย่างลำดับที่ 8 ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด สูตร 16-12-8 (Figure 3 c) เกิดการจับตัวเป็นก้อนบางส่วนซึ่งเมื่อเคาะภาชนะบรรจุเบาๆ จะร่วนหลุดจากกันทั้งหมด โดยตัวอย่างลำดับที่ 4 เม็ดปุ๋ยมีการเปลี่ยนสีจากสีเหลืองเป็นสีเทา ส่วนตัวอย่างลำดับที่ 11 ปุ๋ยเชิงผสมแบบปั้นเม็ด สูตร 24-7-7 (Figure 3 d) เกิดการจับตัวเป็นก้อนแข็งทั้งหมดแต่ยังสามารถเคาะให้ร่วนหลุดจากกันได้และเม็ดปุ๋ยเปลี่ยนจากสีฟ้าอ่อนเป็นสีขาวบางส่วน สอดคล้องกับการรายงานของ Zafar *et al.* (2017) ซึ่งกล่าวว่า การที่อนุภาคปุ๋ยได้รับอุณหภูมิสูงจนของเหลวในอนุภาคระเหยออกมากลายเป็นเป็นฟิล์มบางๆ ของสารละลายอยู่ที่ผิวอนุภาค จะนำไปสู่กลไกการเกิด Liquid bridge และเมื่อได้รับอุณหภูมิสูงเช่นนั้นอย่างต่อเนื่องตัวทำละลายใน Liquid bridge จะระเหยไปจะกลายเป็น Solid bridge ระหว่างอนุภาคที่จับตัวเป็นก้อนได้ ส่วนตัวอย่างลำดับที่ 16 ปุ๋ยเชิงผสมแบบคลุกเคล้า สูตร 19-19-19 (Figure 3 e) เกิดการจับตัวเป็นก้อนแข็งทั้งหมดเช่นกัน โดยเมื่อเคาะให้ปุ๋ยที่จับตัวเป็นก้อนแตกออกยังคงมีเม็ดปุ๋ยเชื่อมติดกันบางส่วน สอดคล้องกับการศึกษาของ Albadarin *et al.* (2017) ซึ่งทดสอบประสิทธิภาพของสารต้านการจับตัวเป็นก้อนในปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้าโดยใช้แรงบีบอัด พบว่า ตัวอย่างที่ส่วนประกอบมีขนาดอนุภาคต่างกันและไม่เติมสารต้านการจับตัวเป็นก้อนจะเกิดการจับเป็นก้อนที่มีความหนาแน่นที่สุด โดยตัวอย่างลำดับที่ 16 เป็นปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้าที่มียูเรีย (Figure 3 a) ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต (Figure 3 b) และโพแทสเซียมคลอไรด์เป็นส่วนประกอบ ซึ่งปุ๋ยทั้งสองชนิดไม่สามารถต้านทานต่อการจับตัวเป็นก้อนได้จึงเกิดการจับตัวเป็นก้อนหลวมๆ แม้ไม่มีการผสมกับปุ๋ยอื่นๆ ส่วนโพแทสเซียมคลอไรด์ที่มีขนาดอนุภาคต่างกันทำให้ผิวสัมผัสมากขึ้นจะส่งเสริมการเชื่อมติดที่แข็งแกร่งขึ้น ทั้งนี้ปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้าควรนำไปใช้โดยเร็วหลังการผสมเพื่อไม่ให้เกิดการจับตัวเป็นก้อน

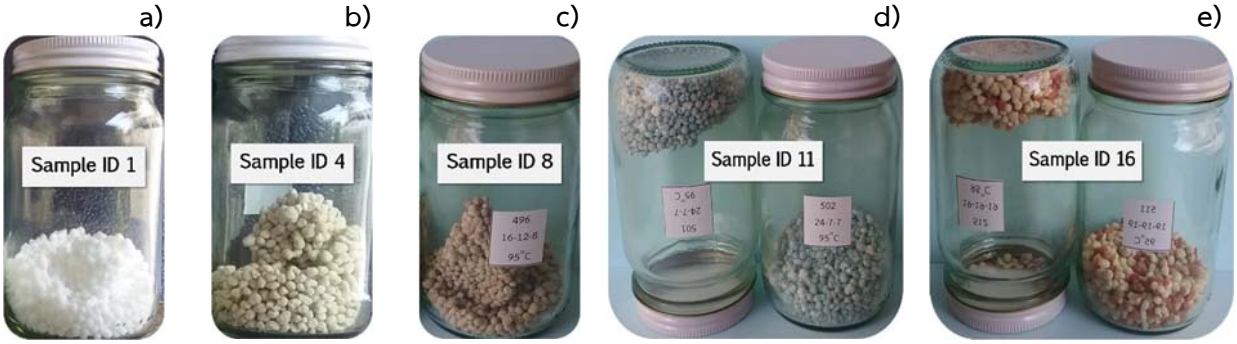


Figure 3 The caking formed of fertilizer granules during storage in condition 85 °C 8 weeks a) b) c) and d) Cake formation of bridge from the particles film coating e) The influence of the particle size granules on the caking

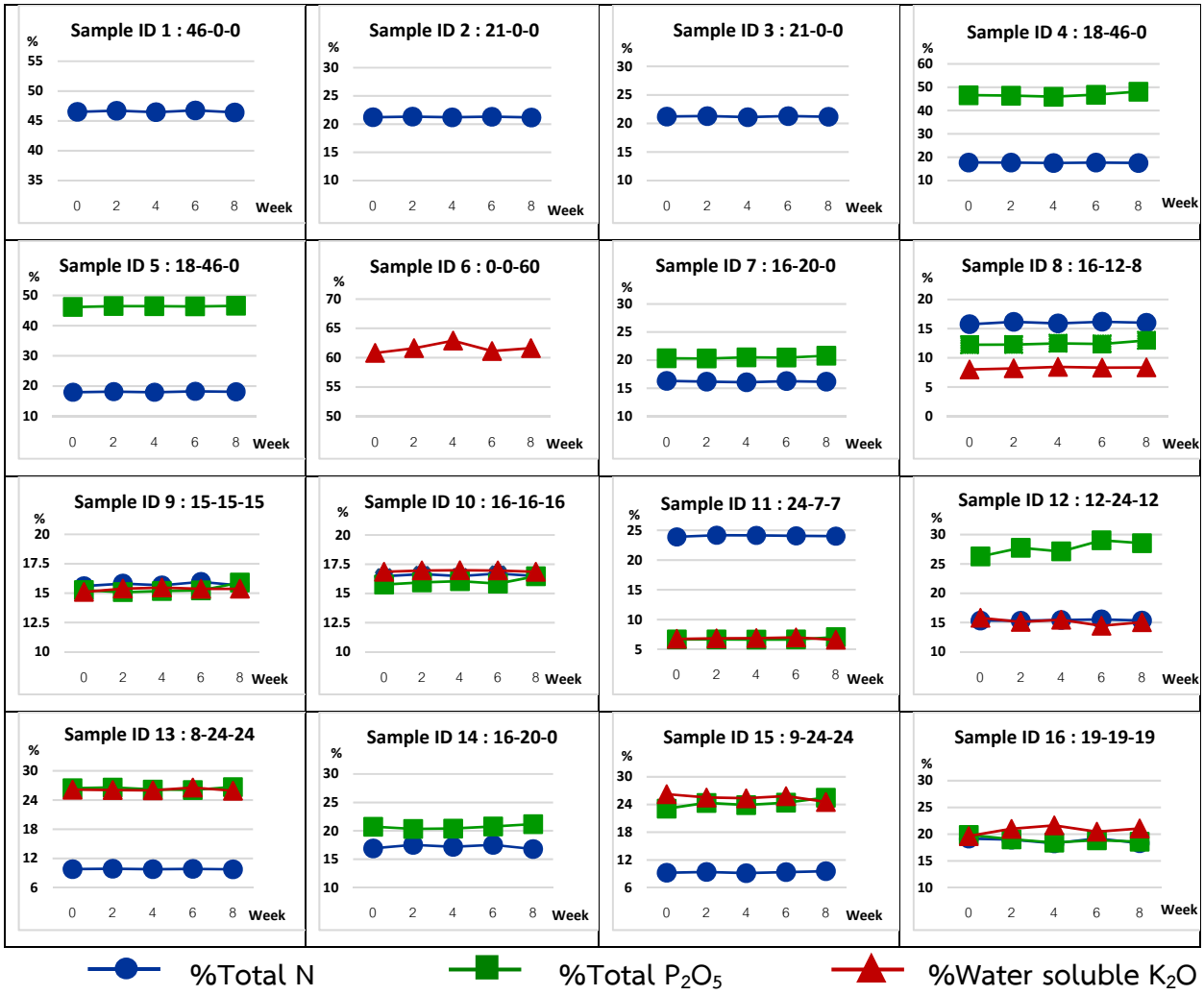


Figure 4 The stability test of total nitrogen total phosphorus and water soluble potassium of chemical fertilizers in stored 40°C for 0-8 week

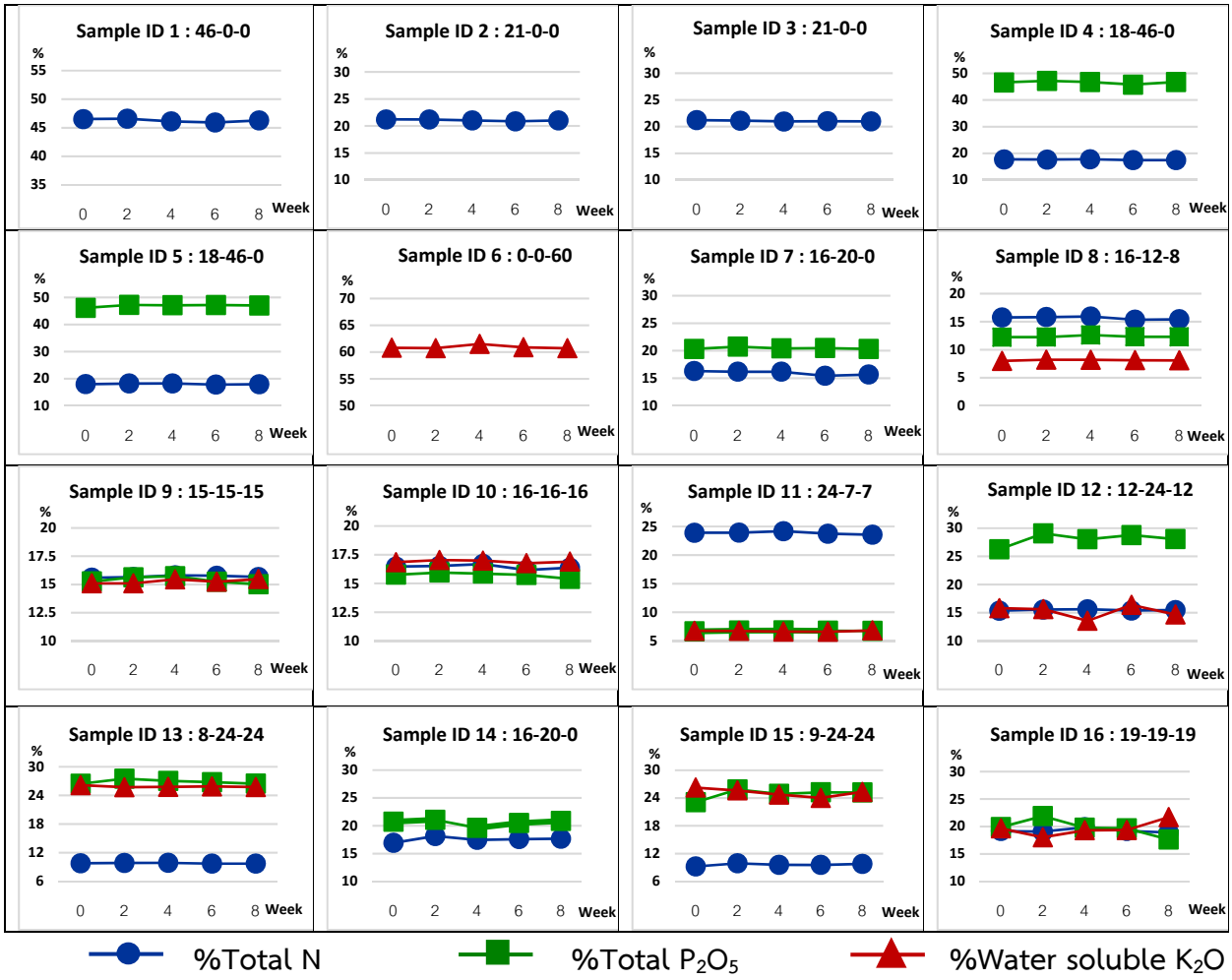


Figure 5 The stability test of total nitrogen total phosphorus and water soluble potassium of chemical fertilizers in stored 55°C for 0-8 week

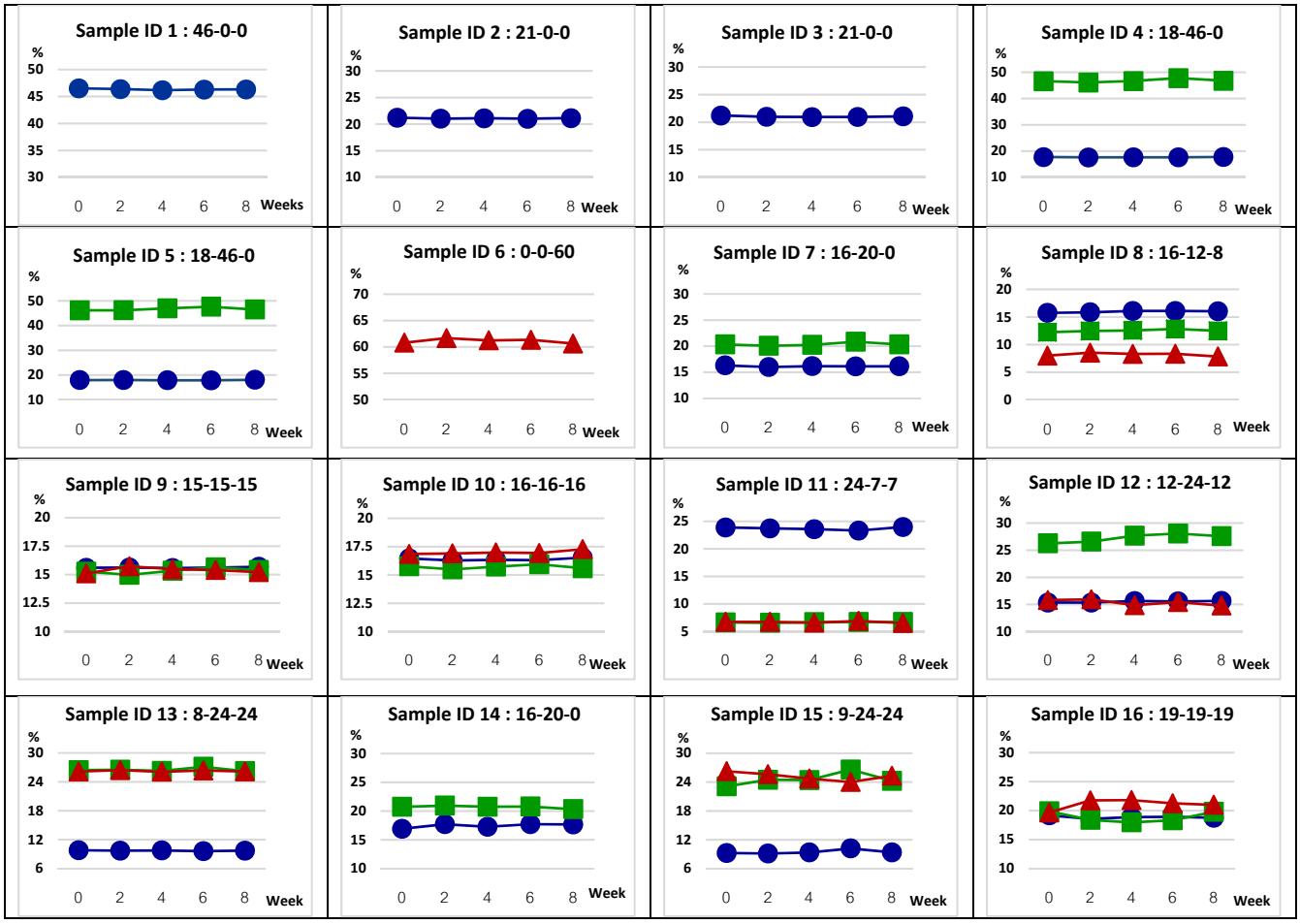


Figure 6 The stability test of total nitrogen total phosphorus and water soluble potassium of chemical fertilizers in stored 70°C for 0-8 week

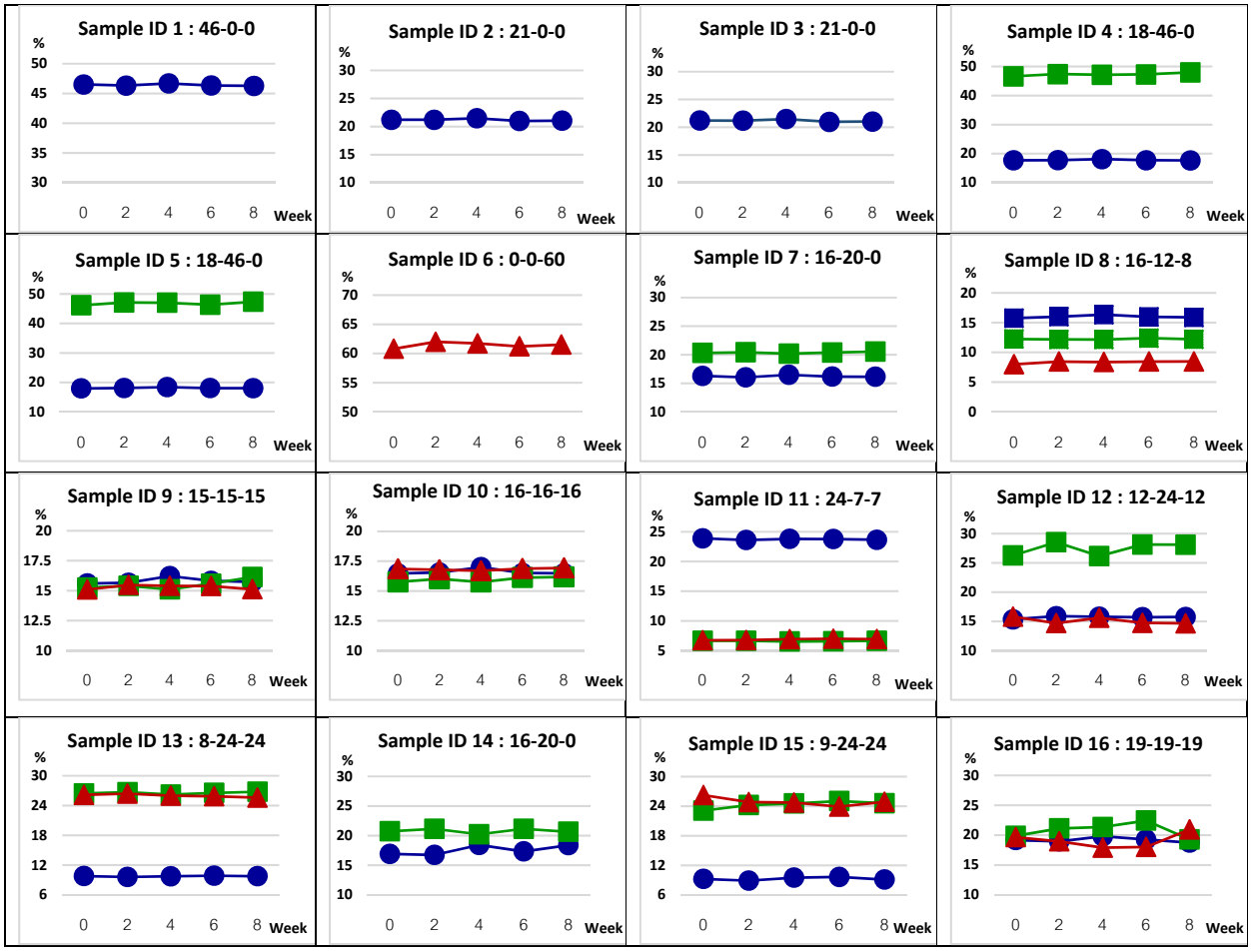


Figure 7 The stability test of total nitrogen total phosphorus and water soluble potassium of chemical fertilizers in stored 85°C for 0-8 week

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ในปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงประกอบ ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ดและปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า รวม 16 ตัวอย่าง ภายใต้สภาวะการเก็บรักษาในระยะยาวและภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่างๆ ในระยะสั้น โดยทดสอบด้วยสถิติ Regression analysis จากผลกาทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างเวลาและปริมาณธาตุอาหารไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติและผลการประเมินความแปรปรวนแสดงว่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ในตัวอย่างปุ๋ยทั้ง 16 ตัวอย่าง มีความเสถียรภายใต้สภาวะการเก็บรักษาทั้งในตู้ควบคุมความชื้นและที่อุณหภูมิห้องตลอดอายุ 36 เดือน และมีความเสถียรภายใต้สภาวะของการทดสอบที่อุณหภูมิ 40, 55, 75 และ 85 °C ในช่วงเวลา 8 สัปดาห์ โดยสามารถประมาณค่าความไม่แน่นอนของการหาค่าความเสถียรในระยะยาวเพื่อใช้กำหนดช่วงความเข้มข้นของปริมาณธาตุอาหารในตัวอย่างปุ๋ยตลอดอายุการเก็บรักษาได้

ปุ๋ยบางชนิดเกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพระหว่างการทดสอบ คือ ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด สูตร 15-15-15 ที่เก็บในสภาวะอุณหภูมิห้องนาน 24 เดือน ผิวเม็ดปุ๋ยแตกร้าวและกลายเป็นผง และปุ๋ยที่อยู่ในสภาวะอุณหภูมิ 85°C เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ได้แก่ ปุ๋ยเคมีเชิงเดี่ยว สูตร 46-0-0 หรือ ยูเรีย ปุ๋ยเคมีเชิงประกอบ สูตร 18-46-0 หรือ ไดแอมโมเนียมฟอสเฟต ปุ๋ยผสมแบบปั้นเม็ด สูตร 16-12-8 และ 24-7-7 และปุ๋ยผสมแบบคลุกเคล้า สูตร 19-19-19 เกิดการจับตัวเป็นก้อน แสดงว่าลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงเช่นนี้ไม่มีผลต่อความเสถียรของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมดและโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมี

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. สามารถเชื่อมั่นถึงความมีเสถียรภาพของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีตลอดอายุการเก็บรักษา 36 เดือน แม้อยู่ในสภาวะที่ไม่ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น
2. สามารถเชื่อมั่นถึงความมีเสถียรภาพของปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในปุ๋ยเคมีในสภาวะอุณหภูมิที่สูงถึง 85°C แม้ตัวอย่างจะมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เช่น จับตัวเป็นก้อนแข็ง หรือสีเม็ดปุ๋ยเปลี่ยนไป

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้อำนวยการสังวร เสนะโลหิต ผู้อำนวยการกลุ่มสารวัตรเกษตร สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ซึ่งช่วยชี้ประเด็นปัญหาให้เกิดงานวิจัยนี้ขึ้น ขอขอบคุณความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านทั้งในส่วนการรับตัวอย่าง เตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณท่านผู้บริหารที่ได้ให้คำแนะนำและการสนับสนุนมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2552. *คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพืชเศรษฐกิจ.* กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพมหานคร. 122 หน้า

จันทรัตน์ วรสรรพวิทย์. 2557. การศึกษาความเสถียรของวัสดุอ้างอิง/วัสดุอ้างอิงรับรอง โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย. *ว.กรมวิทยาศาสตร์บริการ.* 194 : 26-29.

ประภาศรี ภูวเสถียร และ ครรชิต จุดประสงค์. 2559. เอกสารประกอบการฝึกอบรมตามแผนพัฒนาบุคลากรของกรมวิชาการเกษตร เรื่อง การผลิตวัสดุอ้างอิงและการสอบกลับได้. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพ.

โพสต์ทูเดย์. 2555. *จับปุ๋ยปลอม 6.5 พันตัน มูลค่า 130 ล้าน.* แหล่งข้อมูล : https://www.posttoday.com/social/general/167217, 24 กรกฎาคม 2558.

มุกดา สุขสวัสดิ์. 2544. *ความอุดมสมบูรณ์ของดิน.* สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร. 333 หน้า

ยงยุทธ โอสถสภา อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์และชวลิต ฮงประยูร. 2554. *ปุ๋ยเพื่อการเกษตรยั่งยืน*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. 519 หน้า

ราชกิจจานุเบกษา. 2551. พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550. ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 125 ตอนที่ 7ก, หน้า 1.

ราชกิจจานุเบกษา. 2560. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 ฉบับกฤษฎีกา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 2ง, หน้า 24.

สงกรานต์ มะลิสอน วรรณรัตน์ ชุติบุตร ทองจันทร์ พิมพ์เพชร ชฎาพร คงนาม ศุภากร ดวนใหญ่ รัตนาภรณ์ คชวงศ์ และอาธิยา ปุ่นประโคน. 2558. พัฒนาคุณภาพการวิเคราะห์การจัดทำตัวอย่างอ้างอิงภายในของปุ๋ยอินทรีย์. หน้า 19-43. ใน *ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2557*. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

Albadarin, A.B., T.D. Lewis and G.M. Walker. 2017. Granulated Polyhalite Fertilizer Caking Propensity. *Powder Technology* 308 : 193-199.

Easterwood, B. 2004. Dry/Liquid Fertilizer Formulation Issues. Available: https://fluidfertilizer.org/wp-content/uploads/2016/09/B.-Easterwood-Liquid-and-Dry-Formulation-Issues-Repaired.pdf, Accessed June 30, 2018.

Han, Z. 2016. *Thermal Stability Studies of Ammonium Nitrate : Doctoral dissertation Texas A & M University.* Available: https://oaktrust.library.tamu.edu/handle/1969.1/156911, Accessed Apr. 29, 2019.

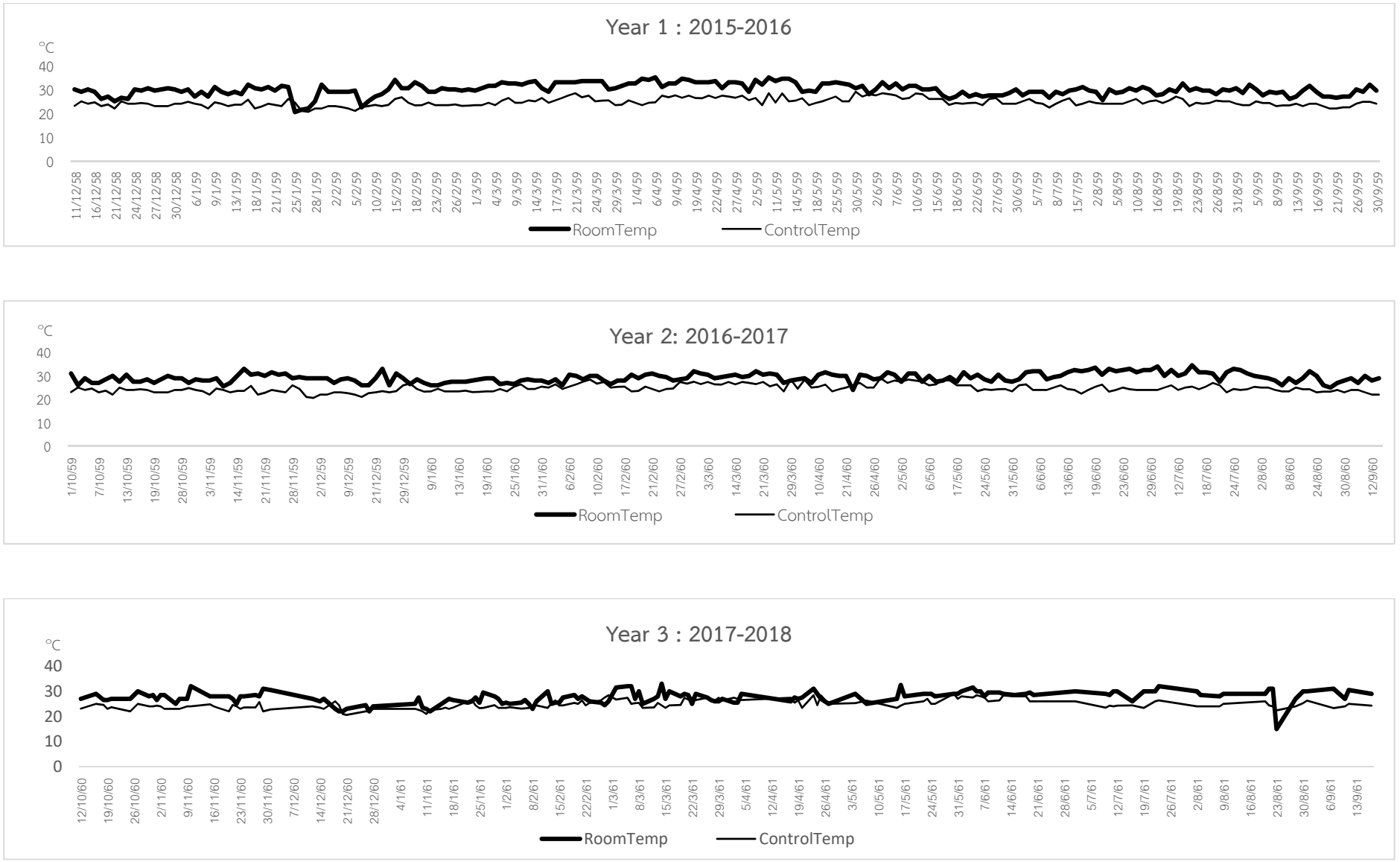
International Organization for Standardization. 2006. Reference Materials-General and Statistical Principle for Certification. ISO Guide 35 3rd Edition 2006.

Zafar, U., V. Vivacqua, G. Calvert, M. Ghadiri and J.A.S. Cleaver. 2017. A Review of Bulk Powder Caking. *Powder Technology* 313 : 389-401.

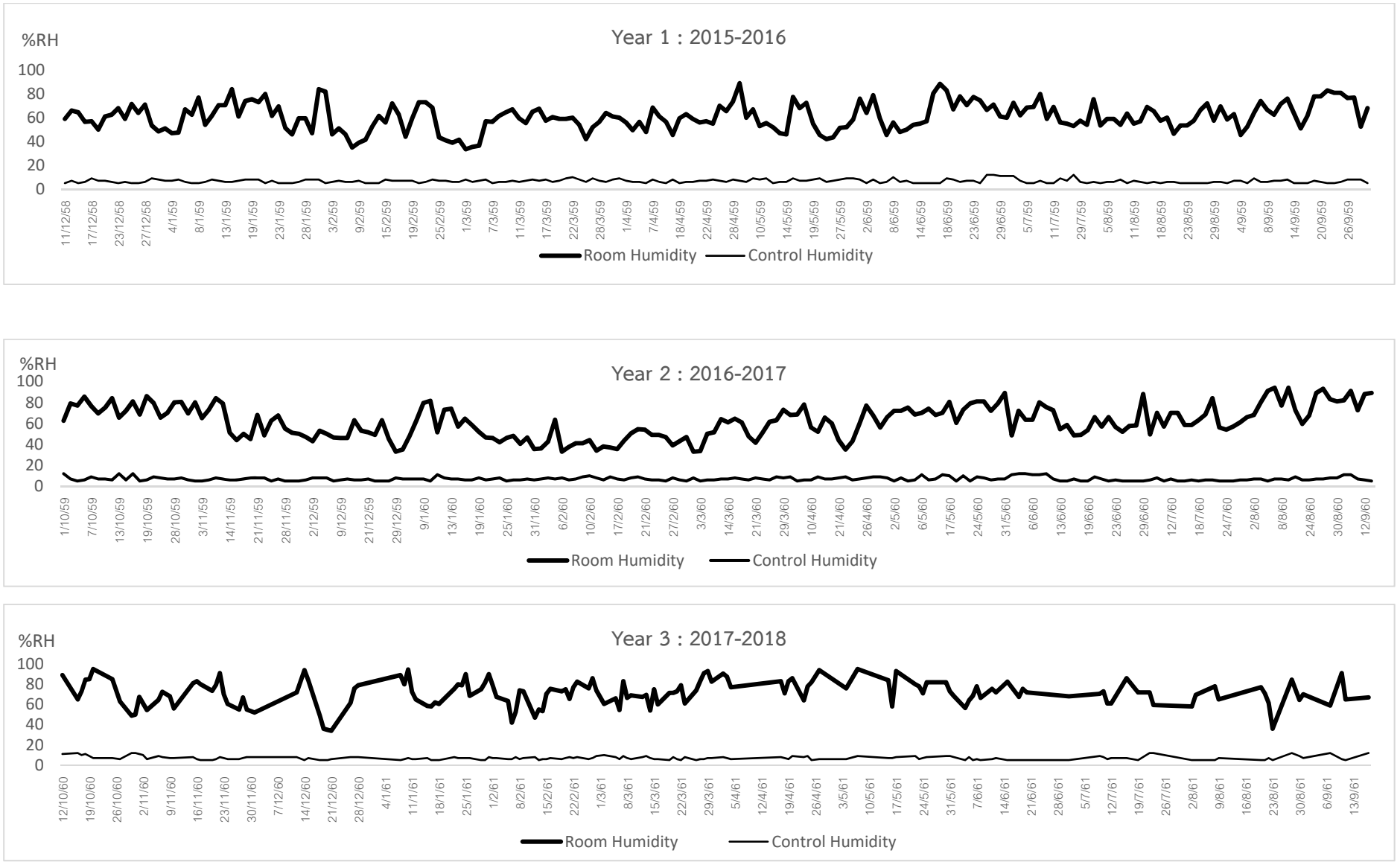
ภาคผนวก



Appendix Figure. 1 Images of chemical fertilizer samples
a) b) c) and f) Single fertilizer d) and e) Compound fertilizer g) h) i) j) and k) Granulated fertilizer l) m) n) o) and p) Bulk blending fertilizer



Appendix Figure. 2 Long-term temperature trend of control temperature condition and room temperature condition



Appendix Figure. 3 Long-term relative humidity trend of control humidity condition and room humidity condition

การใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้พิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน

Near Infrared Spectroscopy for Homogeneity Testing of Internal Reference Material of Primary Macronutrients in Chemical Fertilizer

สงกรานต์ มะลิสอน ชฎาพร คงนาม ศุภากร ดวนใหญ่ รัตนาภรณ์ คชวงศ์ อาธิยา ปุ่นประโคน
ญาณธิชา จิตต์สะอาด กัญฐณา คล้ายแก้ว จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Homogeneity testing is of the highest importance for the production of reference materials. The aim of the research was to study on homogeneity testing of internal reference material by near infrared spectroscopy (NIRS). NIRS is a fast, reduced chemical used and non-destructive analytical method. A total of 381 chemical fertilizer samples were collected and determined percentage of total nitrogen, total phosphorus as P_2O_5 and water soluble potassium as K_2O by laboratory methods. The predicting models were developed using the method of Partial Least Square (PLS) from the correlation between laboratory data and NIR spectra. The best model for predicting total nitrogen in chemical fertilizer was developed from NIR spectra pretreated by the normalization by maxima* (nma) and second derivative smoothing (ds2g2). The model gave the coefficient of correlation (r) of 0.9292, the standard error of calibration (SEC) of 2.2194 and the standard error of prediction (SEP) of 2.4472. The predicting model of total phosphorus as P_2O_5 was developed from pretreated spectra by first derivative taylor 3 points (dt1) and normalization between 0 to 1* (n01) and gave r of 0.9140, SEC of 3.7199 and SEP of 3.2735. The model for predicting water soluble potassium as K_2O was generated using original NIR spectra and gave r of 0.8250, SEC of 6.1296 and SEP of 6.2192. Homogeneity testing of chemical fertilizer samples were evaluated by analysis of variance (ANOVA). The percentage of total nitrogen, total phosphorus as P_2O_5 and water soluble potassium as K_2O were determined by laboratory method and NIRS and then evaluated by ANOVA. No differences were observed for the results obtained through laboratory method and NIR technique.

Keywords: Near infrared spectroscopy, Homogeneity testing, Reference material, Chemical fertilizer

บทคัดย่อ

การผลิตวัสดุอ้างอิงจำเป็นต้องมีการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างก่อนนำไปใช้ในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน โดยเทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ (NIRS) เพื่อใช้เป็นทางเลือกในการวิเคราะห์ที่มีความสะดวกรวดเร็ว และลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้วิเคราะห์ โดยรวบรวมตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (WK_2O) ให้ครอบคลุมช่วงความเข้มข้นตัวอย่างปุ๋ยเคมี และนำไปวิเคราะห์โดยวิธีทางห้องปฏิบัติการ จากนั้นวิเคราะห์ด้วยเทคนิค NIRS จำนวน 381 ตัวอย่าง

พบว่าได้สเปกตรัมและสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ เพื่อใช้เป็นสมการทำนายผลที่ดีที่สุด รายการทดสอบไนโตรเจนทั้งหมด ได้สมการทำนายผลที่มีการปรับแต่งสเปกตรัมด้วยวิธี Normalization by maxima* (nma) และ Second derivative smoothing gap2 (ds2g2) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9292 ค่า SEC เท่ากับ 2.2194 และค่า SEP เท่ากับ 2.4472 รายการทดสอบฟอสฟอรัสทั้งหมด มีการปรับแต่งสเปกตรัมด้วยวิธี First derivative taylor 3 points (dt1) และ Normalization between 0 to 1* (n01) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9140 ค่า SEC เท่ากับ 3.7199 และค่า SEP เท่ากับ 3.2735 และรายการทดสอบโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ใช้สเปกตรัมดั้งเดิมในการทำนาย โดยมีค่า r เท่ากับ 0.8250 ค่า SEC เท่ากับ 6.1296 และค่า SEP เท่ากับ 6.2192 จากการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว โดยวิธีทางห้องปฏิบัติการและเทคนิค NIRS เปรียบเทียบค่า F จากการคำนวณ (F–cal) และค่า F จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (F–crit) พบว่าผลการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของทั้ง 2 วิธีให้ผลที่สอดคล้องกันในทุกตัวอย่างทดสอบ

คำสำคัญ: สเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ การพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกัน วัสดุอ้างอิง ปุ๋ยเคมี

คำนำ

วัสดุอ้างอิง (Reference materials; RM) หมายถึง วัสดุหรือสารมาตรฐานที่จัดทำขึ้นให้มีคุณสมบัติอย่างน้อยหนึ่งอย่าง โดยมีความเป็นเนื้อเดียวกันและมีความเสถียรเพียงพอ เพื่อใช้งานในกระบวนการวัด (ISO Guide 31, 2015) ในการผลิตวัสดุอ้างอิงมีการศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของวัสดุอ้างอิงก่อนแจกจ่ายตัวอย่าง เพื่อยืนยันว่าตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันในสิ่งที่ต้องการวัดอย่างมีนัยสำคัญ และใช้สถิติที่เหมาะสมในการประเมิน (ISO Guide 35, 2006) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินความเป็นเนื้อเดียวกันจะใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-way analysis of variance) ซึ่งเป็นวิธีทางสถิติที่ใช้ทดสอบเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของกลุ่มประชากร ในกรณีที่มีกลุ่มประชากรตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป (Wilcox, 2003)

ปัจจุบันกลุ่มวิจัยเกษตรเคมีดำเนินการในขั้นตอนการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างปุ๋ยอ้างอิงภายในโดยการสุ่มตัวอย่างจากตัวอย่างทั้งหมดที่ผสมคลุกเคล้ากันเป็นอย่างดี 10 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างแบ่งออกเป็น 2 ส่วน รวม 20 ตัวอย่าง ส่งตัวอย่างวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (WK_2O) โดยใช้วิธีวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ตามคู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี กรมวิชาการเกษตร พ.ศ. 2551 ซึ่งแต่ละรายการทดสอบจะดำเนินการโดยมีขั้นตอน ระยะเวลา และสารเคมีที่ใช้แตกต่างกัน จากนั้นนำผลวิเคราะห์ที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว และประเมินผลโดยการเปรียบเทียบ ค่า F จากการคำนวณ (F–cal) และค่า F จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (F–crit) ถ้าค่า F–cal < F–crit (Wilcox, 2003) แสดงว่าตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่เตรียมขึ้นมีความเป็นเนื้อเดียวกัน สามารถนำไปใช้เป็นตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายในได้

เนียร์อินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Near infrared spectroscopy; NIRS) เป็นวิธีการที่สามารถทำนายค่าทางเคมีได้อย่างรวดเร็ว ทราบผลภายในเสี้ยววินาที ให้ผลวิเคราะห์ที่รวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ปลอดภัยจากสารเคมี และตัวอย่างไม่ถูกทำลาย (วารุณีและคณะ, 2555 และจิตติมา, 2555) โดยใช้คลื่นแสงในช่วงความยาวคลื่นย่านใกล้อินฟราเรด (Near infrared) มีความยาวคลื่น (Wave length) ตั้งแต่ 800-2,500 นาโนเมตร (Ozaki, 2012) ส่องเข้าไปยังตัวอย่าง ตัวอย่างจะดูดซับคลื่นและทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของพันธะระหว่างอะตอมของคาร์บอนกับไฮโดรเจน (C-H), ไนโตรเจนกับไฮโดรเจน (N-H) และออกซิเจนกับไฮโดรเจน (O-H) โดยเกิดการยืด-หด หรือบิด-งอ ในรูปแบบต่าง ๆ (Reich, 2005) แล้วทำการตรวจวัดคลื่นแสงที่ไม่ถูกดูดกลืน ซึ่งสะท้อนหรือส่องผ่านออกมา สารแต่ละชนิดเมื่อได้รับคลื่นแสงจะมีคุณสมบัติในการดูดซับแสงได้ไม่เท่ากัน ทำให้โมเลกุลของสารเกิดการสั่นและดูดซับพลังงานที่แตกต่างกัน (Aenugu *et al.*, 2011) ทำให้สเปกตรัมที่ได้แตกต่างกัน การวิเคราะห์ข้อมูลจากสเปกตรัม NIRS ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนการ

สร้างสมการที่ใช้ทำนาย (Calibration set) และขั้นตอนการตรวจสอบความถูกต้องของสมการที่สร้างขึ้นมา (Validation set) ในการสร้างสมการที่ใช้ทำนายจะได้สมการมาตรฐานที่ใช้ในการทำนายค่าคุณลักษณะคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ต้องการทราบ จากนั้นต้องมีการนำสมการมาตรฐานที่ได้จากการทำแคลิเบรชัน (Calibration) มาตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของสมการมาตรฐานในการทำนายค่าคุณภาพซึ่งเรียกว่า การทวนสอบ (Validation) เพื่อทดสอบสมการที่ได้ว่ามีความแม่นยำหรือไม่ เมื่อได้ผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือ แล้วจึงนำสมการที่ได้ไปใช้ทำนายค่าคุณลักษณะที่ต้องการศึกษาจากสเปกตรัม NIRS ที่ทำการวัดมาได้

เทคนิค NIRS สามารถใช้ประเมินองค์ประกอบของวัสดุต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการทำนายคุณสมบัติของตัวอย่างดิน (Qiao and Zhang, 2012) หรือปุ๋ย (Lin *et al.*, 2018) โดยใช้เทคนิค VIS/NIR ร่วมกับการใช้ Genetic algorithm model ในการสร้างสมการทำนายปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ในตัวอย่างปุ๋ยเคมี สมการที่ได้มีความแม่นยำสูง มีค่า r เท่ากับ 0.9440, 0.9336 และ 0.9181 และค่า RPD เท่ากับ 4.99, 3.44 และ 2.62 สำหรับการทำนายปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ตามลำดับ ในการศึกษาการทำนายคุณสมบัติของปุ๋ยอินทรีย์ด้วยเทคนิค NIRS ร่วมกับการใช้การถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (Partial least square; PLS) ในการสร้างสมการ (Wang *et al.*, 2014) พบว่าสมการที่ได้สามารถทำนายปริมาณอินทรียวัตถุทั้งหมด (Total organic matter; TOM) ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายในน้ำ (Water soluble organic carbon ; WSOC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง และค่าดัชนีการงอกของเมล็ดพันธุ์ (Germination index; GI) ได้อย่างแม่นยำ นอกจากนั้นเทคนิค NIRS ยังสามารถนำไปใช้ทำนายปริมาณของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สำหรับการควบคุมการผลิตปุ๋ยเคมีอีกด้วย (Janse Van Vuuren and Groenewald, 2013) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของธาตุอาหารหลักในตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน โดยใช้เทคนิค NIRS เพื่อเป็นทางเลือกในการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างทดแทนการใช้วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง Spectrophotometer
2. เครื่อง Flame photometer
3. อุปกรณ์การย่อยและกลั่นไนโตรเจน (Macro kjeldahl digestion apparatus and distillation apparatus)
4. เครื่อง NIRS (Buchi NIRFlex N-500, Switzerland)
5. เครื่องบดตัวอย่างปุ๋ย
6. บิวเรต
7. เตาระเหยไฟฟ้า
8. เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
9. เครื่องแก้ว และวัสดุอื่น ๆ สำหรับวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ
10. ขวดพลาสติกสำหรับบรรจุตัวอย่าง
11. สารเคมี สำหรับวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ

วิธีการ

1. คัดเลือก รวบรวมตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ให้ครอบคลุมทุกระดับความเข้มข้น พร้อมกับรวบรวมข้อมูลของตัวอย่าง

2. วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการ ตามคู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี (กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี, 2551)

3. นำตัวอย่างปุ๋ยเคมีวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง NIRS โดยใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้ แบบวิธีสะท้อน (Reflectance) ด้วยหัววัดใยแก้วนำแสง (Fiber optic probe) โดยใช้แสงที่ความยาวคลื่น 800-2,500 นาโนเมตร หรือเลขคลื่น 4,000-12,500 ต่อเซนติเมตร

4. สร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ จากข้อ 3 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป NIRCal ของเครื่อง NIRS (Buchi NIRFlex N-500, Switzerland)

5. พิจารณาสมการทำนายผล โดยปรับปรุงสมการให้มีค่าความสัมพันธ์กับค่าการดูดกลืนแสง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient; r) ที่สูง ค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ (Standard error of calibration; SEC) และค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมินต่ำ (Standard error of prediction; SEP) ที่ต่ำ แล้วนำสมการไปประเมินในตัวอย่างปุ๋ยเคมี จนแน่ใจว่าสมการมีประสิทธิภาพในการประเมิน

6. เตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน สำหรับใช้ในการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกัน

6.1. บดตัวอย่างปุ๋ยเคมีผ่านตะแกรงขนาด 0.5 มิลลิเมตร สูตรละ 5 กิโลกรัม ร่อนตัวอย่างที่บดได้ทั้งหมดด้วยตะแกรงขนาด 40 เมช

6.2. นำตัวอย่างที่ร่อนแล้วทั้งหมดมาคลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้ง และตักใส่ขวดพลาสติกขนาด 30 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่น และกำหนดหมายเลขตัวอย่างในแต่ละขวด

6.3. สุ่มตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน สูตรละ 10 ขวด แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน

6.4. สุ่มตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายในเพิ่มอีก 1 ขวด อย่างน้อย 2 สูตร และเติมปุ๋ยยูเรียปริมาณ 10 กรัม คลุกเคล้าให้เข้ากัน และแบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ส่วน

7. นำตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายในวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการตามคู่มือการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี (กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี, 2551) และเทคนิค NIRS

8. พิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน และตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายในแบบเติมปุ๋ยยูเรีย โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว

9. ประเมินความสอดคล้องผลการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของทั้ง 2 วิธี

ระยะเวลาทำการทดลอง

ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ได้ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ จากการวิเคราะห์โดยวิธีของห้องปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตร จำนวน 381 ตัวอย่าง ดังแสดงใน Table 1

Table 1 Range of total nitrogen, total phosphorus, and water soluble potassium concentration of chemical fertilizer used in experiments

Properties	Concentration (%)	Number of samples
Total nitrogen	3-8	42
	9-20	260
	21-38	79
Total phosphorus	3-8	217
	9-20	135
	21-52	29
Water soluble potassium	3-8	143
	9-20	161
	21-40	77

2. วัดการดูดกลืนแสงของตัวอย่างปุ๋ยเคมี ด้วยเทคนิค NIRS พบว่า ได้สเปกตรัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ดังแสดงใน Figure 1 สร้างสมการโดยใช้การถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน และใช้การปรับแต่งสเปกตรัมเพื่อลดผลกระทบจากปัจจัยที่มีผลต่อสเปกตรัม และเลือกสมการที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการทำนายผลโดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์สูง ค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ต่ำ และค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมินต่ำ ดังแสดงตาม Table 2

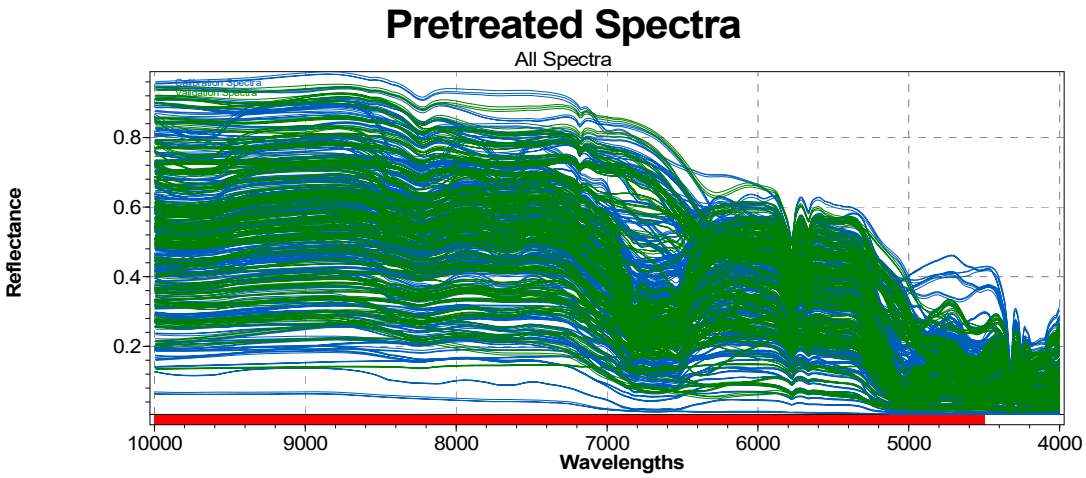


Figure 1 Reflectance spectra of a total 381 chemical fertilizers

Table 2 Correlation coefficient (r), standard error of calibration (SEC), standard error of prediction (SEP) and NIR spectra pretreatment method of fertilizer properties

Properties	r	SEC	SEP	NIR spectra pretreatment method
Total nitrogen	0.9292	2.2194	2.4472	Normalization by maxima* (nma), Second derivative smoothing gap2 (ds2g2)
Total phosphorus	0.9140	3.7199	3.2735	First derivative taylor 3 points (dt1), Normalization between 0 to 1* (n01)
Water soluble potassium	0.8250	6.1296	6.2192	-

ในการสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (N) ในตัวอย่างปุ๋ยเคมี พบว่าการปรับแต่งสเปกตรัมด้วยวิธี Normalization by maxima* (nma) และ Second derivative smoothing gap2 (ds2g2) ดังแสดงใน Figure 2 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ที่ทำนายได้จากสเปกตรัมมีความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ทางเคมี จาก Figure 3 แสดงจุดข้อมูลจากกลุ่มที่ใช้สำหรับสร้างสมการแคลิเบรชันจำนวน 438 ตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทวนสอบความแม่นยำของสมการจำนวน 216 ตัวอย่างที่กระจายรอบเส้นสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมีและค่าที่ได้จากการทำนาย และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูง เท่ากับ 0.9292 ค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ และค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมินที่ต่ำ เท่ากับ 2.2194 และ 2.4472 ตามลำดับ (Table 2)

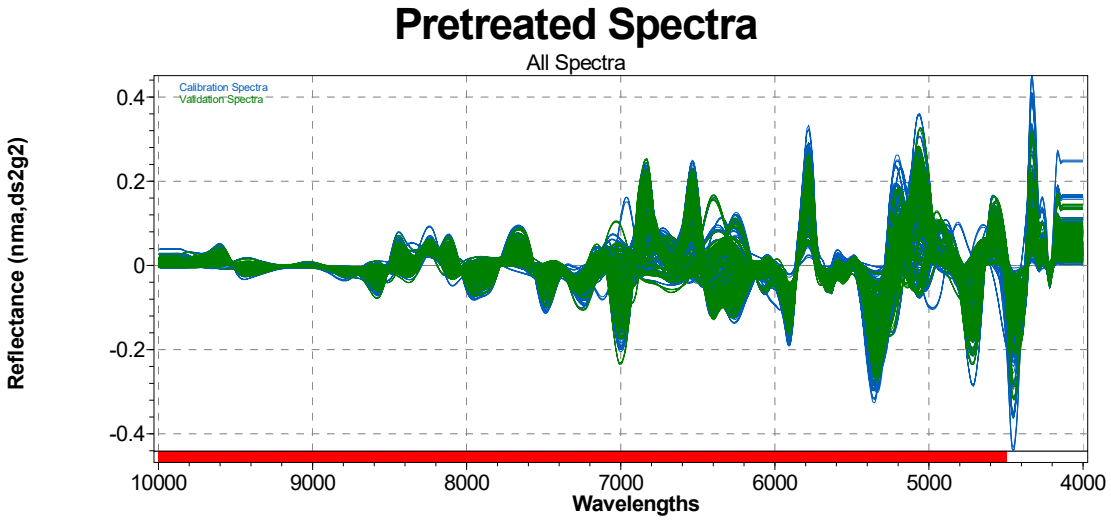


Figure 2 Pretreated spectra of chemical fertilizers for total nitrogen

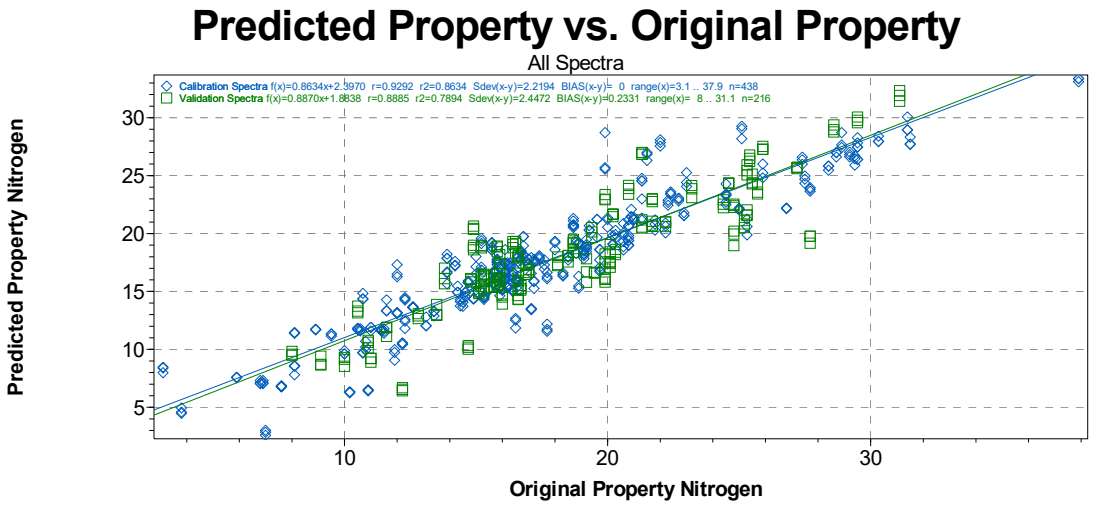


Figure 3 Relationships between the measured and the predicted values of total nitrogen of chemical fertilizer for the calibration and validation data set

Figure 4 แสดงการปรับแต่งสเปกตรัมด้วยวิธี First derivative taylor 3 points (dt1) และ Normalization between 0 to 1* (n01) ของตัวอย่างปุ๋ยเคมี ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมในการสร้างสมการทำนายปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) Figure 5 แสดงจุดข้อมูลจากกลุ่มที่ใช้สำหรับสร้างสมการแคลิเบรชันและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทวนสอบความแม่นยำของสมการ โดยมีจำนวนตัวอย่างเท่ากับการสร้างสมการทำนายปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด พบว่าค่าที่ทำนายได้จากสเปกตรัมมีความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ทางเคมี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.9140 ค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ และค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมิน เท่ากับ 3.7199 และ 3.2735 ตามลำดับ (Table 2)

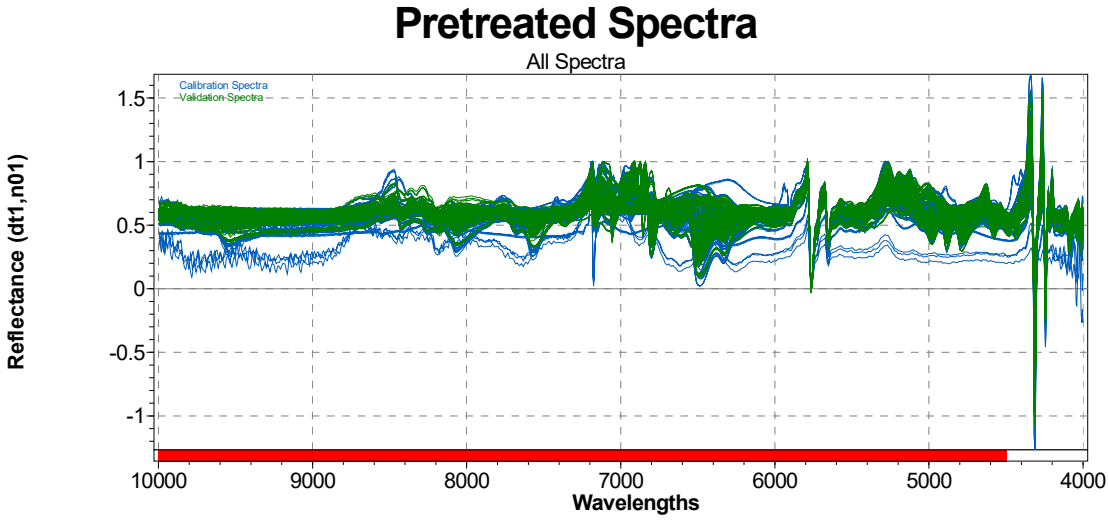


Figure 4 Pretreated spectra of chemical fertilizers for total phosphorus

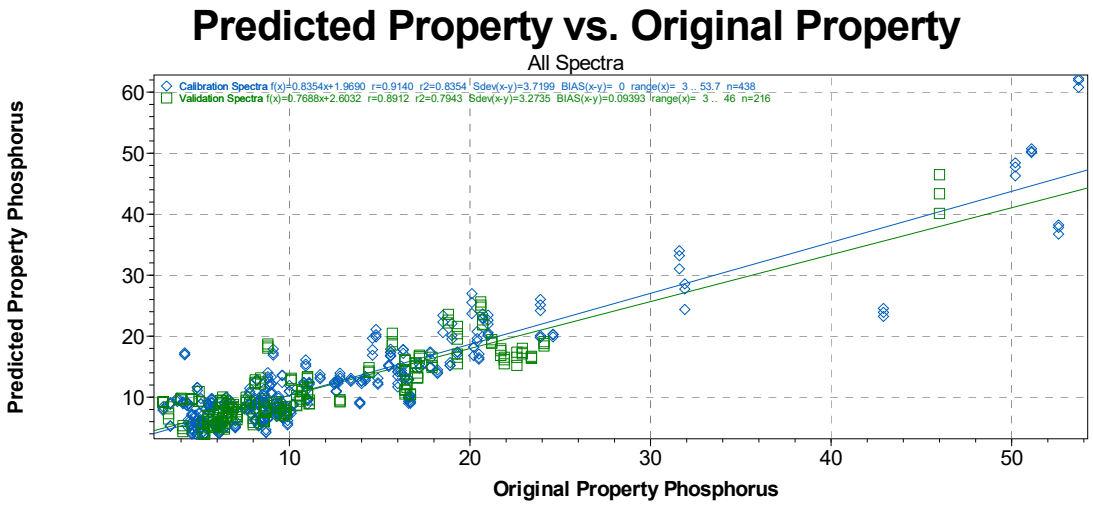


Figure 5 Relationships between the measured and the predicted values of total phosphorus of chemical fertilizer for the calibration and validation data set

การสร้างสมการทำนายปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำในตัวอย่างปุ๋ยเคมี ใช้สเปกตรัมดั้งเดิมที่ไม่ผ่านการปรับแต่งในการสร้างสมการทำนาย พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่ละลายน้ำที่ทำนายได้จากสเปกตรัมมีความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากวิธีวิเคราะห์ทางเคมี ดังแสดงใน Figure 6 แสดงจุดข้อมูลจากกลุ่มที่ใช้สำหรับสร้างสมการแคลิเบรชันจำนวน 640 ตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทวนสอบความแม่นยำของสมการจำนวน 320 ตัวอย่าง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.8250 ค่าความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ เท่ากับ 6.1296 และค่าความคลาดเคลื่อนในการประเมินเท่ากับ 6.2192 (Table 2)

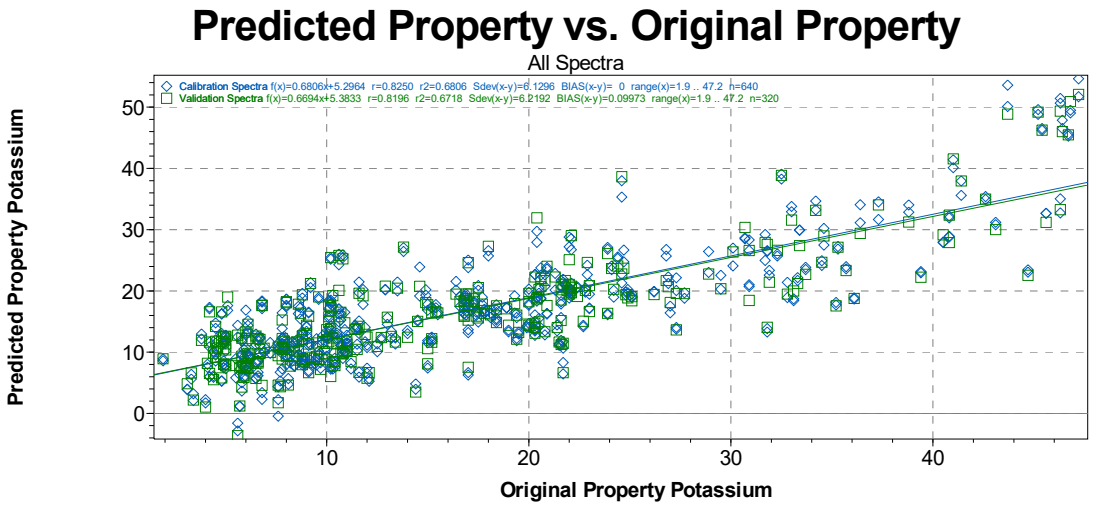


Figure 6 Relationships between the measured and the predicted values of water soluble potassium of chemical fertilizer for the calibration and validation data set

3. เตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน จำนวน 15 สูตร วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ โดยวิธีทางห้องปฏิบัติการ และวิธี NIRS เพื่อพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว เปรียบเทียบ ค่า F จากการคำนวณ (F–cal) และค่า F จากตารางที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (F–crit) หากค่า F–cal < F–crit แสดงถึงตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายในมีความเป็นเนื้อเดียวกัน พบว่า ผลการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของทั้ง 2 วิธีสอดคล้องกันในทุกตัวอย่างทดสอบ ตามที่แสดงใน Table 3–5

Table 3 Homogeneity testing for total nitrogen of chemical fertilizer samples

Internal reference material (Grad)	Homogeneity testing				Comparative results of two methods for homogeneity test
	Laboratory method		NIRS		
	F–cal*	evaluation	F–cal*	evaluation	
16-20-0	1.02	Homogeneous	1.19	Homogeneous	Same
16-8-8	1.93	Homogeneous	1.62	Homogeneous	Same
19-19-19	2.01	Homogeneous	1.47	Homogeneous	Same
10-52-17	1.32	Homogeneous	0.52	Homogeneous	Same
12-24-12	1.43	Homogeneous	1.68	Homogeneous	Same
15-7-18	0.63	Homogeneous	2.43	Homogeneous	Same
16-16-8	0.45	Homogeneous	1.18	Homogeneous	Same
18-46-0	2.49	Homogeneous	2.79	Homogeneous	Same
20-10-10	0.73	Homogeneous	1.61	Homogeneous	Same
18-0-0	0.94	Homogeneous	1.12	Homogeneous	Same
28-12-8	0.73	Homogeneous	1.22	Homogeneous	Same
16-20-0+urea	263.1	Non-Homogeneous	34.75	Non-Homogeneous	Same
16-8-8+urea	599.35	Non-Homogeneous	25.13	Non-Homogeneous	Same
19-19-19+urea	307.56	Non-Homogeneous	22.61	Non-Homogeneous	Same

* F-crit = 3.02, if F-cal < F-crit = Homogeneous; no difference between the mean values for group

Table 4 Homogeneity testing for total phosphorous of chemical fertilizer samples

Internal reference material (Grad)	Homogeneity testing				Comparative results of two methods for homogeneity test
	Laboratory method		NIRS		
	F–cal*	evaluation	F–cal*	evaluation	
16-8-8	0.64	Homogeneous	1.29	Homogeneous	Same
19-19-19	2.98	Homogeneous	0.58	Homogeneous	Same
10-52-17	1.89	Homogeneous	0.78	Homogeneous	Same
12-24-12	1.69	Homogeneous	1.86	Homogeneous	Same
15-7-18	1.04	Homogeneous	1.39	Homogeneous	Same
16-16-8	1.99	Homogeneous	1.95	Homogeneous	Same
18-46-0	0.99	Homogeneous	1.42	Homogeneous	Same
20-10-10	0.38	Homogeneous	1.98	Homogeneous	Same
20-8-20	0.42	Homogeneous	2.31	Homogeneous	Same
28-12-8	1.67	Homogeneous	1.74	Homogeneous	Same
13-13-21	2.3	Homogeneous	0.93	Homogeneous	Same
15-15-15	1.3	Homogeneous	1.04	Homogeneous	Same
18-4-6	2.88	Homogeneous	2.45	Homogeneous	Same
0-52-34	1.56	Homogeneous	1.98	Homogeneous	Same
15-7-18 +urea	74.42	Non-Homogeneous	45.56	Non-Homogeneous	Same
16-16-8 +urea	440.18	Non-Homogeneous	28.48	Non-Homogeneous	Same

* F-crit = 3.02, if F-cal < F-crit = Homogeneous; no difference between the mean values for groups

Table 5 Homogeneity testing for water soluble potassium of fertilizer samples

Internal reference material (Grad)	Homogeneity testing				Comparative results of two methods for homogeneity test
	Laboratory method		NIRS		
	F–cal*	evaluation	F–cal*	evaluation	
16-8-8	2.14	Homogeneous	1.92	Homogeneous	Same
19-19-19	1.85	Homogeneous	2.53	Homogeneous	Same
10-52-17	1.19	Homogeneous	0.94	Homogeneous	Same
12-24-12	0.34	Homogeneous	1.14	Homogeneous	Same
15-7-18	1.08	Homogeneous	0.71	Homogeneous	Same
16-16-8	2.13	Homogeneous	2.15	Homogeneous	Same
0-52-34	2.22	Homogeneous	1.52	Homogeneous	Same
20-10-10	1.06	Homogeneous	2.62	Homogeneous	Same
20-8-20	0.7	Homogeneous	2.55	Homogeneous	Same
28-12-8	0.82	Homogeneous	2.37	Homogeneous	Same
13-13-21	1.28	Homogeneous	2.62	Homogeneous	Same
15-15-15	2.57	Homogeneous	1.08	Homogeneous	Same
18-4-6	2.04	Homogeneous	2.35	Homogeneous	Same
15-7-18+urea	320.94	Non-Homogeneous	21.96	Non-Homogeneous	Same
16-16-8+urea	139.58	Non-Homogeneous	95.26	Non-Homogeneous	Same

* F-crit = 3.02, if F-cal < F-crit = Homogeneous; no difference between the mean values for groups

สรุปผลการทดลอง

จากการรวบรวมตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำให้ครอบคลุมช่วงความเข้มข้นตัวอย่างปุ๋ยเคมี และนำไปวิเคราะห์โดยวิธีทางห้องปฏิบัติการ แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเทคนิค NIRS จำนวน 381 ตัวอย่าง พบว่า ได้สเปกตรัมแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ และสร้างสมการด้วยวิธีถดถอยกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน และมีการปรับแต่งสเปกตรัมเพื่อลดผลกระทบจากปัจจัยที่มีผลต่อสเปกตรัม จากนั้นเลือกสมการที่ดีที่สุดเพื่อใช้ในการทำนายผล โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูง ความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์และความคลาดเคลื่อนในการประเมินที่ต่ำ พบว่ารายการทดสอบไนโตรเจนทั้งหมด ได้สมการทำนายผลที่มีการปรับแต่งสเปกตรัมด้วยวิธี Normalization by maxima* (nma) และ Second derivative smoothing gap2 (ds2g2) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9292 ค่า SEC เท่ากับ 2.2194 และค่า SEP เท่ากับ 2.4472 รายการทดสอบฟอสฟอรัสทั้งหมด มีการปรับแต่งสเปกตรัมด้วยวิธี First derivative taylor 3 points (dt1) และ Normalization between 0 to 1* (n01) โดยมีค่า r เท่ากับ 0.9140 ค่า SEC เท่ากับ 3.7199 และค่า SEP เท่ากับ 3.2735 และรายการทดสอบโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ ใช้สเปกตรัมดั้งเดิมในการทำนาย โดยมีค่า r เท่ากับ 0.8250 ค่า SEC เท่ากับ 6.1296 และค่า SEP เท่ากับ 6.2192

จากการเตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายในที่มีสูตรต่าง ๆ จำนวน 15 สูตร วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ โดยวิธีทางห้องปฏิบัติการ และวิธี NIRS เพื่อพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว พบว่าผลการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันของทั้ง 2 วิธีให้ผลสอดคล้องกันในทุกตัวอย่างทดสอบ

ข้อเสนอแนะ และการนำไปใช้ประโยชน์

เทคนิค NIRS สามารถใช้เป็นเป็นวิธีทางเลือกในการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ เพื่อพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันสำหรับตัวอย่างปุ๋ยเคมีอ้างอิงภายใน ที่มีความสะดวกรวดเร็ว ลดขั้นตอนการวิเคราะห์ และลดการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้วิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2551. *คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี*. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร. กรมวิชาการเกษตร. กรุงเทพฯ. 66 หน้า

จิตติมา วีระนันทนาพันธ์. 2555. *การใช้ประโยชน์ NIRS ในภาคอุตสาหกรรมปุ๋ยครั้งแรกในประเทศไทย*. ใน The 3rd Asian Near-Infrared Symposium , Shot Course in Thai เทคนิค Near-Infrared Spectroscopy (NIRS). Kasetsart University and Asian Near-Infrared Consortium. May 14-18, 2012 . Bangkok : Amari Watergate Hotel, Thailand. 1-7.

วารุณี ธนะแพสย์ ศุมาพร เกษมสำราญ ศิวลักษณ์ ปฐวีรัตน์ อนุพันธุ์ เทอดวงศ์วรกุล ปิติพร ฤทธิเรืองเดช ธงชัย สุวรรณสิชณ์ และรณฤทธิ์ ฤทธิรณ. 2555. *เทคโนโลยีอินฟราเรดย่านใกล้และการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตผลทางการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตร กรุงเทพฯ. 270 หน้า

Aenugu, H. P. R., D. S. Kumar, N. Srisudharson, S. Parthiban, S. Ghosh and D. Banji. 2011. Near Infra Red Spectroscopy- An Overview. *International Journal of ChemTech Research 3*: 825-836.

ISO Guide 31. 2015. Reference Materials — Contents of Certificates, Labels and Accompanying Documentation.

ISO Guide 35. 2006. Reference Materials — General and Statistical Principles for Certification.

Janse Van Vuuren J. A. and C. A. Groenewald. 2013. Use of Scanning Near-Infrared Spectroscopy as a Quality Control Indicator for Bulk Blended Inorganic Fertilizers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis 44*: 120-135.

Lin Z., R. Wang, Y. Wang, L. Wang, C. Lu, Y. Liu, Z. Zhang and L. Zhu. 2018. Accurate and Rapid Detection of Soil and Fertilizer Properties Based on Visible/Near-Infrared Spectroscopy. *Appl. Opt. 57*: 69-73.

Official Methods of Analysis of AOAC International. 2016. AOAC International Gaithersburg, MD, USA, Official Method 20 th Ed.

Ozaki Y. 2012. Near-Infrared Spectroscopy--Its Versatility in Analytical Chemistry. *Anal Sci 28*: 545-563.

Qiao Y. and S. Zhang. 2012. Near-Infrared Spectroscopy Technology for Soil Nutrients Detection Based on LS-SVM. *Computer and Computing Technologies in Agriculture V*: 325-335.

Reich G. 2005. Near-Infrared Spectroscopy and Imaging: Basic Principles and Pharmaceutical Applications. *Advanced Drug Delivery Reviews 57*: 1109-1143.

Wang C., C. Huang, J. Qian, J. Xiao, H. Li, Y. Wen, X. He, W. Ran, Q. Shen and G. Yu. 2014. Rapid and Accurate Evaluation of The Quality of Commercial Organic Fertilizers Using Near Infrared Spectroscopy. *PLoS One 9(2)*: e88279.

Wilcox Rand R. 2003. 9 - One-Way Anova. *Applying Contemporary Statistical Techniques*: 285-328.

การผลิตตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน สำหรับการวิเคราะห์พืช
Preparation of Plant Internal Reference Material for Plant Analysis

นันทกานต์ ขุนโหร สุพิศสา ทองเขียว เพชรรัตน์ ศิริวิ สุวลักษมิ์ ไชยทอง สาธิดา โพธิ์น้อย

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABTRACT

Quality control for plant nutrient analysis is important. Therefore, in order to reduce the budget for the purchase of certified reference materials. In 2016–2018, the preparation of internal reference plants for the analysis of plant nutrients from 3 types in plant leaves, including lychee, sweet corn and soybean leaves. Each the type of plant leaves was collected amount of 2 kilograms. The samples were grinded and mixed into homogeneous. The amount of nutrients, nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium were analyzed. The homogeneity of the sample was tested by statistical variance with ANOVA (ISO guide 35) that did not cut outliers to determine the value from the average of nutrient content and the stability was tested at a period of 0, 3, 6, 12 and 24 months. From the experiment, the F_{cal} value compared with $F_{critical}$ value, it was found that the data analysis of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium of the lychee leaves were 0.86 1.14 2.94, 1.26 and 0.67 respectively and sweet corn leaves were 2.61, 1.00, 1.64, 2.61 and 2.26 respectively, in addition, soybean leaves were 1.88, 0.64, 0.67, 0.47 and 2.15 respectively, which were less than the $F_{critical}$ value, indicating that the samples were homogeneous. Determination of values from the average value of plant nutrients in lychee leaves were 1.60 ± 0.004 %N, 0.18 ± 0.048 %P, 0.87 ± 0.012 %K, 0.61 ± 0.004 %Ca and 0.39 ± 0.002 %Mg, sweet corn leaves were 3.56 ± 0.009 %N, 0.38 ± 0.003 %P, 1.72 ± 0.007 %K, 1.18 ± 0.006 %Ca, 0.20 ± 0.003 %Mg and soybean leaves were 5.14 ± 0.018 %N, 0.29 ± 0.004 %P, 1.80 ± 0.013 %K, 1.48 ± 0.015 %Ca and 0.40 ± 0.003 %Mg. The stability of internal reference plant was tested by the regression table and evaluated the p-value greater than **α** at 95 percent confidence level. The nutrient content of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in lychee and sweet corn leaves had the values of p-value greater than **α** at 24 months period. The nitrogen, potassium and magnesium nutrient content in soybean leaves had a value of p-value greater than **α** at 12 months period and nutrient content of phosphorus and calcium in soybean leaves had a value of p-value greater than **α** at 24 months.

Keyword: Internal reference material, Plant nutrient, Homogeneity, Assigned value, Stability

บทคัดย่อ

การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในพืชมีความสำคัญ จึงต้องมีการจัดเตรียมตัวอย่างพืชอ้างอิงภายใน เพื่อเป็นการลดงบประมาณการซื้อวัสดุอ้างอิงรับรองมาตรฐาน ในปี 2559 – 2561 ได้จัดทำตัวอย่างพืชอ้างอิงภายในสำหรับวิเคราะห์ธาตุอาหารในพืช จากใบพืช 3 ชนิด ได้แก่ ลิ้นจี่ ข้าวโพดหวาน และถั่วเหลืองฝักสด โดยเก็บใบพืชทั้ง 3 ชนิดปริมาณชนิดละ 2 กิโลกรัม นำมาเตรียมและบดให้ละเอียดผสมตัวอย่างแต่ละชนิดให้เป็นเนื้อเดียวกัน ทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม นำค่าที่วิคราะห์ได้มาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง โดยหาความแปรปรวนทางสถิติด้วย ANOVA (ISO guide 35) ที่ไม่ตัด outliers ออก หาค่ากำหนดจากค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหาร และทดสอบความเสถียรของตัวอย่าง ที่

ระยะเวลา 0, 3, 6, 12 และ 24 เดือน จากการทดลองเมื่อเปรียบเทียบตาราง F พบว่า F_{cal} ที่คำนวณได้จากข้อมูลผลวิเคราะห์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ของใบลิ้นจี่ มีค่า 0.86 1.14 2.94, 1.26 และ 0.67 ตามลำดับ ใบข้าวโพดหวาน มีค่า 2.61, 1.00, 1.64, 2.61 และ 2.26 ตามลำดับ และใบถั่วเหลืองฝักสด มีค่า 1.88, 0.64, 0.67, 0.47 และ 2.15 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าค่า $F_{critical}$ แสดงว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน การหาค่ากำหนดจากค่าเฉลี่ยของปริมาณธาตุอาหารพืชในใบลิ้นจี่มีค่า 1.60±0.004 %N, 0.18±0.048 %P, 0.87±0.012 %K, 0.61±0.004 %Ca และ 0.39±0.002 %Mg ใบข้าวโพดหวานมีค่า 3.56±0.009 %N, 0.38±0.003 %P, 1.72±0.007 %K, 1.18±0.006 %Ca, 0.20±0.003 %Mg ใบถั่วเหลืองมีค่า 5.14±0.018 %N, 0.29±0.004 %P, 1.80±0.013 %K, 1.48±0.015 %Ca และ 0.40± 0.003 %Mg การหาค่าความเสถียรของตัวอย่าง จากตาราง Regression โดยประเมินค่า p-value มากกว่า **α** ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 พบว่า ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ในใบลิ้นจี่และใบข้าวโพดหวาน มีค่า p-value มากกว่า **α** ที่ระยะเวลา 24 เดือน ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน โพแทสเซียมและแมกนีเซียมในตัวอย่างใบถั่วเหลืองฝักสด มีค่า p-value มากกว่า **α** ที่ระยะเวลา 12 เดือน และปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสและแคลเซียมในใบถั่วเหลืองฝักสด มีค่า p-value มากกว่า **α** ที่ระยะเวลา 24 เดือน

คำสำคัญ: ตัวอย่างอ้างอิงภายใน ปริมาณธาตุอาหารในพืช ความเป็นเนื้อเดียวกัน ค่ากำหนด ความเสถียร

คำนำ

วัสดุอ้างอิง คือ วัสดุหรือสารที่มีคุณสมบัติหนึ่งอย่างหรือหลายอย่าง มีความเป็นเนื้อเดียวกัน อาจอยู่ในรูปของก๊าซ ของเหลว หรือของแข็ง อาจเป็นสารบริสุทธิ์หรือของผสม เช่น สารละลายที่ใช้ในการเปรียบเทียบในการวิเคราะห์ทางเคมี (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ วัสดุอ้างอิงมาตรฐาน วัสดุอ้างอิงรับรอง และวัสดุอ้างอิงภายใน ตามข้อกำหนดทางวิชาการของ ISO/IEC 17025 ข้อ 5.9 การประกันคุณภาพผลการทดสอบเทียบ ระบุไว้ว่า ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานในการควบคุมคุณภาพเพื่อเฝ้าระวังความใช้ได้ของการทดสอบและสอบเทียบที่ดำเนินการ ข้อมูลที่ได้ต้องได้รับการบันทึกไว้ในลักษณะที่สามารถตรวจสอบแนวโน้มต่างๆ ได้ และถ้าทำได้ต้องใช้วิธีทางสถิติในการทบทวนผลต่างๆ ด้วย การเฝ้าระวังนี้ต้องมีการวางแผน และทบทวน และอาจรวมถึงวิธีต่อไปนี้หรือวิธีอื่นที่เหมาะสม ก) มีการใช้วัสดุอ้างอิงรับรองเป็นประจำและ/หรือมีการควบคุมคุณภาพภายในโดยใช้วัสดุอ้างอิงทุติยภูมิ ข) การเข้าร่วมในการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ หรือโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ ค) การทดสอบหรือสอบเทียบซ้ำโดยวิธีการเดิมหรือต่างวิธี ง) การทดสอบหรือสอบเทียบซ้ำอีกโดยใช้ตัวอย่างที่เก็บไว้ จ) การหาสหสัมพันธ์ของผลที่ได้สำหรับคุณลักษณะที่แตกต่างกันของตัวอย่าง จากข้อกำหนดดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า วัสดุอ้างอิงมีความสำคัญในการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้ห้องปฏิบัติการเป็นที่ยอมรับในระดับสากล

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างพืช 3 ชนิด
2. ถุงพลาสติก ถุงฟอยด์
3. สารเคมีที่จำเป็นในการวิเคราะห์
4. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ
5. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง เช่น ตู้อบตัวอย่างพืช เครื่องบดพืช ตะแกรงร่อนตัวอย่าง เครื่องชั่ง กระดาษกรอง ฯลฯ
6. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นในการวิเคราะห์ได้แก่ เครื่องย่อยและกลั่นไนโตรเจน เครื่อง UV/VIS Spectrophotometer Atomic absorption Spectrophotometer

วิธีการ

1. การเก็บและเตรียมตัวอย่างพืชตาม Guidelines for quality management in soil and plant laboratories (Reeuwijk, 1998)

1.1 การเก็บตัวอย่างพืช ทำการเก็บตัวอย่างใบลิ้นจี่ ใบข้าวโพดหวาน และใบถั่วเหลืองฝักสด ให้ได้อย่างน้อยประมาณ 2 กิโลกรัมน้ำหนักแห้ง

ใบลิ้นจี่ เก็บที่ระยะก่อนออกดอก โดยเก็บใบที่ 2-4 ของช่อใบที่ 3-4 เก็บตัวอย่าง ณ อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา ใบข้าวโพดหวานเก็บที่ระยะแทงไหม โดยเก็บใบตรงข้ามฝักด้านบน เลือกเอาเฉพาะส่วนที่อยู่ช่วงกลางใบ เก็บตัวอย่าง ณ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา และ ใบถั่วเหลือง เลือกก้านใบที่โตเต็มที่ ที่สูงที่สุด (ก้านใบที่ 3 หรือ 4) เก็บตัวอย่าง ณ ศูนย์วิจัยพืชไร่ลพบุรี ดังแสดงใน Figure 1



Figure 1 The position of leaves for analysis a) lychee b) sweet corn c) soy been

1.2 การเตรียมตัวอย่างพืช

ดำเนินการทำความสะอาดด้วยน้ำยาทำความสะอาด และล้างด้วยน้ำกลั่น จากนั้นผึ่งตัวอย่างให้หมาด นำตัวอย่างอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างที่ได้ไปบดครั้งที่ 1 ด้วยเครื่องบดตัวอย่าง นำมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน และนำไปบดตัวอย่างครั้งที่ 2 เพื่อให้ตัวอย่างมีความละเอียดเพิ่มมากขึ้น ตัวอย่างที่ได้นำมาใส่ถุงขนาดใหญ่เพื่อทำการผสมให้ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นแบ่งบรรจุใส่ในถุงฟรอยด์ ปริมาณถุงละ 10 กรัม ดังแสดงใน Figure 2



Figure 2 Plant sample for analysis a) The mixing plant sample b) Packaged plant samples in foil bag

2. การทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง (homogeneity testing)

2.1 สุ่มตัวอย่างพืชแต่ละชนิดมา 10 ตัวอย่าง เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารตามวิธีวิเคราะห์พืช (ไพลิน, 2546) และ (Motsara *et al.,* 2008) ดังนี้ ธาตุไนโตรเจน วิเคราะห์ด้วย วิธี Modified semi-micro Kjeldahl ธาตุฟอสฟอรัส วิเคราะห์ด้วยวิธี Vanadomolybdate ธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม วิเคราะห์ด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometer

2.2 นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ในตัวอย่างพืชแต่ละชนิดมาหาความเป็นเนื้อเดียวกัน โดยอ้างอิงจาก ISO guide 35 โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ANOVA : single factor โดยไม่ตัด outlier ออก

2.3 เปรียบเทียบค่าจากการคำนวณ (F_{cal}) และ ค่าจากตาราง ($F_{critical}$) ถ้า F_{cal} มีค่าน้อยกว่า $F_{critical}$ แสดงว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน

3. การทดสอบค่ากำหนด (Assigned Value) นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ในตัวอย่างพืชแต่ละชนิดมาหาค่าเฉลี่ย และหาค่าความคลาดเคลื่อนตามสมการ

$$s_{bb}^2 = s_A^2 = \frac{MS_{among} - MS_{within}}{n_0}$$

$$s_{bb} = u_{bb} = \sqrt{s_A^2}$$

$$s_r = \sqrt{MS_{within}}$$

เมื่อ

S_{bb} = between-bottle (in) homogeneity standard deviation

S^2_A = between-bottle variance

U_{bb} = standard uncertainty due to between-bottle (in) homogeneity

MS_{among} = Mean square between (ANOVA)

MS_{within} = Mean square within (ANOVA)

n_o = (effective) number of (sub)group members (ANOVA)

โดยมีเงื่อนไข $S_r < S_{bb}$ จึงยอมรับความคลาดเคลื่อน $S_{bb} = U_{bb}$

หาก $S_r < S_{bb}$ ให้คำนวณความคลาดเคลื่อน U_{bb} โดยใช้สมการ

$$U_{bb} = \sqrt{\frac{MS_{within}}{n}} \cdot \sqrt[4]{\frac{2}{\gamma_{MSwithin}}} = \sqrt{\frac{MS_{within}}{n}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\gamma_{MSwithin}}}$$

เมื่อ

$\gamma_{MS_{within}}$ = Degree of Freedom for MS_{within} =number of bottle x (n-1)

N = number of replicates

4. การทดสอบความเสถียร (Stability testing)

นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ในตัวอย่างพืชแต่ละชนิดมาวิเคราะห์ค่าความเสถียร โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย (จันทรัตน์, 2557)

4.1 วิเคราะห์ทางสถิติ Regression analysis

สร้างสมการความถดถอยเชิงเส้น (Simple linear regression) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (X) คือ ระยะเวลาในการเก็บวัสดุอ้างอิง/วัสดุอ้างอิงรับรอง และตัวแปรตาม (Y) คือ ผลของการทดสอบปริมาณธาตุอาหารในพืช

ตัวแบบการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple linear regression analysis)

$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i$ i= 1, 2, 3,..., n

เมื่อ Y_i คือ ค่าสังเกตของตัวแปรตามจากหน่วยที่ i

X_i คือ ค่าสังเกตของตัวแปรอิสระจากหน่วยที่ i

β_0 คือ จุดตัดแกน Y

β_1 คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) หรือ ความชันของเส้นถดถอย

$\boldsymbol{\varepsilon}$i คือ ความคลาดเคลื่อน

4.2 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บวัสดุอ้างอิง/วัสดุอ้างอิงรับรองและปริมาณธาตุอาหารในพืช โดยทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับ ความชันของเส้นถดถอย (β_1) สำหรับการทดสอบความเสถียร

4.2.1 การวิเคราะห์การถดถอยด้วยค่าสถิติ t

สมมติฐานที่ต้องการทดสอบ $H_0 : \beta_1 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$

สถิติทดสอบ $$t = \frac{|b_1|}{S(b_1)}$$

เมื่อ b_1 หมายถึง Slope $$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_1 - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

$S(b_1)$ หมายถึง SD of slope $$S(b_1) = \frac{s}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}}$$

ขอบเขตปฏิเสธ H_0 : จะปฏิเสธ H_0 เมื่อ $|t| > t_{\alpha/2,n-2}$

สรุปผล : เมื่อปฏิเสธ H_0 คือยอมรับ H_1: $\beta_1 \neq 0$ แสดงว่าความชันของเส้นถดถอยไม่เป็นศูนย์ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายในไม่มีความเสถียร

เมื่อยอมรับ $H_0 : \beta_1 = 0$ แสดงว่าความชันของเส้นถดถอยเป็นศูนย์ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายในมีความเสถียร

4.2.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบ F จากตาราง Regression

คำนวณค่าเฉลี่ยและวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบแบบ F ที่องศาความเป็นอิสระ (df) 1 และ n-2 ระดับนัยสำคัญ α = 0.05

สถิติทดสอบ $$F = \frac{MSR}{MSE}$$

สรุปผล : เมื่อ $F > F_{1-\alpha(1,n-2)}$ หรือ p-value < α แสดงว่าตัวอย่างพืชอ้างอิงภายในไม่มีความเสถียร

$F < F_{1-\alpha(1,n-2)}$ หรือ p-value > α แสดงว่าตัวอย่างพืชอ้างอิงภายในมีความเสถียร

ระยะเวลาการทำการทดลอง

ตุลาคม 2559 - กันยายน 2561

สถานที่ทดลอง

ณ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยพืชวัตถุเคมีทางการเกษตรและนิวเคลียร์เทคนิคการเกษตร กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของตัวอย่าง (homogeneity testing)

จากการนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ในตัวอย่างพืชแต่ละชนิดมาหาความเป็นเนื้อเดียวกันโดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ANOVA แบบทางเดียว โดยไม่ตัด outlier ออก ค่าจากการคำนวณ (F_{cal}) และค่าจากตารางหรือค่าวิกฤต ($F_{critical}$) ของแต่ละธาตุในแต่ละตัวอย่างพืชแสดงใน Table 1

Table 1 The results of N, P, K, Ca and Mg in Internal reference material

Types of plants	Parameters	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Lychee's leaves	Mean	1.60	0.18	0.87	0.61	0.39
	F_{cal}	0.8642	1.1410	2.9474	1.2593	0.6667
	$F_{critical}$			3.0204		
Sweet corn's leaves	Mean	3.56	0.38	1.72	1.18	0.2
	F_{cal}	2.6135	1.0000	1.6449	2.6135	2.2593
	$F_{critical}$			3.0204		
Soybean's leaves	Mean	5.14	0.29	1.8	1.48	0.4
	F_{cal}	1.8783	0.6374	0.6693	0.4737	2.1481
	$F_{critical}$			3.0204		

F_{cal} มีค่าน้อยกว่า $F_{critical}$ ($F_{0.05, 9, 10}$) แสดงว่าตัวอย่างใบลิ้นจี่ ใบข้าวโพดหวาน และใบถั่วเหลืองฝักสดมีความเป็นเนื้อเดียวกันทางสถิติสามารถใช้เป็นตัวอย่างพืชอ้างอิงภายในได้

2. ผลการทดสอบค่ากำหนด (Assigned Value) จากการนำค่าผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ในตัวอย่างพืชแต่ละชนิดมาหาค่าเฉลี่ย และหาค่าความคลาดเคลื่อน ผลการวิเคราะห์แสดงใน Table 2

Table 2 The results of N, P, K, Ca and Mg in Internal reference material

Types of plants	Parameters	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Lychee's leaves	Mean	1.60	0.18	0.87	0.61	0.39
	Estimated uncertainty	0.004	0.048	0.012	0.004	0.002
Sweet corn's leaves	Mean	3.56	0.38	1.72	1.18	0.2
	Estimated uncertainty	0.009	0.003	0.070	0.006	0.003
Soybean's leaves	Mean	5.14	0.29	1.8	1.48	0.4
	Estimated uncertainty	0.018	0.004	0.023	0.015	0.003

3. ผลการทดสอบความเสถียร (Stability testing)

จากการนำค่าผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ในตัวอย่างพืชแต่ละชนิดที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 12 และ 24 เดือน ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย พบว่าความชันของเส้นถดถอยเป็นศูนย์ ($|t| < t_{\alpha/2,n-2}$) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงว่าตัวอย่างพืชอ้างอิงมีความเสถียร (Figure 3)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการทดสอบ F จากตาราง Regression ของปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียม ของตัวอย่างพืชอ้างอิงทั้ง 3 ชนิด ที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 12 และ 24 เดือน พบว่าปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในใบลิ้นจี่และใบข้าวโพดหวานมีค่า p-value มากกว่า α ที่ระดับความเชื่อมั่น

95% แสดงว่าปริมาณธาตุอาหารทั้งหมดในใบลิ้นจี่และใบข้าวโพดหวานมีความเสถียร และพบว่าที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 12 และ 24 เดือน ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัส และแคลเซียมในใบถั่วเหลืองฝักสดมีค่าp-value มากกว่า α ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ที่ระยะเวลา 0, 3, 6 และ 12 เดือน ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน โพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบถั่วเหลืองฝักสดมีค่า p-value มากกว่า α ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงว่าตัวอย่างถั่วเหลืองใบฝักสดมีความเสถียรในระยะเวลา 12 เดือน สำหรับใช้เป็นตัวอย่างพืชอ้างอิงในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน โพแทสเซียมและแมกนีเซียม และมีความเสถียรในระยะเวลา 24 เดือน สำหรับใช้เป็นตัวอย่างพืชอ้างอิงในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสและแคลเซียม

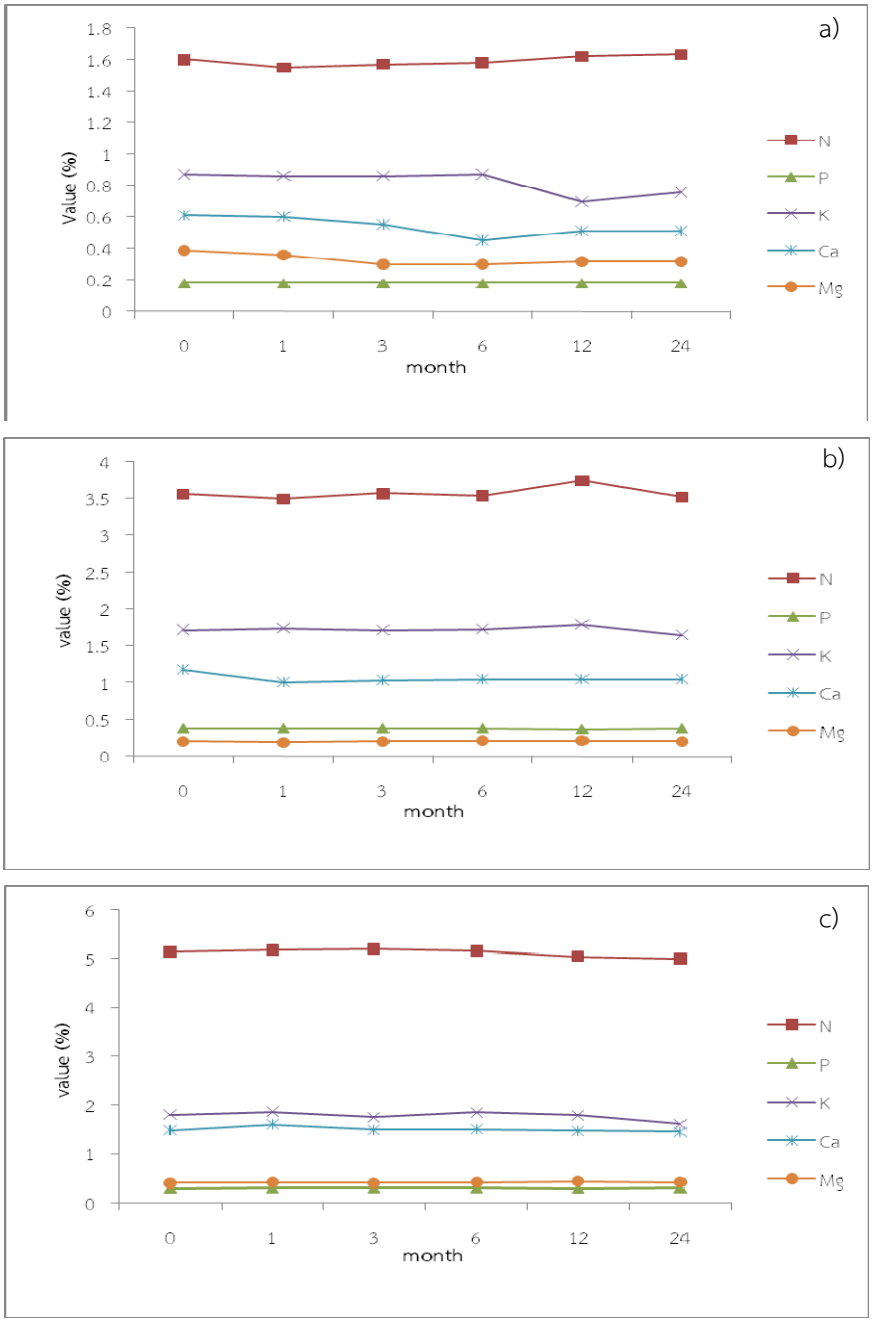


Figure 3 Stability of plant nutrient a) Lychee b) Sweet corn c) Soy bean

สรุปผลการทดลอง

ตัวอย่างพืชอ้างอิงภายในที่ถูกจัดทำขึ้น 3 ชนิด ได้แก่ ใบลิ้นจี่ ใบข้าวโพดหวาน และใบถั่วเหลืองฝักสด มีความเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด มีค่ากำหนดปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ดังนี้ ใบลิ้นจี่มีค่า 1.60±0.004 %N, 0.18±0.048%P, 0.87±0.012 %K, 0.61±0.004 %Ca และ 0.39±0.002 %Mg ใบข้าวโพดหวานมีค่า 3.56±0.009%N, 0.38±0.003 %P, 1.72±0.007 %K, 1.18±0.006 %Ca และ 0.20±0.003 %Mg ใบถั่วเหลืองมีค่า 5.14±0.018%N, 0.29±0.004%P, 1.80±0.013%K, 1.48±0.015%Ca และ 0.40± 0.003 %Mg จากการทดสอบความเสถียร ที่ 0, 3, 6, 12 และ 24 เดือน ปริมาณธาตุอาหาร ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียม ในใบลิ้นจี่และใบข้าวโพดหวานมีความเสถียรทั้งหมด และพบว่าปริมาณธาตุอาหารฟอสฟอรัสและแคลเซียมในใบถั่วเหลืองฝักสดมีความเสถียรที่ระยะเวลา 0, 3, 6, 12 และ 24 เดือน และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน โพแทสเซียมและแมกนีเซียมในใบถั่วเหลืองฝักสดมีความเสถียรที่ระยะเวลา 0, 3, 6 และ 12 เดือน

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. ใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงภายในสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์พืชของกรมวิชาการเกษตร และห้องปฏิบัติการอื่นๆที่สนใจในการนำไปใช้ เพื่อควบคุมคุณภาพภายใน และทำให้ผลการวิเคราะห์ทดสอบมีความน่าเชื่อถือ
2. ลดงบประมาณในการจัดทำตัวอย่างพืชอ้างอิงภายในสำหรับห้องปฏิบัติการอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2557. วัสดุอ้างอิงคืออะไร? แหล่งที่มา http://webdb.dmsc.moph.go.th/rm/, สืบค้นเมื่อ27 มีนาคม 2557.

จันทรัตน์ วรสรรพวิทย์. 2557. การศึกษาความเสถียรของวัสดุอ้างอิง/วัสดุอ้างอิงรับรอง โดยใช้การวิเคราะห์การถดถอย. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ ปีที่ 62 ฉบับที่ 194* : 26-29.

ไพลิน เหล็กคง. 2546. *คู่มือการวิเคราะห์พืช.* กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยเคมีสรีรวิทยาพืช กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 42 หน้า

Motsara, M.R. and R.N. Roy. 2008. Guide to laboratory establishment for plant nutrient analysis. FAO Fertilizer and plant nutrition bulletin. Food and agriculture organization of the united nations. Rome

ISO Guide 35. Reference Materials – General and statistical principles for certification, Geneva, Switzerland 2006.

Reeuwijk, L.P. van. 1998. Guidelines for Quality Management in Soil and Plant Laboratories. FAO Soil Bulletin 74. International and Information Center. Rome

ภาคผนวก

Appendix Table 1 The Analysis of Variance – one way ANOVA of N in Lychee's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.0007	9	7.78E-05	0.864198	0.581942	3.020383
Within Groups	0.0009	10	9E-05			
Total	0.0016	19				

Appendix Table 2 The Analysis of Variance – one way ANOVA of P in Lychee's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	6.88E-05	9	7.64E-06	1.140962	0.417072	3.020383
Within Groups	6.7E-05	10	6.7E-06			
Total	0.000136	19				

Appendix Table 3 The Analysis of Variance – one way ANOVA of K in Lychee's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.001367	9	0.000152	2.947408	0.0537	3.020383
Within Groups	0.000516	10	5.16E-05			
Total	0.001883	19				

Appendix Table 4 The Analysis of Variance – one way ANOVA of Ca in Lychee's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.00068	9	7.56E-05	1.259259	0.360383	3.020383
Within Groups	0.0006	10	6E-05			
Total	0.00128	19				

Appendix Table 5 The Analysis of Variance – one way ANOVA of Mg in Lychee's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.00012	9	1.33E-05	0.666667	0.723124	3.020383
Within Groups	0.0002	10	0.00002			
Total	0.00032	19				

Appendix Table 6 The Analysis of Variance – one way ANOVA of N in Sweet corn's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.002705	9	0.000301	2.613527	0.075303	3.020383
Within Groups	0.00115	10	0.000115			
Total	0.003855	19				

Appendix Table 7 The Analysis of Variance – one way ANOVA of P in Sweet corn's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	4.5E-05	9	5E-06	1	0.49539	3.020383
Within Groups	5E-05	10	5E-06			
Total	9.5E-05	19				

Appendix Table 8 The Analysis of Variance – one way ANOVA of K in Sweet corn's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.22428	9	0.02492	1.644884	0.224507	3.020383
Within Groups	0.1515	10	0.01515			
Total	0.37578	19				

Appendix Table 9 The Analysis of Variance – one way ANOVA of Ca in Sweet corn's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.002705	9	0.000301	2.613527	0.075303	3.020383
Within Groups	0.00115	10	0.000115			
Total	0.003855	19				

Appendix Table 10 The Analysis of Variance – one way ANOVA of Mg in Sweet corn's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.000305	9	3.39E-05	2.259259	0.110145	3.020383
Within Groups	0.00015	10	0.000015			
Total	0.000455	19				

Appendix Table 11 The Analysis of Variance – one way ANOVA of N in Soybean's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.012425	9	0.001381	1.878307	0.170015	3.02038
Within Groups	0.00735	10	0.000735			
Total	0.019775	19				

Appendix Table 12 The Analysis of Variance – one way ANOVA of P in Soybean's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.000545	9	6.056E-05	0.6374269	0.7447832	3.02038
Within Groups	0.00095	10	9.5E-05			
Total	0.001495	19				

Appendix Table 13 The Analysis of Variance – one way ANOVA of K in Soybean's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.013945	9	0.0015494	0.6693065	0.7211698	3.02038
Within Groups	0.02315	10	0.002315			
Total	0.037095	19				

Appendix Table 14 The Analysis of Variance – one way ANOVA of Ca in Soybean's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.00388	9	0.0004311	0.473748474	0.8619638	3.02038
Within Groups	0.0091	10	0.00091			
Total	0.01298	19				

Appendix Table 15 The Analysis of Variance – one way ANOVA of Mg in Soybean's leaves

Source of Variation	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*P-value*	*F crit*
Between Groups	0.00058	9	6.444E-05	2.148148148	0.1246783	3.02038
Within Groups	0.0003	10	3E-05			
Total	0.00088	19				

กรอบการประเมินผลการปฏิบัติราชการ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

ตารางแสดงความรับผิดชอบ Owner – Supporter : OS Matrix

ลำดับที่	ตัวชี้วัด	กกค.	กปว.	กวพ.	กบว.	ศปผ. ขอนแก่น	ฝบท.
	มิติภายนอก (น้ำหนักร้อยละ 60)						
	การประเมินประสิทธิผล [ผลลัพธ์และผลผลิต] (น้ำหนักร้อยละ 50)						
1	ระดับความสำเร็จของการนำผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเกษตร	O	S	S	S/R	S	S
2	ร้อยละของผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตและมีการนำไปใช้ประโยชน์		O		S/R	O	
3	ระดับความสำเร็จของการขับเคลื่อนแผนปฏิรูปองค์การ “ประเด็นถ่ายโอนภารกิจ”			O	S/R		
4	ระดับความสำเร็จของการคัดเลือกองค์ความรู้ เพื่อจัดทำแอพพลิเคชัน “รู้จริงเรื่องพืชกับกรมวิชาการเกษตร”	O	O	O	S/O/R	O	
	การประเมินคุณภาพ (น้ำหนักร้อยละ 10)						
5	ร้อยละความพึงพอใจของผู้รับบริการ	O	S	S	S/R	S	S
6	ระดับความสำเร็จของการปรับปรุงกระบวนการ	O	O	S	S/R	S	S
	มิติภายใน (น้ำหนักร้อยละ 40)						
	การประเมินประสิทธิภาพ (น้ำหนักร้อยละ 20)						
7	ร้อยละความสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวม	O	O	O	O	O	O/R
8	ร้อยละความสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุน	O	O	O	O	O	O/R
9	ระดับความสำเร็จของการรายงานผลการปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณตามแบบ สงป. 301/302 ผ่านโปรแกรม Scorecards Cockpit โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	O	O	O	O/S/R (สงป. 301)	O	O/S (สงป. 302)
10	ระดับความสำเร็จของการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานของส่วนราชการ	O	O	O	O	O	O/R
	การพัฒนาองค์การ (น้ำหนักร้อยละ 20)						
11	ระดับความสำเร็จของการถ่ายทอดตัวชี้วัดของหน่วยงานสู่ระดับบุคคล	O	O	O	O	O	O/R
12	ระดับความสำเร็จของการจัดการความรู้	S	O	S	S/R	S	S
13	ระดับความสำเร็จของการควบคุมภายใน	O	O	O	O	O	O/R
14	ระดับความสำเร็จของการจัดทำแผนพัฒนารายบุคคล (IDP)	O	O	O	O	O	S/O/R

S = หน่วยงานประสานงานสนับสนุน O = หน่วยงานที่ทำให้เกิดผลงานภาพรวมของตัวชี้วัด R = ผู้รวบรวมรายงานใน

ตัวชี้วัดและค่าเป้าหมาย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

หน้าที่รับผิดชอบ		ตัวชี้วัด	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เป้าหมาย ปี 2562	ข้อมูลพื้นฐาน (Baseline data)			เกณฑ์การให้คะแนน					คำอธิบาย
					2559	2560	2561	1	2	3	4	5	
1. ศึกษา ค้นคว้า วิจัยและพัฒนาวิชาการ ตลอดจนจัดทำแผน ปฏิบัติงานวิจัยที่เกี่ยวกับ ดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัตถุมีพิษการเกษตร วัสดุการเกษตร วัตถุเคมีการเกษตร นิวเคลียร์เทคนิคทางการเกษตร และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง 2. ให้บริการการวิเคราะห์ตรวจสอบ ให้คำปรึกษา แนะนำและรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับ ดิน น้ำ ปุ๋ย พืช วัตถุมีพิษการเกษตร วัสดุเกษตร และวัตถุเคมีเกษตร 3. ปฏิบัติงานร่วมกันหรือสนับสนุนการปฏิบัติงานของหน่วยงานอื่นด้านประสานงาน ติดตามประเมินผลงานวิจัยและงานบริการทางวิชาการและงานที่เกี่ยวข้องหรือได้รับมอบหมาย		**มิติภายนอก (น้ำหนักร้อยละ 60)**											
		การประเมินประสิทธิผล [ผลลัพธ์และผลผลิต] (น้ำหนักร้อยละ 50)											
	1	ระดับความสำเร็จของการนำผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเกษตร	20	5	5	5	5	1	2	3	4	5	
	2	ร้อยละของผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตและมีการนำไปใช้ประโยชน์	10	91.5	92.13	100.00	99.65	83.5	85.5	87.5	89.5	91.5	
	3	ระดับความสำเร็จของการขับเคลื่อนแผนปฏิรูปองค์การ “ประเด็นถ่ายโอนภารกิจ”	10	5	-	-	-	1	2	3	4	5	
	4	ระดับความสำเร็จของการคัดเลือกองค์ความรู้เพื่อจัดทำแอพพลิเคชั่น “รู้จริงเรื่องพืชกับกรมวิชาการ”	10	5	-	5	4	1	2	3	4	5	
		การประเมินคุณภาพ (น้ำหนักร้อยละ 10)											
	5	ร้อยละความพึงพอใจของผู้รับบริการ	5	85	90.49	91.85	93.40	65	70	75	80	85	
	6	ระดับความสำเร็จของการปรับปรุงกระบวนการ	5	5	5	5	5	1	2	3	4	5	
		มิติภายใน (น้ำหนักร้อยละ 40)											
		การประเมินประสิทธิภาพ (น้ำหนักร้อยละ 20)											
	7	ร้อยละความสำเร็จของการเบิกจ่ายเงิน	5	96	99.39	99.55	98.73	88	90	92	94	96	

หน้าที่รับผิดชอบ		ตัวชี้วัด	น้ำหนัก (ร้อยละ)	เป้าหมาย ปี 2562	ข้อมูลพื้นฐาน (Baseline data)			เกณฑ์การให้คะแนน					คำอธิบาย
					2559	2560	2561	1	2	3	4	5	
		งบประมาณรายจ่ายภาพรวม											
	8	ร้อยละความสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุน	5	87	100.00	100.00	100.00	80	82	84	86	88	
	9	ระดับความสำเร็จของการรายงานผลการปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณตามแบบ สงป. 301/302 ผ่านโปรแกรม Scorecards Cockpit โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	5	5	5	5	4.78	1	2	3	4	5	
	10	ระดับความสำเร็จของการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานของส่วนราชการ	5	5	1	-	5	1	2	3	4	5	
		การพัฒนาองค์การ (น้ำหนักร้อยละ 20)											
	11	ระดับความสำเร็จของการถ่ายทอดตัวชี้วัดของหน่วยงานสู่ระดับบุคคล	5	5	5	5	5	1	2	3	4	5	
	12	ระดับความสำเร็จของการจัดการความรู้	5	5	4	5	-	1	2	3	4	5	
	13	ระดับความสำเร็จของการควบคุมภายใน	5	5	4.50	5	5	1	2	3	4	5	
	14	ระดับความสำเร็จของการจัดทำแผนพัฒนารายบุคคล (IDP)	5	5	-	-	5	1	2	3	4	5	
		รวม	**100**										

มิติภายนอก : การประเมินประสิทธิผล (ผลลัพธ์และผลผลิต)

ตัวชี้วัดที่ 1 : ระดับความสำเร็จของการนำผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเกษตร
หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 20
คำอธิบาย :

งานวิจัยที่กลุ่มเป้าหมายนำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาการเกษตร หมายถึงผลงานวิจัยของกรมวิชาการเกษตร ที่มีเกษตรกร ประชาชน และภาคเอกชน หรือหน่วยงานต่าง ๆ นำไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาการเกษตร สามารถติดตามการใช้ประโยชน์ได้ภายในปีงบประมาณและกลุ่มเป้าหมายให้การยอมรับ

เกณฑ์การให้คะแนน :

กำหนดเป็นระดับขั้นความสำเร็จ (Milestone) แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ พิจารณาจากความก้าวหน้าของขั้นตอนการดำเนินงานตามเป้าหมายแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone)				
	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2	ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนที่ 5
1	✓				
2	✓	✓			
3	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	✓

โดยที่

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	- หน่วยงานตั้งคณะทำงาน การนำผลงานวิจัยที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ในปี 2562 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ เป็นประธาน และพิจารณาคัดเลือกผลงานวิจัยเพื่อถ่ายทอดสู่กลุ่มเป้าหมาย
2	- หน่วยงานจัดทำแผนการดำเนินงานและทำแผนติดตามการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย - หน่วยงานมอบหมายให้นักวิจัยของหน่วยงาน/หน่วยงานในสังกัดดำเนินการถ่ายทอดผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย ตามแผนที่กำหนดไว้
3	- หน่วยงานส่งผลการดำเนินงานตาม**แบบรายงานที่ 1** จำนวน 1 เรื่อง ให้กองแผนงานและวิชาการ
4 - 5	- สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ (รอบ 12 เดือน) พร้อมหลักฐานอ้างอิงตาม**แบบรายงานที่ 2** และส่งตามเวลาที่กำหนด

ปฏิทินการจัดทำตัวชี้วัดระดับความสำเร็จของการนำผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย
เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเกษตร ปีงบประมาณ 2562

ลำดับ	กิจกรรมที่ดำเนินการ	แนวทางการประเมิน/เอกสาร/หลักฐาน	กำหนดส่ง
1	หน่วยงานตั้งคณะทำงานการนำผลงานวิจัยที่จะนำไปใช้ประโยชน์ ในปี 2562 โดยมีผู้เชี่ยวชาญ เป็นประธาน	คำสั่งแต่งตั้งคณะทำงาน/คณะกรรมการ/รายงานการประชุม	31 ม.ค. 2562
2	หน่วยงานจัดทำแผนการดำเนินงานและทำแผนติดตามการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย	แผนการดำเนินงานและติดตามการนำผลงานวิจัยที่กลุ่มเป้าหมายนำไปใช้ประโยชน์	
	หน่วยงานมอบหมายให้นักวิจัยของหน่วยงาน/หน่วยงานในสังกัดดำเนินการถ่ายทอดผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายตามแผนที่กำหนดไว้	รายงานการประชุม/คำสั่งมอบหมาย	
3	หน่วยงานส่งผลดำเนินงานตาม**แบบรายงานที่ 1** ให้กองแผนงานและวิชาการ	ผลงานวิจัยที่มีกลุ่มเป้าหมายนำไปใช้ประโยชน์ตาม **แบบรายงานที่ 1**	
4 - 5	สรุปผลการดำเนินการและจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์ (รอบ 12 เดือน) พร้อมหลักฐานอ้างอิงตาม **แบบรายงานที่ 2**	สรุปรายงานผลติดตามการนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์เพื่อพัฒนาการเกษตรตาม **แบบรายงานที่ 2**	27 ก.ย. 2562
		หลักฐานอ้างอิงการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย	
		ผลการประเมินความพึงพอใจ/การยอมรับเทคโนโลยี	
		ระดับความสำเร็จของขยายผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายตามแผนที่กำหนดไว้ ร้อยละ 75 – 100 = 0.50 ร้อยละ 50 – 74 = 0.25 ร้อยละ 25 – 49 = 0.10 น้อยกว่าร้อยละ 25 = 0	

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการนำผลงานวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายเพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาการเกษตร	ระดับ	5	5	5

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กองฯ แต่งตั้งคณะทำงานติดตามและประเมินผลการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย และกำหนดให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยเป็นเลขานุการรับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูลภาพรวมตัวชี้วัด
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

    2.1 คณะทำงานฯ จัดทำแผนการดำเนินงานเพื่อคัดเลือกและติดตามการใช้ประโยชน์ของงานวิจัยและตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้

    2.2 เลขานุการคณะทำงาน รวบรวมข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด/ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
เลขานุการคณะทำงานติดตามและประเมินผลการใช้ประโยชน์ผลงานวิจัย (น.ส.ณัฐธิดา ทองนาค)	02 940 5754 ต่อ 2117

ตัวชี้วัดที่ 2 : ร้อยละของผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตและมีการนำไปใช้ประโยชน์
หน่วยวัด : ร้อยละ
น้ำหนัก : ร้อยละ 10
คำอธิบาย :

เป็นการเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตกับจำนวนผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตได้ โดยการนำไปใช้ประโยชน์ หมายถึง การจำหน่าย แจกจ่าย สำรองพันธุ์พืชสนับสนุนงานตามภารกิจกรม ให้กับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชนและเกษตรกร

สูตรการคำนวณ ข้อ 1.1 : ร้อยละการใช้ประโยชน์พันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต

จำนวนผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ X 100

จำนวนผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตได้ทั้งหมด

เกณฑ์การให้คะแนน:

ตัวชี้วัด(i)	น้ำหนัก (w_i)	เกณฑ์การให้คะแนน 1	2	3	4	5	คะแนนที่ได้(C_i)	คะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($W_i x C_i$)
1.1 ร้อยละของการใช้ประโยชน์พันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต	0.70	นำไปใช้ประโยชน์ร้อยละ 83.50	นำไปใช้ประโยชน์ร้อยละ 85.50	นำไปใช้ประโยชน์ร้อยละ 87.50	นำไปใช้ประโยชน์ร้อยละ 89.50	นำไปใช้ประโยชน์ร้อยละ 91.50		
1.2 ระดับความสำเร็จของการบันทึกแผนผลการผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต/การใช้ประโยชน์ โดยใช้ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Web Application) ผ่านโปรแกรม Data-based for Plant production (DaP) : ระบบติดตามงานผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต	0.30	บันทึก **แผนการผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตครบ** ตามที่ได้รับการจัดสรรงบประมาณจากกรม	บันทึกข้อมูลตามแบบรายงาน “**รายเดือนและรายสัปดาห์**” ผ่านโปรแกรม DaP (ต.ค.-ธ.ค.61)	บันทึกข้อมูลตามแบบรายงาน “**รายเดือนและรายสัปดาห์**” ผ่านโปรแกรม DaP (ต.ค. 60-มี.ค.62)	บันทึกข้อมูลตามแบบรายงาน “**รายเดือนและรายสัปดาห์**” ผ่านโปรแกรม DaP (ต.ค. 60-มิ.ย.62)	บันทึกข้อมูลตามแบบรายงาน “**รายเดือนและรายสัปดาห์**” ผ่านโปรแกรม DaP (ต.ค. 60-ก.ย.62)		

น้ำหนักรวม $\sum W_i=1$ **ค่าคะแนนของตัวชี้วัดนี้เท่ากับ** $\frac{\sum(W_i \times C_i)}{\sum W_i}$

โดยที่ W หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกระบวนการ โดยผลรวมของน้ำหนักของทุกกระบวนการเท่ากับ 1
C หมายถึง คะแนนที่ได้จากการเทียบกับร้อยละของผลสำเร็จตามเป้าหมายของตัวชี้วัด
i หมายถึง ลำดับที่ของตัวชี้วัด ; 1,2,...,i

หมายเหตุ : -บันทึกข้อมูล “**แบบรายเดือน**” จำนวน 1 ครั้ง/เดือน ภายในวันที่ 30 ของแต่ละเดือน ผ่านระบบ Web application
-บันทึกข้อมูล “**รายสัปดาห์**” ภายในวันศุกร์ของแต่ละสัปดาห์ ผ่านระบบ Web application

xช่วงปรับเกณฑ์การให้คะแนน $\pm$ 2.00 ต่อคะแนน โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
เท่ากับ 1 คะแนน	ผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตแล้วมีการนำไปใช้ประโยชน์ ร้อยละ 83.50
เท่ากับ 2 คะแนน	ผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตแล้วมีการนำไปใช้ประโยชน์ ร้อยละ 85.50
เท่ากับ 3 คะแนน	ผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตแล้วมีการนำไปใช้ประโยชน์ ร้อยละ 87.50
เท่ากับ 4 คะแนน	ผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตแล้วมีการนำไปใช้ประโยชน์ ร้อยละ 89.50
เท่ากับ 5 คะแนน	ผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตแล้วมีการนำไปใช้ประโยชน์ ร้อยละ 91.50

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ร้อยละของผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิตที่ผลิตและมีการนำไปใช้ประโยชน์	ร้อยละ	92.13	100.00	100.00

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กำหนดให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล โดยความร่วมมือจากหน่วยงานภายในกอง
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

    2.1 กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดินรวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือน ตามแบบฟอร์มที่กองแผนงานและวิชาการกำหนด (แบบ พป.56) ส่งให้ส่งให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัย

    2.2 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด/ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด		**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)		02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล		**เบอร์ติดต่อ :**
กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน :	นางสุปรานี มั่นหมาย	02 579 0065, 02 579 7522
	น.ส.ศิริลักษณ์ แก้วสุระลิขิต	
	น.ส.กัลยกร โปร่งจันทึก	
	น.ส.นิศารัตน์ ทวีนุต	
	น.ส.อมรรัตน์ ใจยะเสน	
ศปผ. ขอนแก่น	: นางอุชฎา สุขจันทร์	043 246 8000
กลุ่มบริหารโครงการวิจัย :	น.ส.ณัฐธิดา ทองนาค	02 940 5442 ต่อ 2117

ตัวชี้วัดที่ 3 : ระดับความสำเร็จของการขับเคลื่อนแผนปฏิรูปองค์การ
หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 10
คำอธิบาย :

วัดความสำเร็จของการดำเนินการขับเคลื่อนแผนปฏิรูปองค์การตามประเด็นสำคัญที่เป็นข้อสังเกตการปฏิรูปองค์การของกรมวิชาการเกษตรที่จัดทำข้อเสนอการเปลี่ยนแปลงในระยะ 3 ปี จำนวน 5 ประเด็น โดยวัดจากผลผลิต (Output) ที่เกิดขึ้นในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

เกณฑ์การให้คะแนน :

กำหนดเป็นระดับขั้นความสำเร็จ (Milestone) แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ พิจารณาจากความก้าวหน้าของขั้นตอนการดำเนินงานตามเป้าหมายแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone)				
	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2	ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนที่ 5
1	✓				
2	✓	✓			
3	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	✓

โดยที่

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	จัดทำแผนปฏิบัติงาน (Action plan) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ตามประเด็นสำคัญของข้อเสนอการเปลี่ยนแปลงที่หน่วยงานเกี่ยวข้อง
2	จัดส่งแผนปฏิบัติงาน (Action plan) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 ตามประเด็นสำคัญของข้อเสนอการเปลี่ยนแปลงที่หน่วยงานเกี่ยวข้อง ส่งกลุ่มพัฒนาระบบบริหาร ในระยะเวลาที่กำหนด
3	รายงานผลการดำเนินการตามแผนปฏิบัติงาน (Action plan) รอบแรก (เดือนตุลาคม 2561 - มีนาคม 2562) ให้กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร ตามระยะเวลาที่กำหนด
4	รายงานผลการดำเนินการและผลผลิต (Output) ณ สิ้นปีงบประมาณ (เดือนเมษายน 2562 – กันยายน 2562) ให้ กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร ภายในระยะเวลาที่กำหนด
5	ได้จำนวนผลผลิตครบถ้วนตามที่กำหนดในแผนปฏิบัติงานและมีเอกสารหลักฐานครบถ้วนสามารถตรวจสอบได้ (กรณีผลผลิตและหลักฐานไม่ครบถ้วนหักคะแนนในแต่ละขั้นตอนตามสัดส่วนของผลงาน)

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการขับเคลื่อนแผนปฏิรูปองค์การ	ระดับ	-	-	-

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กองฯ กำหนดให้กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรรับผิดชอบในการดำเนินงาน ตามประเด็นการถ่ายโอนภารกิจ
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

    2.1 จัดทำแผนปฏิบัติงาน (Action plan)

    2.2 รายงานผลการดำเนินการตามแผนปฏิบัติงาน (Action plan) ให้กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร ตามระยะเวลาที่กำหนด

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด/ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
หัวหน้ากลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร (น.ส.ศศิมา มั่งนิมิตร)	02 940 5754 ต่อ 1010, 1210
ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย (นางจิราพรรณ ทองหยอด)	02 940 5754 ต่อ 2111

แผนปฏิรูปองค์การ

การจัดทำข้อเสนอการเปลี่ยนแปลงในระยะ 3 ปี (ปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 – 2564)
ของกรมวิชาการเกษตร

.....

ประเด็นสำคัญที่เป็นข้อสังเกตการปฏิรูปองค์การของกรมวิชาการเกษตรเพื่อจัดทำข้อเสนอการเปลี่ยนแปลงในระยะ 3 ปี จำนวน 5 ประเด็น ดังนี้

1. ทบทวน/ยกเลิกกฎหมายที่ล้าสมัย หมดความจำเป็น และเป็นอุปสรรคต่อการประกอบธุรกิจ/หรือการติดต่อราชการของประชาชน หรือปรับปรุงแก้ไขกฎหมายเพื่อให้สอดคล้องกับการปรับกระบวนการในการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่องานบริการ เช่น พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พงศ. 2535 พระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 พระราชบัญญัติกักพืช พ.ศ. 2507 และพระราชบัญญัติพันธุ์พืช พ.ศ. 2518 เป็นต้น

2. พัฒนาจัดทำฐานข้อมูล Big Data ด้านพืช ที่สามารถใช้ประโยชน์เชื่อมโยงกับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องได้

3. ถ่ายโอนภารกิจด้านการตรวจสอบรับรองมาตรฐานเกษตร (GAP) และงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพสินค้าเกษตรด้านพืช (Service Lab) ให้กับภาคเอกชนหรือภาคส่วนอื่น ที่มีศักยภาพดำเนินการแทนโดย กรมวิชาการเกษตรควรเน้นบทบาทในการกำกับดูแลให้เป็นไปตามมาตรฐาน

4. ประเด็นพัฒนางานวิจัยเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่สอดคล้องกับประเทศไทย 4.0

5.

ประเด็นพัฒนาบุคลากรให้ตอบสนองกับการเกษตรยุคใหม่ **ประเด็น**	**วิธีดำเนินการ (How to) ในแต่ละปี**	**เป้าหมายหรือผลลัพธ์**	**ผลผลิต (Output) ที่ได้รับในแต่ละปีงบประมาณ**		
			2562	**2563**	**2564**
3. ถ่ายโอนภารกิจด้านการตรวจสอบรับรองมาตรฐานเกษตร (GAP) และงานตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการตรวจสอบคุณภาพสินค้าเกษตรด้านพืช (Service Lab) ให้กับภาคเอกชนหรือภาคส่วนอื่น ที่มีศักยภาพดำเนินการแทนโดย กรมวิชาการเกษตรควรเน้นบทบาทในการกำกับดูแลให้เป็นไปตามมาตรฐาน	3.3 ถ่ายโอนภารกิจ (งานตาม พ.ร.บ. วัตถุอันตราย) ปี 62 : 1. แก้ไขประกาศกรมวิชาการเกษตรให้ตรงกับประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ในเรื่องการขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญและการต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ 2. กำหนดแนวทางและมาตรการทที่เหมาะสมในการถ่ายโอนภารกิจ 3. กำหนดเกณฑ์/คุณสมบัติหน่วยงานผู้รับการถ่ายโอน ปี 63 : 1 รับหน่วยงานที่มีศักยภาพและประสงค์จะเข้าร่วมโครงการ 2. จัดเตรียมตัวอย่างวัตถุอันตรายเพื่อวิเคราะห์	ถ่ายโอนงานตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางห้องปฏิบัติการให้กับภาคเอกชนหรือภาคส่วนอื่นดำเนินการ โดยกรมวิชาการเกษตรเป็นผู้กำกับดูแลให้เป็นไปตามมาตรฐานสากล	1. ได้ประกาศของกรมวิชาการเกษตรที่สอดคล้องกับประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 2. ได้มาตรการและแนวทางที่เหมาะสมในการถ่ายโอนภารกิจตลอดจนข้อกำหนดต่างๆ ในการตรวจเช็คคุณภาพห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามมาตรฐาน	ได้ห้องปฏิบัติการของภาคเอกชนที่ผ่านการทดสอบและมีศักยภาพในการดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบวัตถุอันตรายทางการเกษตรแทนกรมวิชาการเกษตร 1 ห้องปฏิบัติการ	ได้ห้องปฏิบัติการของภาคเอกชนที่ผ่านการทดสอบเพิ่มขึ้น

เปรียบเทียบผลการทดสอบ
ร่วมกัน
3. ดำเนินการจัดส่งตัวอย่าง
วัตถุอันตรายและกำหนดเวลา
แล้วเสร็จของการวิเคราะห์ใน
ห้องปฏิบัติการ
4. ประเมินผลการทดสอบจาก
หน่วยงานต่างๆ ที่เข้าร่วม
โครงการ
ปี 64 : 1. ดำเนินการ
เช่นเดียวกับปี 63 (ข้อ 1-4)
2. สรุปผลการดำเนินการถ่าย
โอนภารกิจ

ตัวชี้วัดที่ 4 : ระดับความสำเร็จของการคัดเลือกองค์ความรู้ เพื่อจัดทำ แอพพลิเคชั่น “รู้จริงเรื่องพืชกับกรมวิชาการเกษตร”
หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 10
คำอธิบาย :

นักวิชาการ/หน่วยงานของกรมวิชาการเกษตรคัดเลือกองค์ความรู้และเทคโนโลยีเพิ่มประสิทธิภาพการเกษตร และลดต้นทุนการผลิต เพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกรในศพก. และดำเนินการจัดเตรียมข้อมูล โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องความถูกต้องจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้นั้นๆ และได้รับการรับรององค์ความรู้จากต้นสังกัดนั้นๆ ส่งให้กับหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดทำองค์ความรู้

ตัวชี้วัดนี้เป็นตัวชี้วัดของกรมฯ ลำดับที่ 7 : การดำเนินงานเรื่อง Smart box

เกณฑ์การให้คะแนน :

กำหนดเป็นระดับขั้นความสำเร็จ (Milestone) แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ พิจารณาจากความก้าวหน้าของขั้นตอนการดำเนินงานตามเป้าหมายแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone)				
	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2	ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนที่ 5
1	✓				
2	✓	✓			
3	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	✓

โดยที่

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	คัดเลือกองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกรในศพก. และดำเนินการจัดเตรียมข้อมูล โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องความถูกต้องจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้นั้นๆ และได้รับการรับรององค์ความรู้จากต้นสังกัดนั้นๆ ส่งให้กับหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดทำองค์ความรู้ อย่างน้อย 1 เรื่อง
2	คัดเลือกองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกรในศพก. และดำเนินการจัดเตรียมข้อมูล โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องความถูกต้องจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญ ที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้นั้นๆ และได้รับการรับรององค์ความรู้จากต้นสังกัดนั้นๆ ส่งให้กับหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดทำองค์ความรู้ อย่างน้อย 2 เรื่อง
3	คัดเลือกองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกรในศพก. และดำเนินการจัดเตรียมข้อมูล โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องความถูกต้องจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้นั้นๆ และได้รับการรับรององค์ความรู้จากต้นสังกัดนั้นๆ ส่งให้กับหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดทำองค์ความรู้ อย่างน้อย 3 เรื่อง
4	คัดเลือกองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกรในศพก. และดำเนินการจัดเตรียมข้อมูล โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องความถูกต้องจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้นั้นๆ และได้รับการรับรององค์ความรู้จากต้นสังกัดนั้นๆ ส่งให้กับหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดทำองค์ความรู้ อย่างน้อย 4 เรื่อง
5	คัดเลือกองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกรในศพก. และดำเนินการจัดเตรียมข้อมูล โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องความถูกต้องจากนักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้นั้นๆ และได้รับการรับรององค์ความรู้จากต้นสังกัดนั้นๆ ส่งให้กับหน่วยงานที่มีหน้าที่จัดทำองค์ความรู้ อย่างน้อย 5 เรื่อง

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการคัดเลือกองค์ความรู้เพื่อจัดทำ แอพพลิเคชั่น “รู้จริงเรื่องพืชกับกรมวิชาการเกษตร”	ร้อยละ	-	5	5

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กลุ่มบริหารโครงการวิจัยประสานงานกลุ่มวิจัย/ศูนย์ และผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาคัดเลือกองค์ความรู้ที่เหมาะสมเพื่อถ่ายทอดให้เกษตรกรใน ศพก.
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

   กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด/ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
กลุ่มบริหารโครงการวิจัย	
น.ส.ณัฐธิดา ทองนาค	02 940 5442 ต่อ 2117

มิติภายนอก : การประเมินคุณภาพ

ตัวชี้วัดที่ 5 : ร้อยละของระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ
หน่วยวัด : ร้อยละ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

- ตามพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน (ฉบับที่ 5) พ.ศ. 2545 มาตรา 3/1 บัญญัติว่า "การบริหารราชการต้องเป็นไปเพื่อประโยชน์สุขของประชาชน เกิดผลสัมฤทธิ์ต่อภารกิจของรัฐความมีประสิทธิภาพ ความคุ้มค่าในเชิงภารกิจแห่งรัฐ การลดขั้นตอนการปฏิบัติงาน การลดภารกิจและยุบเลิกหน่วยงานที่ไม่จำเป็น การกระจายภารกิจและทรัพยากรให้แก่ท้องถิ่น การกระจายอำนาจตัดสินใจ การอำนวยความสะดวกและการตอบสนองความต้องการของประชาชน มีผู้รับผิดชอบต่อผลของงาน" การปรับปรุงคุณภาพการให้บริการจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้การบริหารราชการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถตอบสนองตามความต้องการของประชาชน
- ผู้รับบริการ หมายถึง ประชาชนผู้มารับบริการโดยตรง หรือเจ้าหน้าที่ของรัฐ (ที่ไม่ใช่เจ้าหน้าที่ของหน่วยงานผู้ให้บริการ) หรือหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่มารับบริการจากหน่วยงาน
- ประเด็นการสำรวจประกอบด้วยประเด็นสำคัญๆ ดังนี้
  (1) ความพึงพอใจด้านกระบวนการ ขั้นตอนการให้บริการ
  (2) ความพึงพอใจด้านเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ
  (3) ความพึงพอใจด้านสิ่งอำนวยความสะดวก
  (4) ความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการ
  (5) ความเชื่อมั่นเกี่ยวกับคุณภาพการให้บริการ โดยเน้นวาระแห่งชาติด้านจริยธรรม ธรรมาภิบาล และการป้องกันการทุจริตและประพฤติมิชอบในภาครัฐ
- ระดับกรมฯ สำนักงานสถิติแห่งชาติจะเป็นผู้สำรวจ วิเคราะห์ โดยเป็นการวัดกระบวนงานที่ดำเนินการตามพ.ร.บ.อำนวยความสะดวก ในการยกระดับคุณภาพการให้บริการให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยพิจารณาจากผลสำรวจความพึงพอใจของผู้รับบริการของส่วนราชการ โดยหน่วยงานที่สำนักงาน ก.พ.ร.มอบหมายให้เป็นผู้ดำเนินการสำรวจ
- ระดับหน่วยงาน คณะทำงานประเมินความพึงพอใจในการปฏิบัติงานจะเป็นผู้พิจารณาคัดเลือกกระบวนงานบริการของหน่วยงาน วิเคราะห์ข้อมูลตามแนวทางของสำนักงานสถิติแห่งชาติ
- งานบริการที่ กปผ. เสนอให้วัดความพึงพอใจในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 คือ *ความพึงพอใจของผู้รับบริการที่ที่ต่องานบริการวิเคราะห์ปุ๋ย*

เกณฑ์การให้คะแนน :

ช่วงปรับเกณฑ์การให้คะแนน +/- ร้อยละ 5 ต่อ 1 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5
ร้อยละ	65	70	75	80	85

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ร้อยละของระดับความพึงพอใจของผู้รับบริการ	ร้อยละ	90.49	91.85	93.40

แหล่งข้อมูล / วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. 1.1 กปผ. ได้คัดเลือกกระบวนงาน *ความพึงพอใจของผู้รับบริการที่ที่ต่องานบริการวิเคราะห์ปุ๋ย* ของกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้รับบริการ

1.2 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยเป็นผู้ออกแบบสอบถาม สำรวจความพึงพอใจ และ รวบรวมแบบสอบถามส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อเสนอคณะทำงานประเมินความพึงพอใจในการปฏิบัติงานวิเคราะห์ข้อมูลตามแนวทางของสำนักงานสถิติแห่งชาติ

2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

2.1 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยสำรวจความพึงพอใจผู้รับบริการ รอบ 6, 9 และ 12 เดือน

2.2 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงานภาพรวมตัวชี้วัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ ของกรมต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี	
น.ส.วรรณรัตน์ ชุติบุตร	02 579 8600
กลุ่มบริหารโครงการวิจัย	
น.ส.ณัฐธิดา ทองนาค	02 940 5442 ต่อ 2117

ตัวชี้วัดที่ 6 : ระดับความสำเร็จของการปรับปรุงกระบวนการ

หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

- ระดับความสำเร็จของการปรับปรุงกระบวนการ หมายถึง หน่วยงานดำเนินการปรับปรุงกระบวนการหลักของหน่วยงานอย่างน้อย จำนวน 1 กระบวนการ ทั้งนี้ การปรับปรุงดังกล่าวต้องแสดงให้เห็นประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของการดำเนินการที่ชัดเจน โดยประเมินผลจากตัวชี้วัดที่สะท้อนผลของการปรับปรุงกระบวนการ และผลของการปรับปรุงที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น ประโยชน์ต่อผู้รับบริการ นวัตกรรมการให้บริการ การบูรณาการการทำงานของภาคส่วนต่าง ๆ และการลดต้นทุน เป็นต้น
- กระบวนการหลักของกรมวิชาการเกษตรที่กำหนดไว้ มีดังนี้

1. “กระบวนการที่สร้างคุณค่า” หมายถึง กระบวนการสำคัญที่สร้างประโยชน์ให้แก่ผู้รับบริการ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย และส่งผลต่อการบรรลุพันธกิจหลักของหน่วยงาน ตามที่กรมฯ กำหนด ได้แก่
   (1) กระบวนการผลิตผลงานวิจัยทางด้านการเกษตร
   (2) กระบวนการผลิตพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต
   (3) กระบวนการตรวจรับรองแหล่งผลิตพืชตามระบบ GAP และเกษตรอินทรีย์
   (4) กระบวนการตรวจรับรองโรงงานผลิตสินค้าเกษตรด้านพืชตามระบบ GMP และ HACCP
   (5) กระบวนการตรวจวิเคราะห์สินค้าเกษตรเพื่อการส่งออก
   (6) กระบวนการตรวจวิเคราะห์ปัจจัยการผลิตและศัตรูพืช
   (7) กระบวนการออกใบรับรอง และใบอนุญาตตาม พ.ร.บ.

2. “กระบวนการสนับสนุน” หมายถึง กระบวนการที่มีความสำคัญในการสนับสนุนกระบวนการที่สร้างคุณค่าให้แก่องค์การ บุคลากร และการปฏิบัติงานประจำวันตามที่กรมฯกำหนด ได้แก่
   (1) กระบวนการบริหารจัดการเกี่ยวกับการเงินการคลัง
   (2) กระบวนการจัดทำฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศ
   (3) กระบวนการบริหารทรัพยากรบุคคล
   (4) กระบวนการแผนงานและจัดสรรงบประมาณ
   (5) กระบวนการติดตามประเมินผล
   (6) กระบวนการตรวจสอบภายใน
   (7) กระบวนการรับ-ส่งหนังสือราชการ

หมายเหตุ : กระบวนการอาจจะเปลี่ยนแปลงหลังจากกรมวิชาการเกษตรมีการทบทวนกระบวนการใหม่

เกณฑ์การให้คะแนน :

กำหนดเป็นระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone) แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ พิจารณาจากความก้าวหน้าของขั้นตอนการดำเนินงานตามเป้าหมายแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับความสำเร็จของ Milestone				
	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2	ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนที่ 5
1	✔				
2	✔	✔			
3	✔	✔	✔		
4	✔	✔	✔	✔	
5	✔	✔	✔	✔	✔

โดยที่ :

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1 (2 คะแนน)	หน่วยงานมีการทบทวนกระบวนการของหน่วยงานที่ต้องปรับปรุง โดยคำนึงถึงความต้องการของผู้รับบริการ/ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย/ กฎหมาย/ ประสิทธิภาพ ความคุ้มค่าคุ้มต้นทุน <u>โดยแสดงข้อมูลตามแบบฟอร์ม 1 และแบบฟอร์ม 2</u> **<u>คำอธิบาย</u>** การวิเคราะห์กระบวนการเพื่อหาโอกาสในการปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความต้องการของผู้รับบริการ/ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย กฎหมายและประสิทธิภาพ/ ความคุ้มค่าคุ้มต้นทุน และนำมาจัดทำเป็นข้อกำหนดที่สำคัญเพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนการ รวมทั้งกำหนดตัวชี้วัดสำหรับใช้ในการติดตามความสำเร็จและควบคุมกระบวนการ
2	-
3 (1 คะแนน)	หน่วยงานมีการจัดทำแผนปรับปรุงกระบวนการ โดยคำนึงถึงองค์ความรู้ และเทคโนโลยีขั้นตอนการ / ปฏิบัติงาน/ การควบคุมค่าใช้จ่าย/ ปัจจัยประสิทธิภาพและประสิทธิผล และมีการกำหนดตัวชี้วัดความสำเร็จของการปรับปรุงกระบวนการ โดยคำนึงถึงความต้องการของผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย/ การนำเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้ <u>โดยแสดงข้อมูลตามแบบฟอร์ม 3</u> **คำอธิบาย**: การกำหนดเป้าหมายและดำเนินการปรับปรุงกระบวนการ โดยนำแนวทางต่างๆ มาประยุกต์ใช้ ได้แก่ 1. การแลกเปลี่ยนกลยุทธ์ที่ประสบความสำเร็จทั่วทั้งส่วนราชการเพื่อผลักดันให้เกิดการเรียนรู้และนวัตกรรม 2. การวิเคราะห์กระบวนการ เช่น การจัดทำผังกระบวนการ การทดลองเพื่อหาจุดเหมาะสมที่สุดของกระบวนการ การป้องกันความผิดพลาด เป็นต้น 3. การวิจัยและพัฒนาในด้านกระบวนการ 4. การจัดระดับเทียบเคียงมาตรฐานของกระบวนการกับหน่วยงานอื่น (Benchmarking) หรือหน่วยงานที่มีวิธีปฏิบัติที่ดี (Best practice)

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
	5. การใช้เทคโนโลยีที่เป็นทางเลือกอื่นมาประยุกต์ใช้กับกระบวนการ 6. การใช้สารสนเทศจากผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียของกระบวนการต่างๆ ทั้งภายในและภายนอกส่วนราชการ
4	-
5 (2 คะแนน)	**หน่วยงานมีการดำเนินการและติดตามผลการปรับปรุงกระบวนการ และมีข้อเสนอในการปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการ (อย่างน้อย 1 กระบวนการ)** **คำอธิบาย:** ■ ดำเนินการปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการอย่างน้อย 1 กระบวนการ ■ กำหนดระบบในการติดตามและประเมินผลการปรับปรุงกระบวนการ วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดทำข้อเสนอในการปรับปรุงหรือพัฒนากระบวนการ

หมายเหตุ :

1. รายชื่อกระบวนการที่กำหนดเป็นรายชื่อจากกระบวนการหลักที่กรมฯ กำหนดไว้ และหน่วยงานสามารถจำแนกออกเป็นกระบวนการย่อยตามภารกิจหลักของหน่วยงาน เช่น กระบวนงานตามประกาศกรมฯ เป็นต้น

2. ให้หน่วยงานจัดส่งแบบฟอร์ม 1 การทบทวนกระบวนการ แบบฟอร์ม 2 แบบฟอร์มแสดงรายละเอียดตัวชี้วัดของกระบวนการ และแบบฟอร์ม 3 รายงานผลตามคำรับรองการปฏิบัติราชการประจำปี พ.ศ. 2562 รอบ 6 เดือน

3. ให้หน่วยงานรายงานผลการปรับปรุงกระบวนการ รายละเอียดตามแบบฟอร์ม 4 พร้อมกับการรายงานผลตามคำรับรองการปฏิบัติราชการประจำปี พ.ศ. 2562 รอบ 12 เดือน

เหตุผล :

เพื่อให้การพัฒนาคุณภาพการให้บริการประชาชนของหน่วยงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และมีมาตรฐาน หน่วยงานควรพัฒนาและปรับปรุงกระบวนการ (Process) ด้วยรูปแบบหรือวิธีการใหม่ ๆ ที่หลากหลาย โดยให้คำนึงถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการและขั้นตอนการให้บริการ คุณภาพของเจ้าหน้าที่ผู้ให้บริการ คุณภาพของสิ่งอำนวยความสะดวก และคุณภาพการให้บริการในภาพรวม ให้สอดคล้องกับความต้องการ และความคาดหวังของผู้รับบริการและผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

แบบฟอร์ม 1 การทบทวนกระบวนการของหน่วยงาน

การทบทวนกระบวนการของหน่วยงาน				
รูปแบบการทบทวน: **วันที่ดำเนินการ:** **ผู้เข้าร่วมการทบทวน :**				
กระบวนการ		**สรุปประเด็น** **ข้อกำหนดที่สำคัญ (กำหนดจากความต้องการของผู้รับบริการ/ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย/กฎหมาย/ประสิทธิภาพ/ความคุ้มค่าคุ้มต้นทุน)**	**ตัวชี้วัดกระบวนการ**	**แนวทางการปรับปรุง**

<u>แบบฟอร์ม 2</u> แบบฟอร์มแสดงรายละเอียดตัวชี้วัดของกระบวนการ

หน่วยงาน .....

รายชื่อกระบวนการ	**ตัวชี้วัด (i)**	**น้ำหนัก (W_i)**	**เกณฑ์การให้คะแนน**				
			1	2	3	4	5
กระบวนการที่ 1...	1.1.....	....	....	....	....	....	....
	1.2.....	....	....	....	....	....	....
	....	....	....	....	....	....	....
กระบวนการที่ 2...	2.1.....	....	....	....	....	....	....
	2.2.....	....	....	....	....	....	....
	....	....	....	....	....	....	....
กระบวนการที่ 3...	3.1.....	....	....	....	....	....	....
	3.2.....	....	....	....	....	....	....
	....	....	....	....	....	....	....
	น้ำหนักรวม	$\Sigma W_i = 1$					

ผลรวมคะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก เท่ากับ

$$\frac{\Sigma (W_i \times C_i)}{\Sigma W_i}$$ **หรือ** $$\frac{(W_1 \times C_1) + (W_2 \times C_2) + \ldots + (W_i \times C_i)}{W_1 + W_2 + W_3 + \ldots + W_i}$$

โดยที่ :

W หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกระบวนการ โดยกำหนดให้แต่ละกระบวนการมีน้ำหนักเท่ากันทุกกระบวนการ และผลรวมของน้ำหนักของทุกกระบวนการ เท่ากับ 1 รวมทั้งกำหนดให้น้ำหนักของตัวชี้วัดในแต่ละกระบวนการมีน้ำหนักเท่ากันทุกตัวชี้วัด

C หมายถึง คะแนนที่ได้จากการเทียบกับร้อยละของผลสำเร็จตามเป้าหมายของตัวชี้วัด

i หมายถึง ลำดับที่ของตัวชี้วัด ; 1, 2,..., i

แบบฟอร์ม 3 แผนการปรับปรุงกระบวนการของหน่วยงาน

แผนการปรับปรุงกระบวนการ : **เป้าหมายระยะยาว (3-5 ปี) :** **เป้าหมายระยะสั้น (1 ปี) :**													
โครงการ/กิจกรรม	**ระยะเวลา**												**ผู้รับผิดชอบหลัก**
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	

แบบฟอร์ม 4 แบบรายงานผลการดำเนินการ

กระบวนการ	**ตัวชี้วัดกระบวนการ**	**เป้าหมาย**	**สรุปผลการปรับปรุงกระบวนการ**				
			ความถี่ในการติดตาม	**การติดตาม ผู้รับผิดชอบในการติดตาม**	**ผลการดำเนินการ**	**ปัญหา/อุปสรรค**	**ข้อเสนอในการปรับปรุงกระบวนการในปีถัดไป**

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการปรับปรุงกระบวนงาน	ระดับ	5	5	5

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

คณะทำงานเรื่องปรับปรุงกระบวนงาน สรุปและรายงานผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัด รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมรายงานตัวชี้วัดในภาพรวมของกองฯ เพื่อส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
คณะทำงานเรื่องปรับปรุงกระบวนงาน นายวันชัย ศรีอรุณ	02 940 5754 ต่อ 2108

มิติภายใน : การประเมินประสิทธิภาพ

ตัวชี้วัดที่ 7 : ร้อยละความสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวม
หน่วยวัด : ร้อยละ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

- การพิจารณาผลสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวม จะใช้อัตราการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวมของส่วนราชการ ทั้งที่เบิกจ่ายในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคเป็นตัวชี้วัดความสามารถในการเบิกจ่ายเงินของส่วนราชการ ทั้งนี้ไม่รวมเงินงบประมาณที่ได้รับการจัดสรรเพิ่มเติมระหว่างปีงบประมาณ โดยจะใช้ข้อมูลการเบิกจ่ายดังกล่าวจากระบบการบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMIS)
- การให้คะแนนจะพิจารณาตามความสามารถในการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวม ของส่วนราชการเทียบกับวงเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวมที่หน่วยงานได้รับ หากมีการโอนเปลี่ยนแปลงงบประมาณระหว่างปี (รายจ่ายประจำไปรายจ่ายลงทุน หรือรายจ่ายลงทุนไปรายจ่ายประจำ) จะนำยอดงบประมาณหลังโอนเปลี่ยนแปลงแล้วมาเป็นฐานในการคำนวณ

สูตรการคำนวณ :

$$\frac{\text{เงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวมที่หน่วยงานเบิกจ่าย}}{\text{วงเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวมที่หน่วยงานได้รับ}} \times 100$$

เกณฑ์การให้คะแนน :

ช่วงปรับเกณฑ์การให้คะแนน +/- ร้อยละ 2 ต่อ 1 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5
88	90	92	94	96

หมายเหตุ : เป้าหมายรัฐบาล = ร้อยละ 96

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ร้อยละความสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวม	ร้อยละ	99.39	99.55	98.73

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. ใช้ข้อมูลในการติดตามและประเมินผลจากกองคลัง ซึ่งจะใช้ข้อมูลผลการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายภาพรวมของหน่วยงาน ทั้งที่เบิกจ่ายในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2562 จากระบบการบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMIS)
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

   ฝ่ายบริหารทั่วไป สรุปและรายงานผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัด รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมรายงานตัวชี้วัดในภาพรวมของกองฯ เพื่อส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
ฝ่ายบริหารทั่วไป งานงบประมาณ (นางจิตรลดา ปุปผมาศ)	02 940 5442 ต่อ 1158

ตัวชี้วัดที่ 8 : ร้อยละความสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุน
หน่วยวัด : ร้อยละ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

- การพิจารณาผลสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุน จะใช้อัตราการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุนของส่วนราชการ ทั้งที่เบิกจ่ายในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค เป็นตัวชี้วัดความสามารถในการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุนของส่วนราชการ ทั้งนี้ไม่รวมเงินงบประมาณที่ได้รับการจัดสรรเพิ่มเติมระหว่างปีงบประมาณ โดยจะใช้ข้อมูลการเบิกจ่ายดังกล่าวจากระบบการบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMIS)
- การให้คะแนนจะพิจารณาตามความสามารถในการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุนของหน่วยงานเทียบกับวงเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุนที่ส่วนราชการได้รับ หากมีการโอนเปลี่ยนแปลงงบประมาณระหว่างปี (รายจ่ายประจำไปรายจ่ายลงทุน หรือรายจ่ายลงทุนไปรายจ่ายประจำ) จะนำยอดงบประมาณหลังโอนเปลี่ยนแปลงแล้วมาเป็นฐานในการคำนวณ
- รายจ่ายลงทุน หมายถึง รายจ่ายที่รัฐบาลจ่ายเพื่อจัดหาทรัพย์สินประเภททุน ทั้งที่มีตัวตนและทรัพย์สินที่ไม่มีตัวตน ตลอดจนรายจ่ายที่รัฐบาลอุดหนุนหรือโอนให้แก่บุคคล องค์กร หรือรัฐวิสาหกิจ โดยผู้รับไม่ต้องจ่ายคืนให้รัฐบาล และผู้รับนำไปใช้จัดหาทรัพย์สินประเภททุน เป็นต้น สามารถตรวจสอบได้จากรหัสงบประมาณรายจ่าย รหัสลักษณะงาน ตำแหน่งที่ 5 แสดงถึงลักษณะเศรษฐกิจที่สำนักงบประมาณกำหนดให้

ตารางและสูตรการคำนวณ :

$$\frac{\text{เงินงบประมาณรายจ่ายลงทุนที่หน่วยงานเบิกจ่าย} \times 100}{\text{วงเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุนที่หน่วยงานได้รับ}}$$

เกณฑ์การให้คะแนน :

ช่วงปรับเกณฑ์การให้คะแนน +/- ร้อยละ 3 ต่อ 1 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 4	ระดับ 5
80	82	84	86	88

หมายเหตุ : เป้าหมายรัฐบาล = ร้อยละ **88**

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ร้อยละความสำเร็จของการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุน	ร้อยละ	100.00	100.00	100.00

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. ใช้ข้อมูลในการติดตามและประเมินผลจากกองคลัง ซึ่งจะใช้ข้อมูลผลการเบิกจ่ายเงินงบประมาณรายจ่ายลงทุนของหน่วยงาน ทั้งที่เบิกจ่ายในส่วนกลางและส่วนภูมิภาคจากระบบการบริหารการเงินการคลังภาครัฐแบบอิเล็กทรอนิกส์ (GFMIS)
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

ฝ่ายบริหารทั่วไป สรุปและรายงานผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัด รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมรายงานตัวชี้วัดในภาพรวมของกองฯ เพื่อส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร	02 579 3579
(น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
ฝ่ายบริหารทั่วไป	
งานงบประมาณ (นางจิตรลดา ปุปผมาศ)	02 940 5442 ต่อ 1158

ตัวชี้วัดที่ 9 : ระดับความสำเร็จของการรายงานผลการปฏิบัติงานและการใช้จ่ายเงินงบประมาณ ตามแบบรายงาน สงป. 301/302 ผ่านโปรแกรม Scorecards Cockpit โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

หน่วยวัด : ระดับ

น้ำหนัก : ร้อยละ 5

คำอธิบาย :

วัดความสำเร็จจากการายงานแผน/ผลการปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณ ผ่านโปรแกรม Scorecards Cockpit โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

เกณฑ์การให้คะแนน :

กำหนดเป็นระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone) แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ พิจารณาจากความก้าวหน้าของขั้นตอนการดำเนินงานตามเป้าหมายแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone)				
	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2	ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนที่ 5
1	✓				
2	✓	✓			
3	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	✓

โดยที่ เกณฑ์การให้คะแนน : หน่วยงานที่มีผลการปฏิบัติงาน

ตัวชี้วัด(i)	น้ำหนัก (w_i)	เกณฑ์การให้คะแนน 1	2	3	4	5	คะแนนที่ได้ (C_i)	คะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($W_i x C_i$)
1.1 ระดับความสำเร็จของการบันทึก “**<u>แผนการปฏิบัติงาน</u>**” ครบทุกผลผลิต/โครงการ/กิจกรรมที่ได้รับจัดสรรปี 2562 ครบ 12 เดือน ภายในไตรมาส 2	0.20	บันทึกผลการปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณพร้อมแนบไฟล์เอกสารที่เกี่ยวข้องตามรอบเวลา ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง	บันทึกแผนการปฏิบัติงานครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ได้รับจัดสรรแล้วเสร็จภายใน มิ.ย. 2562	บันทึกแผนการปฏิบัติงานครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ได้รับจัดสรรแล้วเสร็จภายใน พ.ค. 2562	บันทึกแผนการปฏิบัติงานครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ได้รับจัดสรรแล้วเสร็จภายใน เม.ย. 2562	บันทึกแผนการปฏิบัติงานครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ได้รับจัดสรรแล้วเสร็จภายใน มี.ค. 2562		
1.2 ร้อยละความสำเร็จของการบันทึก “**<u>แผนการใช้จ่ายงบประมาณ</u>**” ครบทุกผลผลิต/โครงการ/กิจกรรมที่ได้รับจัดสรรปี 2562 ภายในไตรมาส 3	0.20	-	บันทึกแผนการใช้จ่ายงบประมาณครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ได้รับจัดสรรแล้วเสร็จภายใน ก.ย. 2562	บันทึกแผนการใช้จ่ายงบประมาณครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ได้รับจัดสรรแล้วเสร็จภายใน ส.ค. 2562	บันทึกแผนการใช้จ่ายงบประมาณครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ได้รับจัดสรรแล้วเสร็จภายใน ก.ค. 2562	บันทึกแผนการใช้จ่ายงบประมาณครบถ้วนทุกกิจกรรมที่ได้รับจัดสรรแล้วเสร็จภายใน มิ.ย. 2562		
1.3 ระดับความสำเร็จของการบันทึก “**<u>ผล</u>**	0.60	บันทึกผลการ	บันทึกผลการ	บันทึกผลการ	บันทึกผลการ	บันทึกผลการ		

ตัวชี้วัด(i)	น้ำหนัก (w_i)	เกณฑ์การให้คะแนน 1	2	3	4	5	คะแนนที่ได้ (C_i)	คะแนนเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก ($W_i x C_i$)
<u>การปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณ</u>" ลงระบบครบทุกผลผลิต/โครงการ/กิจกรรมที่ได้รับจัดสรรปี 2562 พร้อมแนบไฟล์ เอกสารที่เกี่ยวข้องครบถ้วนทุกผลผลิต/โครงการ/กิจกรรมตามรอบเวลา		ปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณพร้อมแนบไฟล์เอกสารที่เกี่ยวข้องตามรอบเวลา ไม่น้อยกว่า 4 ครั้ง	ปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณพร้อมแนบไฟล์เอกสารที่เกี่ยวข้องตามรอบเวลา ไม่น้อยกว่า 6 ครั้ง	ปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณพร้อมแนบไฟล์เอกสารที่เกี่ยวข้องตามรอบเวลา ไม่น้อยกว่า 8 ครั้ง	ปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณพร้อมแนบไฟล์เอกสารที่เกี่ยวข้องตามรอบเวลา ไม่น้อยกว่า 10 ครั้ง	ปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณพร้อมแนบไฟล์เอกสารที่เกี่ยวข้องตามรอบเวลา ไม่น้อยกว่า 12 ครั้ง		
น้ำหนักรวม	$\sum W_i=1$			**ค่าคะแนนของตัวชี้วัดนี้เท่ากับ**				$\frac{\sum(W_i \times C_i)}{\sum W_i}$

โดยที่ W หมายถึง น้ำหนักความสำคัญของแต่ละกระบวนการ โดยผลรวมของน้ำหนักของทุกกระบวนการเท่ากับ 1
C หมายถึง คะแนนที่ได้จากการเทียบกับร้อยละของผลสำเร็จตามเป้าหมายของตัวชี้วัด
i หมายถึง ลำดับที่ของตัวชี้วัด ; 1,2,...,i

เงื่อนไข : - บันทึกข้อมูล "**ตามรอบเวลา**" จำนวน 1 ครั้ง/เดือน โดยตัดยอดการรายงานผลทุกวันที่ 25 และบันทึกผ่านโปรแกรม Scorecards Cockpit ให้แล้วเสร็จภายในวันสุดท้ายของเดือน

- ไฟล์เอกสารที่เกี่ยวข้อง หมายถึง รายละเอียดหรือกระบวนการดำเนินงานตามผลผลิต/โครงการ/กิจกรรมเชิงคุณภาพ เช่น การพัฒนาห้องปฏิบัติการตรวจสอบสินค้าพืชและผลิตภัณฑ์ ข้อมูลการนำเข้า – ส่งออก ข้อมูลสรุปคดีที่อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักนิติการ หลักสูตรที่อบรมของ ผ.4/ศพก./แปลงใหญ่/Zoning/ขับเคลื่อน ฯลฯ

- กรณีที่มีการปรับแผนงานไม่ตรงกับเอกสารงบประมาณรายจ่าย เนื่องมาจากนโยบาย หรือ เอกสารงบประมาณรายจ่ายไม่ถูกต้องให้ทำบันทึกถึง กผง. เพื่อแก้ไขเป็นกรณี

หมายเหตุ : บันทึกผลการใช้จ่ายงบประมาณ เป็นร้อยละของการบันทึกข้อมูลที่หน่วยงานรับผิดชอบ (ไม่ใช่ร้อยละของการใช้จ่ายงบประมาณ)

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ. 2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการรายงานผลการปฏิบัติงานและการใช้จ่ายเงินงบประมาณ ตามแบบรายงาน สงป.301/302 ผ่านโปรแกรม Scorecards Cockpit โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ	ระดับ	5	5	4.78

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กำหนดให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูลผลการดำเนินงานทุกผลผลิตโดยความร่วมมือจากหน่วยงานภายในกอง
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

    2.1 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูลการดำเนินงานของทุกผลผลิต รายงาน แผน/ผลการปฏิบัติงานและการใช้จ่ายงบประมาณตามแบบ สงป.301/302 รายเดือน ส่งให้กองแผนงานและวิชาการและรายงานผ่านระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ-โปรแกรมควบคุม กำกับติดตามผลการปฏิบัติราชการเชิงประจักษ์

    2.2 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงานรอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
ฝ่ายบริหารทั่วไป งานงบประมาณ (นางจิตรลดา ปุปผมาศ)	02 940 5442 ต่อ 1158
กลุ่มบริหารโครงการวิจัย (น.ส.ณัฐธิดา ทองนาค)	02 940 5442 ต่อ 2117

ตัวชี้วัดที่ 10 : ระดับความสำเร็จของการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานของส่วนราชการ
หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

- **เป็นตัวชี้วัดระดับกรมฯ ซึ่งทุกหน่วยงานมีส่วนสนับสนุนให้เกิดผลลัพธ์**
- **การประเมินให้คะแนนหน่วยงานระดับสำนัก/กอง จะพิจารณาจากข้อมูลใน www.e-report.energy.go.th ขอให้หน่วยงานระดับสำนัก/กอง พิจารณาดำเนินการในส่วนที่เกี่ยวข้องตามรายละเอียดนี้**

คำอธิบาย :

ความสำเร็จของการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานของส่วนราชการ หมายถึง การที่ส่วนราชการสามารถจัดการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงภายในส่วนราชการได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีผลการใช้ไฟฟ้าและน้ำมันเชื้อเพลิงลดลงได้อย่างน้อยร้อยละ 10 จากค่ามาตรฐาน

เกณฑ์การให้คะแนน :

1. **ด้านไฟฟ้า (2.5 คะแนน)**

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	มีการติดตามและรายงานผลการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานด้านไฟฟ้าของปีงบประมาณ 2562 รอบ 6 เดือน (ตุลาคม 2561 - มีนาคม 2562) และรอบ 12 เดือน (เมษายน 2562 - กันยายน 2562) ตามรูปแบบที่ สนพ. กำหนด	0.5000
2	2.1 มีการรายงานข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินปริมาณการใช้ไฟฟ้ามาตรฐาน และค่าดัชนีการใช้ไฟฟ้าประจำปีงบประมาณ 2562 ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ สนพ. กำหนดได้แล้วเสร็จ และครบถ้วน 12 เดือน นับตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2562	0.2500
	2.2 มีการรายงานข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ใช้จริง (kWh; กิโลวัตต์-ชั่วโมง) ประจำปีงบประมาณ 2562 ครบถ้วน 12 เดือน นับตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2562	0.2500
3	มีผลการคำนวณ EUI ด้านการใช้ไฟฟ้า ประจำปีงบประมาณ 2562 ตามสูตรการคำนวณที่ สนพ. กำหนด โดยอยู่ในช่วง -0.200 ถึง -0.333	0.0001-0.5000
4	มีผลการคำนวณ EUI ด้านการใช้ไฟฟ้า ประจำปีงบประมาณ 2562 ตามสูตรการคำนวณที่ สนพ. กำหนด โดยอยู่ในช่วง -0.091 ถึง -0.199	0.0001-0.5000
5	มีผลการคำนวณ EUI ด้านการใช้ไฟฟ้า ประจำปีงบประมาณ 2562 ตามสูตรการคำนวณที่ สนพ. กำหนด โดยอยู่ในช่วง 0 ถึง -0.090 ในกรณีที่ผลการคำนวณ EUI ด้านการใช้ไฟฟ้า มากกว่า 0 ส่วนราชการจะได้คะแนนระดับที่ 3, 4 และ 5 รวมกัน เท่ากับ 1.500 คะแนน	0.0001-0.5000

2. **ด้านน้ำมันเชื้อเพลิง (2.5 คะแนน)**

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน	คะแนน
1	มีการติดตามและรายงานผลการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงานด้านน้ำมันเชื้อเพลิงของปีงบประมาณ 2562 รอบ 6 เดือน (ตุลาคม 2561 - มีนาคม 2562) และรอบ 12 เดือน (เมษายน 2562 - กันยายน 2562) ตามรูปแบบที่ สนพ. กำหนด	0.5000
2	2.1 มีการรายงานข้อมูลพื้นฐานสำหรับการประเมินปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมาตรฐานและค่าดัชนีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประจำปีงบประมาณ 2562 ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ สนพ. กำหนดได้แล้วเสร็จ และครบถ้วน 12 เดือน นับตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2562	0.2500
	2.2 มีการรายงานข้อมูลปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้จริง (ลิตร) ประจำปีงบประมาณ 2562 ครบถ้วน 12 เดือน นับตั้งแต่เดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2562	0.2500
3	มีผลการคำนวณ EUI ด้านการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประจำปีงบประมาณ 2562 ตามสูตรการคำนวณที่ สนพ. กำหนด อยู่ในช่วง -0.200 ถึง -0.333	0.0001-0.5000
4	มีผลการคำนวณ EUI ด้านการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประจำปีงบประมาณ 2562 ตามสูตรการคำนวณที่ สนพ. กำหนด อยู่ในช่วง -0.091 ถึง -0.199	0.0001-0.5000
5	มีผลการคำนวณ EUI ด้านการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงประจำปีงบประมาณ 2562 ตามสูตรการคำนวณที่ สนพ. กำหนด อยู่ในช่วง 0 ถึง -0.090 ในกรณีที่ผลการคำนวณค่าดัชนีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง มากกว่า 0 ส่วนราชการจะได้คะแนนระดับที่ 3, 4 และ 5 รวมกัน เท่ากับ 1.500 คะแนน	0.0001-0.5000

แนวทางการประเมินผล :

- การประเมินผลประหยัดพลังงาน ด้านการใช้ไฟฟ้า และน้ำมันใช้หลักการเดียวกัน โดยปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh) จะเปลี่ยนเป็นปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (ลิตร)
- ถ้าคะแนนขั้นตอนที่ 1+2 = 1.00 คะแนน จะได้รับการประเมินในขั้นตอน 3-4-5 ต่อไป
- ขั้นตอนที่ 3, 4 และ 5 เมื่อทราบ EUI แล้ว จะนำไปเทียบบัญญัติไตรยางศ์เพื่อประเมินคะแนน
- ผลการคำนวณ EUI ถ้าน้อยกว่า -0.333 จะได้คะแนนเท่ากับ 0.000 คะแนน
- ส่วนราชการที่มีหน่วยงานในความรับผิดชอบ>30หน่วยงาน และมีหน่วยงานที่รายงานผ่าน www.e.report.energy.go.th ขั้นตอน 1+2 = 1 คะแนน > ร้อยละ 80 ของจำนวนหน่วยงานทั้งหมด จะได้รับคะแนนส่วนเพิ่มอีก 0.05 เท่าของคะแนนที่ได้รับ

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการดำเนินการตามมาตรการประหยัดพลังงาน	ระดับ	1.00	-	5.00

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กำหนดให้ ฝ่ายบริหารทั่วไป เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูลโดยความร่วมมือของหน่วยงานภายในกองฯ
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

   2.1 ฝ่ายบริหารทั่วไป รวบรวมข้อมูลเป็นรายเดือนบันทึกข้อมูลผ่าน www.e-report.energy.go.th

   2.2 ฝ่ายบริหารทั่วไป สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ส่วนบริหารโครงการวิจัย รวบรวมรายงานตัวชี้วัดในภาพรวมของกองฯ เพื่อส่งให้ ก.พ.ร. กวก.เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
ฝ่ายบริหารทั่วไป	02 940 5442 ต่อ 1116

มิติภายใน : การพัฒนาองค์กร

ตัวชี้วัดที่ 11 : ระดับความสำเร็จของการถ่ายทอดตัวชี้วัดและเป้าหมายจากหน่วยงานสู่ระดับบุคคล
หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

ความสำเร็จของการถ่ายทอดตัวชี้วัดและเป้าหมายระดับหน่วยงานระดับสำนัก/กอง หรือเทียบเท่าสู่ระดับบุคคล หมายถึง ความสำเร็จที่หน่วยงานจัดให้มีระบบการประเมินผลการปฏิบัติราชการของหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่าย หรือเทียบเท่าจนถึงระดับบุคคล (Internal Performance Agreement: IPA)

ในการนี้ หน่วยงานระดับสำนัก/กอง หรือเทียบเท่า จะต้องมีกระบวนการกำหนดตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายในระดับหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่าย หรือเทียบเท่าจนถึงระดับบุคคล ซึ่งเป็นตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายที่ถ่ายทอดมาจากระดับสำนัก/กอง หรือเทียบเท่า มีการจัดทำคำรับรองการปฏิบัติราชการระหว่างหัวหน้าหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่าย/หรือเทียบเท่าจนถึงระดับบุคคล กับหัวหน้าหน่วยงานระดับสำนัก/กอง หรือเทียบเท่า รวมถึงมีการติดตามและประเมินผลการดำเนินงานตามตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายในระดับบุคคลในปีงบประมาณ พ.ศ. 2562

เกณฑ์การให้คะแนน

แบ่งคะแนนเป็น 5 ระดับ โดยพิจารณาจากระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone) ตามเป้าหมายแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone)				
	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2	ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนที่ 5
1	✓				
2	✓	✓			
3	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	✓

โดยที่ :

ขั้นตอน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	▪ หัวหน้าหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่าย หรือเทียบเท่า กำหนดตัวชี้วัด ค่าเป้าหมาย และเกณฑ์การประเมินผลสำเร็จของการบรรลุเป้าประสงค์แต่ละข้อร่วมกับบุคลากรภายใต้บังคับบัญชา
2	▪ มีการจัดทำคำรับรองการปฏิบัติราชการประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562 ระหว่างหัวหน้าหน่วยงานระดับสำนัก/กอง หรือเทียบเท่า กับ หัวหน้าหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่าย หรือเทียบเท่า โดยในคำรับรองฯ จะต้องระบุตัวชี้วัด ค่าเป้าหมาย และเกณฑ์การประเมินผลตัวชี้วัดของหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่ายหรือเทียบเท่า ที่ใช้ประเมินผลได้อย่างชัดเจนและเป็นรูปธรรม ตามแบบกำหนดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของงาน ▪ มีการจัดทำคำรับรองการปฏิบัติราชการระหว่างหัวหน้าหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่าย/ หรือเทียบเท่ากับบุคลากรภายใต้บังคับบัญชา ตามแบบกำหนดและประเมินผลสัมฤทธิ์ของงาน
3	▪ ดำเนินการตามกระบวนการ/แผนงานการประเมินผลภายในหน่วยงาน ประจำปีงบประมาณพ.ศ. 2562 และมีการติดตามความก้าวหน้าและการรายงาน ผลความสำเร็จ ตามตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ในคำรับรองการปฏิบัติราชการประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562 ของหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่าย หรือเทียบเท่า และบุคลากรภายใต้บังคับบัญชา อย่างสม่ำเสมอ (รายเดือน/รายไตรมาส)

ขั้นตอน	เกณฑ์การให้คะแนน
4	▪ มีการประเมินผลความสำเร็จตามตัวชี้วัดและค่าเป้าหมายตามคำรับรองการปฏิบัติราชการของหัวหน้าหน่วยงานย่อย/กลุ่ม/ฝ่าย หรือเทียบเท่า และบุคลากรภายใต้บังคับบัญชา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2562 ส่ง กองการเจ้าหน้าที่ ตามแบบสรุปการประเมินผลการปฏิบัติการ และระยะเวลาที่กำหนด
5	▪ สำนัก/กอง/เทียบเท่า ประกาศรายชื่อข้าราชการผู้มีผลการประเมินผลการปฏิบัติราชการอยู่ในระดับดีเด่นและดีมากในที่เปิดเผยให้ทราบโดยทั่วกัน เพื่อเป็นการยกย่อง และสร้างแรงจูงใจ (motivation) ให้พัฒนาผลการปฏิบัติราชการต่อไป

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการถ่ายทอดตัวชี้วัดและเป้าหมายจากหน่วยงานสู่ระดับบุคคล	ระดับ	5	5	5

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กองฯ แต่งตั้งคณะทำงานประเมินผลการดำเนินการตามคำรับรองการปฏิบัติราชการ และกำหนดให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัยเป็นเลขานุการรับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูลภาพรวมตัวชี้วัด
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

   2.1 กลุ่มวิจัย / กลุ่มบริหารฯ / ฝ่าย /ศูนย์ ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้

   2.2 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงานรอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
ฝ่ายบริหารทั่วไป งานอัตรากำลัง (น.ส.ศิริมล สอนหอม)	02 940 5442 ต่อ 1159

ตัวชี้วัดที่ 12 : ระดับความสำเร็จของการจัดการความรู้
หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

ระบบการจัดการความรู้ หมายถึง การที่หน่วยงานมีรูปแบบที่ชัดเจนในการรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ในหน่วยงาน ซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสาร มาพัฒนาให้เป็นองค์ความรู้ และมีการถ่ายทอดแบ่งปันความรู้อย่างเป็นระบบ เพื่อให้บุคลากรทุกคนในหน่วยงานสามารถเข้าถึงความรู้ พัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ ปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และพัฒนาหน่วยงานเข้าสู่รูปแบบขององค์การแห่งการเรียนรู้ที่ยั่งยืน

โดยที่ความรู้มี 2 ประเภทคือ

1. ความรู้ที่ฝังอยู่ในคน (Tacit Knowledge) เป็นความรู้ที่ได้จากประสบการณ์ พรสวรรค์หรือสัญชาตญาณของแต่ละบุคคลในการทำความเข้าใจในสิ่งต่างๆ เป็นความรู้ที่ไม่สามารถถ่ายทอดออกมาเป็นคำพูด หรือลายลักษณ์อักษรได้โดยง่าย เช่น ทักษะในการทำงาน งานฝีมือ หรือการคิดเชิงวิเคราะห์

2. ความรู้ที่ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) เป็นความรู้ที่สามารถรวบรวม ถ่ายทอดได้โดยผ่านวิธีต่างๆ เช่น การบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร ทฤษฎี คู่มือต่างๆ

กระบวนการจัดการความรู้ (KM Process) ในองค์การประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุความรู้ การสร้างและแสวงหาความรู้ การจัดความรู้ให้เป็นระบบ การประมวลกลั่นกรองความรู้ การเข้าถึงความรู้ การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ การสร้างบรรยากาศและวัฒนธรรมการเรียนรู้ ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบริหารจัดการความรู้ในองค์การให้ดียิ่งขึ้น

ระดับความสำเร็จของการจัดการความรู้ของหน่วยงาน พิจารณาจากความสำเร็จที่หน่วยงานจัดให้มีระบบการจัดการความรู้ในหน่วยงาน ในขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน ได้แก่

1) ขั้นการระบุความรู้ ได้แก่ การนำกระบวนการหลักตามภารกิจของหน่วยงานมากำหนดให้ชัดเจนว่าขั้นตอนใดเป็นงานประจำ (Work Center : WC) ขั้นตอนใดเป็นความรู้ (Knowledge Center : KC) และความรู้นั้นเป็นลักษณะองค์ความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) หรือ องค์ความรู้ที่ฝังอยู่ในคน (Tacit Knowledge) โดยอยู่ที่ไหนและอยู่ที่ใคร ใครเป็นผู้ทรงความรู้นั้น (Knowledge Carrier : KCr) หรือคลังสมองของกรมฯ (ภาคผนวก 7)

2) ขั้นการสร้างและแสวงหาความรู้ คือ การปรับปรุงองค์ความรู้และสร้างองค์ความรู้ใหม่ในขั้นตอนที่ถูกระบุว่าเป็นองค์ความรู้ ทั้งนี้ ในส่วนขององค์ความรู้ที่ฝังอยู่ในคน (Tacit Knowledge) ต้องถูกจับความรู้จากผู้ทรงความรู้ (Knowledge Carrier) หรือคลังสมองของกรมฯ เพื่อให้ได้ความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge)

3) ขั้นการจัดเก็บความรู้ให้เป็นระบบ คือ ทุกหน่วยงานนำองค์ความรู้ที่ได้ปรับปรุงและสร้างองค์ความรู้ใหม่ จัดเก็บในระบบ E-leaning ของกรมวิชาการเกษตร

<u>หมายเหตุ</u> :

1) Work Center : WC คือ งานประจำที่ใช้ความรู้ทั่วไปซึ่งสามารถปฏิบัติได้ตามคู่มือ

2) Knowledge Center : KC เป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์ในการตัดสินใจ

3) ผู้ทรงความรู้ (Knowledge Carrier : KCr) คือ ผู้ที่มีความรู้ที่คนอื่นจำเป็นต้องพึ่งพาจึงจะทำให้ปฏิบัติงานชิ้นต้นสำเร็จ หากสูญเสียผู้นี้ไปแล้ว องค์การจะเสียหายมาก

- **ในปี 2562 กปผ. ได้จัดทำ KM เรื่อง “.....”**

เกณฑ์การให้คะแนน :

แบ่งคะแนนเป็น 5 ระดับ โดยพิจารณาจากระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone) ตามเป้าหมาย แต่ละระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone)				
	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2	ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนที่ 5
1	✓				
2	✓	✓			
3	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	✓

โดยที่ :

ขั้นตอน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	■ สำนัก/กอง นำกระบวนงานหลักของหน่วยงาน มาระบุตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Work Flow) โดยกำหนดให้ชัดเจนว่าขั้นตอนใด เป็นงานประจำที่ใช้ความรู้ทั่วไป (Work Center : WC) และขั้นตอนใดที่ใช้ความรู้ ทักษะ หรือประสบการณ์ตัดสินใจ (Knowledge Center)
2	■ ในขั้นตอนที่ต้องใช้ความรู้ (Knowledge Center) ให้สำนัก/กอง ระบุชื่อองค์ความรู้ที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานพร้อมทั้งระบุชื่อผู้ทรงความรู้ (Knowledge Carrier : KCr) หรือคลังสมองของกรมฯ
3	■ สำนัก/กอง ปรับปรุงองค์ความรู้ (Explicit Knowledge) ที่มีอยู่เดิมและเพิ่มเติมองค์ความรู้ที่ยังขาดอยู่ตามที่ระบุในขั้นตอนที่ 2 โดยดำเนินการจับความรู้ (Capture Knowledge) ในส่วนที่เป็นองค์ความรู้ที่ยังอยู่ในคน (Tacit Knowledge) โดยใช้กระบวนการต่างๆ เช่น ☐ Coahing ☐ OJT ☐ After Action Review ☐CoP ☐ อื่นๆ.....
4	■ นำความรู้ที่ได้มารวบรวมประมวลผล กลั่นกรองความรู้ นำเข้าจัดเก็บในระบบ E-leaning ของกรมวิชาการเกษตร เขียนเป็นคู่มือปฏิบัติงานหรือตำราวิชาการ เป็นต้น
5	■ นำความรู้ที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในหน่วยงาน เช่น ☐ จัดบอร์ด/โปสเตอร์ ☐ นำเสนอในการประชุม ☐ Morning Talk ☐ อื่นๆ.....

คำอธิบายเพิ่มเติม

Coaching หมายถึง การสอนงาน เป็นกระบวนการที่ผู้สอนงานใช้เพื่อเสริมสร้างและพัฒนาบุคลากรให้มีความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และความสามารถเฉพาะตัว (Personal Attribute) ด้วยวิธีการหรือเทคนิคต่างๆ ที่วางแผนไว้เป็นอย่างดี ทำการสอนให้เป็นไปตามแผนงานที่กำหนดขึ้น จนกระทั่งสามารถฝึกให้บุคลากรปฏิบัติงานตามที่สอนให้บรรลุเป้าหมายตามที่กำหนดไว้ โดยผ่านกระบวนการปฏิสัมพันธ์ (Interactive Process) ระหว่างผู้สอนงานและบุคลากร โดยมากการสอนงานมักจะเป็นกลุ่มเล็กหรือรายบุคคลหรือผู้ใต้บังคับบัญชาของตนเอง ซึ่งจะเรียกผู้สอนงานว่า “Coach” โดยปกติผู้เป็น Coach สามารถเป็นผู้บริหารระดับสูง (Top Management Level) เช่น ผู้อำนวยการ ผู้บริหารระดับกลาง ผู้บริหารระดับต้น หรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในงานนั้น ๆ เป็นต้น และจะเรียกผู้ถูกสอนงานโดยปกติจะเป็นผู้ใต้บังคับบัญชาที่อยู่ในกลุ่ม/ฝ่ายเดียวกันที่เรียกว่า “Coachee”

OJT (On the Job Training) หมายถึง การฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน จากสถานที่จริง เป็นการให้คำแนะนำเชิงปฏิบัติในลักษณะตัวต่อตัว (One-on-One) หรือเป็นกลุ่มเล็กๆ ในพื้นที่การทำงาน ในช่วงเวลาการทำงานปกติ ซึ่ง OJT นั้นจะออกแบบเพื่อเน้นประสิทธิภาพการทำงานในลักษณะการพัฒนาทักษะเป็นพื้นฐาน (Skill-Based) ให้บุคลากรเข้าใจและสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยตนเอง อีกทั้งองค์การสมัยใหม่มักจะใช้เครื่องมือ OJT ในการสร้างบรรยากาศการถ่ายทอด และแลกเปลี่ยนความรู้ หรือที่เรียกว่า Knowledge Sharing เพื่อลงช่องว่างความรู้ของคนในองค์การให้มากที่สุด

Mentoring Program หมายถึง โปรแกรมพี่เลี้ยงสอนงาน โปรแกรมนี้เน้นการพัฒนาแบบมีส่วนร่วม (Developmental Partnership) จากบุคคลที่ต้องทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความรู้ประสบการณ์ข้อมูลต่างๆ และมุมมองส่วนบุคคลเพื่อส่งเสริม สนับสนุน และผลักดันให้อีกฝ่ายมีความพร้อมในการทำงาน พร้อมที่จะเจริญเติบโตและมีความก้าวหน้าในสายอาชีพ โปรแกรมการเป็นพี่เลี้ยงจึงเป็นรูปแบบของการมองจากคนภายนอกต่อการดำเนินชีวิตปกติและประสบการณ์ในการทำงานของอีกฝ่าย

โปรแกรมพี่เลี้ยงจึงเป็นรูปแบบการพัฒนาที่เน้นให้เกิดการสร้างโอกาสในการมีส่วนร่วม การแก้ไขปัญหาและการกำหนดเป้าหมายเพื่อให้งานบรรลุผลสำเร็จตามที่ผู้บังคับบัญชาต้องการ ซึ่ง John C.Crosby ได้กล่าวว่า “โปรแกรมการเป็นพี่เลี้ยงหมายถึงโปรแกรมที่ต้องใช้ความคิดในการวิเคราะห์ ใช้หูในการรับฟัง และการนำเสนอทิศทางที่ถูกต้องให้กับอีกฝ่าย” ดังนั้นรูปแบบของการเป็นพี่เลี้ยงจึงเป็นกระบวนการของการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ของผู้ที่มีความรู้และความชำนาญในงานหรือที่เรียกว่า Mentor ให้กับผู้ที่ไม่มีประสบการณ์หรือมีประสบการณ์ไม่มากนัก หรือที่เรียกว่า Mentee นอกจากนี้ Nigel Mac Lennan ได้ให้คำนิยามของ Mentor และ Mentoring ไว้ว่า Mentor คือผู้ที่พร้อมช่วยให้ผู้ปฏิบัติได้เกิดการเรียนรู้ และ Mentoring หมายถึงกระบวนการให้ความช่วยเหลือแก่บุคคลที่ได้รับการมอบหมายให้พัฒนาผ่านเครื่องมือนี้ ลักษณะพิเศษของโปรแกรมพี่เลี้ยงสอนงาน

การเป็นพี่เลี้ยงสอนงานสามารถเป็นบุคคลอื่นได้โดยไม่จำเป็นจะต้องเป็นผู้บังคับบัญชาหรือหัวหน้าโดยตรง ซึ่งความหมายของกการเป็นพี่เลี้ยงนั้นรวมถึง การเป็นผู้สนับสนุน (Advocate) คือเป็นผู้ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ การเป็นผู้สอนงาน (Coach) คือเป็นผู้ทำหน้าที่ในบทบาทผู้สอนงาน และการเป็นผู้ให้คำปรึกษา (Consultant) โดยทำหน้าที่ให้คำแนะนำ ดูแลทั้งการทำงาน การวางแผนเป้าหมายในอาชีพให้กับบุคลากร เพื่อให้บุคลากรมีความสามารถที่สูงขึ้น และการใช้ชีวิตส่วนตัว ทั้งที่เป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยบางองค์การเรียกโปรแกรมเป็นพี่เลี้ยงนี้ว่า Mentoring Program หรือบางองค์การ เรียกว่า Buddy System เป็นต้น

After Action Review (AAR) หมายถึง การทบทวนหลังปฏิบัติงาน เป็นขั้นตอนหนึ่งในวงจรการทำงาน เป็นการทบทวนวิธีการทำงานทั้งด้านความสำเร็จ และปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการเรียนรู้ระหว่างทำงาน ทั้งนี้ไม่ใช่เพื่อค้นหาคนที่ทำผิดพลาด ไม่ใช่การกล่าวโทษใคร แต่เป็นการทบทวนเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์การทำงาน เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ไม่ให้เกิดปัญหานี้ขึ้นอีก ในขณะเดียวกันก็คงไว้ซึ่งวิธีการที่ดีอยู่แล้ว

CoP (Community of Practice) หมายถึง ชุมชนนักปฏิบัติ คือ ชุมชนที่มีการรวมตัวกัน หรือเชื่อมโยงกันอย่างไม่เป็นทางการ โดยมีลักษณะดังนี้

- ประสบปัญหาลักษณะเดียวกัน
- มีความสนใจในเรื่องเดียวกัน
- ต้องการแลกเปลี่ยนประสบการณ์จากกันและกัน
- มีเป้าหมายร่วมกัน มีความมุ่งมั่นร่วมกัน ที่จะพัฒนาวิธีการทำงานได้ดีขึ้น
- วิธีปฏิบัติคล้ายกัน ใช้เครื่องมือ และภาษาเดียวกัน
- มีความเชื่อ และยึดถือคุณค่าเดียวกัน
- มีบทบาทในการสร้าง และใช้ความรู้
- มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกันและกัน อาจจะพบกันด้วยตัวจริง หรือผ่านเทคโนโลยี
- มีช่องทางเพื่อการไหลเวียนของความรู้ ทำให้ความรู้เข้าไปถึงผู้ที่ต้องการใช้ได้ง่าย
- มีความร่วมมือช่วยเหลือ เพื่อพัฒนาและเรียนรู้จากสมาชิกด้วยกันเอง
- มีปฏิสัมพันธ์ต่อเนื่อง มีวิธีการเพื่อเพิ่มความเข้มแข็งให้แก่สายในทางสังคม

ทำให้เพิ่มพูนความรู้ที่ลึกซึ้งขึ้นเรื่อยๆ ในระดับที่ง่ายที่สุด ชุมชนนักปฏิบัติ คือ คนกลุ่มเล็กๆ ซึ่งทำงานด้วยกันมาระยะหนึ่ง มีเป้าหมายร่วมกัน และต้องการที่จะแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์จากการทำงาน กลุ่มดังกล่าวมักจะไม่ได้เกิดจากการจัดตั้งโดยองค์การ เป็นกลุ่มที่เกิดจากความต้องการทางสังคม และความพยายามที่จะทำให้บรรลุผลสำเร็จ เป็นกลุ่มที่ไม่มีอำนาจ ไม่มีการกำหนดไว้ในแผนภูมิโครงสร้างองค์กร และอาจจะมีเป้าหมายที่ขัดแย้งกับผู้นำองค์กร ในหนึ่งองค์กรอาจจะมีชุมชนนักปฏิบัติจำนวนมาก และคนคนหนึ่งจะเป็นสมาชิกในหลายชุมชน

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการจัดการความรู้	ระดับ	5	4	-

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กำหนดให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัย เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล โดยความร่วมมือจากกลุ่มวิจัย / กลุ่มบริหารฯ / ฝ่าย
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

    2.1 กลุ่มวิจัย / กลุ่มบริหารฯ / ฝ่าย /ศูนย์ ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้

    2.2 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
ผอ.กลุ่มบริหารโครงการวิจัย (นางจิราพรรณ ทองหยอด)	02 940 5754 ต่อ 2111
กลุ่มบริหารโครงการวิจัย (น.ส.ณัฐธิดา ทองนาค)	02 940 5754 ต่อ 2117

ตัวชี้วัดที่ 13 : ระดับความสำเร็จของการควบคุมภายใน

หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

การควบคุมภายใน หมายความว่า กระบวนการปฏิบัติงานที่ผู้กำกับดูแล หัวหน้าหน่วยงานของรัฐฝ่ายบริหารและบุคลากรของหน่วยงานของรัฐจัดให้มีขึ้น เพื่อสร้างความมั่นใจอย่างสมเหตุสมผลว่าการดำเนินงานของหน่วยงานของรัฐ จะบรรลุวัตถุประสงค์ด้านการดำเนินงาน ด้านการรายงาน และด้านการปฏิบัติตามกฎหมายระเบียบและข้อบังคับ

ความสำเร็จของการควบคุมภายในของหน่วยงานระดับสำนัก/กอง จะพิจารณาจากความสามารถของหน่วยงานในการควบคุมภายในตามแนวทางที่คณะกรรมการพัฒนาระบบการบริหารความเสี่ยงและการควบคุมภายใน กรมวิชาการเกษตร กำหนด ซึ่งได้กำหนดรูปแบบรายงานเพื่อให้สอดคล้องกับหลักเกณฑ์กระทรวงการคลังว่าด้วยมาตรฐานและหลักเกณฑ์ปฏิบัติการควบคุมภายในสำหรับหน่วยงานภาครัฐ พ.ศ. 2561

เกณฑ์การให้คะแนน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	หน่วยงานระดับสำนัก/กองหรือเทียบเท่าแต่งตั้งคณะทำงานควบคุมภายในของหน่วยงาน ประกอบด้วยผู้บริหารหน่วยงานเป็นประธาน/คณะทำงานเป็นตัวแทนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเลขานุการต้องเป็นผู้แทนของหน่วยงานที่ปรากฏในคำสั่งคณะกรรมการพัฒนาระบบการบริหารความเสี่ยงและการควบคุมภายใน กรมวิชาการเกษตร
2	คณะทำงานควบคุมภายในของหน่วยงานปรับปรุงรายงานการประเมินผลการควบคุมภายในของหน่วยงาน ณ วันที่ 30 ก.ย. 2561 ตามแบบฟอร์ม ปค.ย. 5 ส่งให้กลุ่มพัฒนาระบบบริหารตามระยะเวลาที่กำหนด
3	มีการติดตามผลการดำเนินการตามแผนการปรับปรุงการควบคุมภายใน ของปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 รอบ 6 เดือน (ต.ค. 61-มี.ค. 62) และรายงานผลดำเนินการตามแผนปรับปรุงตามแบบติดตาม ปค.ย.5 ส่งให้คณะกรรมการฯ ตามระยะเวลาที่กำหนด
4	มีการติดตามผลการดำเนินการตามแผนการปรับปรุงการควบคุมภายใน ของปีงบประมาณ พ.ศ. 2562 รอบ 12 เดือน (ต.ค. 61-ก.ย. 62) และรายงานผลการดำเนินการตามแผนปรับปรุงตามแบบติดตาม ปค.ย. 5 ส่งให้คณะกรรมการฯ ตามระยะเวลาที่กำหนด
5	มีการประเมินเกี่ยวกับการมีอยู่และความเหมาะสมของ 5 องค์ประกอบของการควบคุมภายในแล้วนำผลที่ได้มาจัดทำเป็นรายงานผลการประเมินองค์ประกอบของการควบคุมภายใน (ปค.ย. 4) และประเมินการควบคุมภายในด้วยตนเองตามกิจกรรม/งานที่ดำเนินการอยู่ และนำกิจกรรม/งานที่มีความเสี่ยงที่เหลืออยู่จากแบบติดตาม ปค.ย. 5 รอบ 12 เดือน และกิจกรรม/งานที่เป็นความเสี่ยงที่พบใหม่ตามแบบ ปค.ย. 4 มาประมวล เพื่อจัดทำรายงานการประเมินผลและการปรับปรุงการควบคุมภายในตามแบบ ปค.ย. 5 และจัดส่งรายงานให้กลุ่มพัฒนาระบบบริหารตามระยะเวลาที่กำหนด

หมายเหตุ :

1. **แบบรายงานผลการประเมินองค์ประกอบของการควบคุมภายใน (แบบ ปค.ย.4) แบบรายงานการประเมินผลการควบคุมภายใน (แบบ ปค.ย.5) แบบรายงานผลการติดตามการปฏิบัติตามแผนการควบคุมภายใน (แบบติดตาม ปค.ย.5)**
2. **หากส่งรายงานไม่เป็นไปตามกำหนดในรอบ 12 เดือน จะถูกหักคะแนน วันละ 0.05 จากคะแนนรวม (รวมแล้วไม่เกิน 1 คะแนน)**

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการควบคุมภายใน	ระดับ	4.50	5.00	5.00

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กำหนดให้กลุ่มบริหารโครงการวิจัย เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล โดยความร่วมมือจากกลุ่มวิจัย / กลุ่มบริหารฯ / ฝ่าย
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

    2.1 กลุ่มวิจัย / กลุ่มบริหารฯ / ฝ่าย /ศูนย์ ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้

    2.2 กลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงานรอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
คณะทำงานควบคุมภายใน กปผ. (น.ส.ศิริมล สอนหอม)	02 940 5442 ต่อ 1159

แบบรายงานระดับสำนัก/กอง หรือหน่วยงานเทียบเท่า

มีรายงาน 3 แบบ คือ

แบบ	ชื่อแบบรายงาน	ความหมาย
แบบ ปค.ย. 4	รายงานการประเมินองค์ประกอบของการควบคุมภายใน	เป็นการนำเสนอผลการประเมินแต่ละองค์ประกอบของการควบคุมภายในของหน่วยงาน
แบบ ปค.ย. 5	รายงานการประเมินผลการควบคุมภายใน	เป็นการบันทึกกระบวนการในการประเมินผลการควบคุมภายใน ระบุการควบคุมที่มีอยู่ การประเมินผลการควบคุมความเสี่ยงที่ยังมีอยู่ การควบคุมภายในที่ต้องปรับปรุงและผู้รับผิดชอบ
แบบติดตาม ปค.ย. 5	รายงานผลการติดตามการปฏิบัติตามแผนการควบคุมภายใน	เป็นการติดตามผลการดำเนินงานตามแผนการการควบคุมภายใน ว่าสามารถดำเนินการตามแผนการควบคุมภายในที่ได้วางไว้หรือไม่ และการดำเนินงานบรรลุวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เพียงใด

แบบ ปค.ย. 4

.....(1).....

รายงานการประเมินองค์ประกอบของการควบคุมภายใน

สำหรับระยะเวลาดำเนินงานสิ้นสุด .....(2).....

(3) องค์ประกอบของการควบคุมภายใน	(4) ผลการประเมิน/ข้อสรุป
1. สภาพแวดล้อมการควบคุม	
.....	.....
.....	.....
.....	.....
2. การประเมินความเสี่ยง	
.....	.....
.....	.....
.....	.....
3. กิจกรรมการควบคุม	
.....	.....
.....	.....
.....	.....
4. สารสนเทศและการสื่อสาร	
.....	.....
.....	.....
.....	.....
5. กิจกรรมการติดตามผล	.....
.....	.....
.....	.....
.....	

ผลการประเมินโดยรวม (5)

.....

.....

.....

ลายมือชื่อ.....(6).....

ตำแหน่ง.....(7).....

วันที่....(8)...เดือน.....พ.ศ. .....

แบบ ปค.ย. 5

ชื่อหน่วยงาน.....(1).....

รายงานการประเมินผลการควบคุมภายใน – ระดับหน่วยงานย่อย

สำหรับระยะเวลาการดำเนินงานสิ้นสุด วันที่ .....(2)..... (30 เดือน กันยายน พ.ศ. 2561)

(3) ภารกิจตามกฎหมายที่จัดตั้งหน่วยงานของรัฐหรือภารกิจตามแผนการดำเนินการที่สำคัญ หรือภารกิจอื่นๆของหน่วยงานของรัฐ/วัตถุประสงค์	(4) ความเสี่ยง	(5) การควบคุมภายในที่มีอยู่	(6) การประเมินผลการควบคุมภายใน	(7) ความเสี่ยงที่ยังมีอยู่	(8) การปรับปรุงการควบคุมภายใน	(9) หน่วยงานที่รับผิดชอบ
1. ภารกิจตามกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการของหน่วยงาน						
(1) xxxxxxxxxxxxx - ด้านกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ (2) xxxxxxxxxxxxxx - วิจัยและพัฒนา - ด้านพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต (3) xxxxxxxxxxxxxx - บริการตรวจรับรอง/ตรวจวิเคราะห์ (4) ให้บริการวิชาการ ข้อมูลข่าวสารและเทคโนโลยีการเกษตร แก่เจ้าหน้าที่ เกษตรกร เอกชน และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง - บริการวิชาการ						
2. ภารกิจตามแผนการดำเนินการที่สำคัญ						
(ระบุวัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน กรณีที่ตรงกับภารกิจตามกฎกระทรวงอยู่แล้ว ให้นำไปใส่ในข้อ 1)						

(3) ภารกิจตามกฎหมายที่จัดตั้งหน่วยงานของรัฐหรือ ภารกิจตามแผนการดำเนินการที่สำคัญ หรือภารกิจ อื่นๆของหน่วยงานของรัฐ/วัตถุประสงค์	(4) ความเสี่ยง	(5) การควบคุมภายใน ที่มีอยู่	(6) การประเมิน ผลการควบคุม ภายใน	(7) ความเสี่ยงที่ยังมีอยู่	(8) การปรับปรุง การควบคุมภายใน	(9) หน่วยงาน ที่รับผิดชอบ
3. ภารกิจอื่น						
(1) ด้านการเงินและบัญชี (2) ด้านงบประมาณ (3) ด้านบริหารพัสดุและทรัพย์สิน (4) ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (5) ด้านบริหารทรัพยากรบุคคล (6) ด้านการบริหาร						

ลายมือชื่อ.....

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

แบบติดตาม ปค.ย. 5

ชื่อหน่วยงาน .....(1).....

รายงานผลการติดตามการปฏิบัติตามรายงานการประเมินผลการควบคุมภายใน - ระดับหน่วยงานย่อย

รอบ ...(2)... เดือน สำหรับงวดตั้งแต่วันที่ .....(3)..... (1 ตุลาคม 2561 – 31 มีนาคม 2562 / 1 ตุลาคม 2561 – 30 กันยายน 2562)

(4) ภารกิจตามกฎหมายที่จัดตั้งหน่วยงานของรัฐหรือภารกิจตามแผนการดำเนินการที่สำคัญ หรือภารกิจอื่นๆ ของหน่วยงานของรัฐ/วัตถุประสงค์	(5) จุดอ่อนของการควบคุมหรือความเสี่ยงที่ยังมีอยู่	(6) การปรับปรุงการควบคุมภายใน	(7) กำหนดเสร็จ/ผู้รับผิดชอบ	(8) สถานะการดำเนินการ	(9) วิธีติดตามและสรุปผลการประเมิน/ข้อคิดเห็น
4. ภารกิจตามกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการของหน่วยงาน					
- ด้านกฎหมาย ระเบียบ ข้อบังคับ - ด้านพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต - วิจัยและพัฒนา - บริการตรวจรับรอง/ตรวจวิเคราะห์ - บริการวิชาการ					
5. ภารกิจตามแผนการดำเนินการที่สำคัญ					
(ระบุวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานกรณีที่ตรงกับภารกิจตามกฎกระทรวงอยู่แล้ว ให้นำไปใส่ในข้อ 1)					
6. ภารกิจอื่น					
(1) ด้านการเงินและบัญชี (2) ด้านงบประมาณ					

(4) ภารกิจตามกฎหมายที่จัดตั้งหน่วยงานของรัฐหรือภารกิจตามแผนการดำเนินการที่สำคัญ หรือภารกิจอื่นๆ ของหน่วยงานของรัฐ/วัตถุประสงค์	(5) จุดอ่อนของการควบคุมหรือความเสี่ยงที่ยังมีอยู่	(6) การปรับปรุงการควบคุมภายใน	(7) กำหนดเสร็จ/ผู้รับผิดชอบ	(8) สถานะการดำเนินการ	(9) วิธีติดตามและสรุปผลการประเมิน/ข้อคิดเห็น
(3) ด้านบริหารพัสดุและทรัพย์สิน (4) ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (5) ด้านบริหารทรัพยากรบุคคล (6) ด้านการบริหาร					

สถานะการดำเนินการ :

★ = ดำเนินการแล้ว เสร็จตามกำหนด

✓ = ดำเนินการแล้วเสร็จล่าช้ากว่ากำหนด

✕ = ยังไม่ดำเนินการ

O = อยู่ระหว่างดำเนินการ

ลายมือชื่อ.....

( )

ตำแหน่ง .....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ตัวชี้วัดที่ 14 : ระดับความสำเร็จของการจัดทำแผนพัฒนารายบุคคล (IDP)
หน่วยวัด : ระดับ
น้ำหนัก : ร้อยละ 5
คำอธิบาย :

การพัฒนาบุคลากรเป็นประเด็นหลักที่หน่วยงานต้องให้ความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถย่อมมีส่วนสร้างและผลักดันให้เป้าหมายของหน่วยงานประสบความสำเร็จได้รวดเร็วขึ้น การจัดทำแผนพัฒนารายบุคคลเป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับผู้บังคับบัญชาในการกำหนดแนวทางหรือขอบเขตในการพัฒนาผู้ใต้บังคับบัญชา มีความรู้ความสามารถ ทักษะ ตลอดจนสมรรถนะที่จำเป็นในการปฏิบัติงานตามแผนสร้างความก้าวหน้าในสายงาน (Career Path) ที่กรมวิชาการเกษตรกำหนดขึ้น จากเหตุผลดังกล่าว กรมวิชาการเกษตรจึงเห็นชอบให้ทุกหน่วยงานดำเนินการจัดทำแผนพัฒนารายบุคคล (IDP) ให้กับบุคลากรของตนมาตั้งแต่ปีงบประมาณ 2555 เป็นต้นมา และต้องดำเนินการพัฒนาตามแผนพัฒนารายบุคคลเพื่อเป็นการพัฒนาบุคลากรให้เป็นระบบและต่อเนื่อง และกองการเจ้าหน้าที่ได้ดำเนินการอบรมให้ความรู้ ความเข้าใจ ในการจัดทำแผนพัฒนารายบุคคลให้กับผู้บังคับบัญชา รวมถึงการจัดทำคู่มือให้กับทุกหน่วยงานเพื่อดำเนินการแล้ว เพื่อให้ผู้บังคับบัญชาที่ต้องจัดทำแผนพัฒนารายบุคคล ได้มีความรู้ ความเข้าใจในการจัดทำแผนฯ วิธีการประเมินสมรรถนะสำหรับการพัฒนา และการใช้เครื่องมือที่ไม่เน้นวิธีการฝึกอบรมได้อย่างเหมาะสม แต่ยังมิได้กำหนดให้มีการรายงานผลอย่างจริงจัง

แผนพัฒนารายบุคคล (IDP) หมายถึง กรอบหรือแนวทางที่จะช่วยให้บุคลากรในองค์การสามารถปฏิบัติงานได้บรรลุตามเป้าหมายในงานของตนเอง โดยมีผู้บังคับบัญชาและผู้ใต้บังคับบัญชาได้ร่วมกันจัดทำแผนพัฒนาบนพื้นฐานของขีดความสามารถหรือสิ่งที่คาดหวังจากตำแหน่งหน้าที่ของผู้ใต้บังคับบัญชา เปรียบเทียบกับระดับขีดความสามารถในการทำงานจริงของผู้ใต้บังคับบัญชา ทั้งนี้เพื่อผู้บังคับบัญชาจะได้กำหนดว่าอะไรคือสิ่งที่ต้องพัฒนาหรือปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยการพิจารณาเครื่องมือในการพัฒนา (Development tools) ที่เหมาะสมในการพัฒนาความรู้ความสามารถ ทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ เช่น

การฝึกอบรม (Classroom training)
การมอบหมายงาน (Assignment)
การสอนงาน (Coaching)
การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self Learning)
การให้คำปรึกษาแนะนำ (Consulting)
การเป็นพี่เลี้ยง (Mentoring)
การฝึกอบรมในขณะปฏิบัติงาน (On the Job Training : OJT)
การฝึกงานกับผู้เชี่ยวชาญ (Counterpart)
การดูงาน (Site Visit)
การเป็นวิทยากร (Trainer)
การประชุม/สัมมนา (Meeting/Seminar)

เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดศึกษาเพิ่มเติมได้ในคู่มือการจัดทำแผนพัฒนารายบุคคลใน website ของกองการเจ้าหน้าที่และการอบรมหลักสูตรออนไลน์ (e-learning) ของสำนักงาน ก.พ. เข้าไปที่ www.ocsc.go.th

• ผู้บังคับบัญชา หมายถึง ผู้ที่กรมฯมีคำสั่งมอบอำนาจให้ทำหน้าที่ประเมินผลการปฏิบัติราชการของผู้ใต้บังคับบัญชาเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาแต่งตั้ง และเลื่อนเงินเดือน ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่ ก.พ. กำหนด

• บุคลากรของหน่วยงาน หมายถึง ข้าราชการในสังกัดหน่วยงาน

เกณฑ์การให้คะแนน :

กำหนดเป็นระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone) แบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ พิจารณาจากความก้าวหน้าของขั้นตอนการดำเนินงานตามเป้าหมายแต่ละระดับ ดังนี้

ระดับคะแนน	ระดับขั้นของความสำเร็จ (Milestone)				
	ขั้นตอนที่ 1	ขั้นตอนที่ 2	ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนที่ 5
1	✓				
2	✓	✓			

3	✓	✓	✓		
4	✓	✓	✓	✓	
5	✓	✓	✓	✓	✓

โดยที่

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	หน่วยงานให้ผู้บังคับบัญชาที่ได้รับมอบอำนาจประเมินสมรรถนะบุคลากรของผู้ใต้บังคับบัญชาเพื่อหาช่องว่างสมรรถนะของผู้ใต้บังคับบัญชา ตามแบบฟอร์ม IDP 01
2	ผู้บังคับบัญชาจัดทำแผนพัฒนารายบุคคล (Individual Development Plan : (IDP) โดยกำหนดเครื่องมือในการพัฒนาและรายละเอียดเครื่องมือ/พัฒนา ตามแบบฟอร์ม IDP 02/03
3	ผู้บังคับบัญชาดำเนินการพัฒนาตามแผนที่กำหนด ตามแบบฟอร์ม IDP 02/03
4	ผู้บังคับบัญชารายงานการติดตามในการดำเนินการตามแผน ตามแบบฟอร์ม IDP 04
5	หน่วยงานรวบรวมแผน/รายงานการดำเนินการตามแผนพัฒนารายบุคคล (IDP 01-04) ส่งกองการเจ้าหน้าที่ภายในกำหนดเวลา 20 กันยายน 2562 ดังนี้

คะแนน	0.20	0.40	0.60	0.80	1 คะแนน
จำนวนข้าราชการของหน่วยงาน	ร้อยละ 60	ร้อยละ 65	ร้อยละ 70	ร้อยละ 75	ร้อยละ 80

รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน :

ข้อมูลพื้นฐานประกอบตัวชี้วัด	หน่วยวัด	ผลการดำเนินงานในอดีต ปีงบประมาณ พ.ศ.		
		2559	2560	2561
ระดับความสำเร็จของการจัดทำแผนพัฒนารายบุคคล (IDP)	ระดับ	-	5	5

แหล่งข้อมูล/วิธีการจัดเก็บข้อมูล :

1. กำหนดให้ฝ่ายบริหารทั่วไป เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดเก็บข้อมูล โดยความร่วมมือจากกลุ่มวิจัย / กลุ่มบริหารฯ / ฝ่าย
2. ความถี่ในการจัดเก็บข้อมูล

    2.1 กลุ่มวิจัย / กลุ่มบริหารฯ / ฝ่าย /ศูนย์ ดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการดำเนินงานที่กำหนดไว้

    2.2 ฝ่ายบริหารทั่วไปและกลุ่มบริหารโครงการวิจัยรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผลการดำเนินงาน รอบ 6, 9 และ 12 เดือน จัดส่งให้ ก.พ.ร. กวก. เพื่อรวบรวมส่งคณะทำงานติดตามฯ กรมฯ ต่อไป

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด / ผู้จัดเก็บข้อมูล :

ผู้กำกับดูแลตัวชี้วัด	**เบอร์ติดต่อ :**
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (น.ส.ลมัย ชูเกียรติวัฒนา)	02 579 3579
ผู้จัดเก็บข้อมูล	**เบอร์ติดต่อ :**
ฝ่ายบริหารทั่วไป งานอัตรากำลัง (น.ส.ศิริมล สอนหอม)	02 940 5442 ต่อ 1159

การศึกษาการสลายตัวสารพิษตกค้าง 16 ชนิด ในผักและผลไม้เพื่อนำมาใช้ในการกำหนดค่า MRL

The Magnitude of 16 Pesticide Residues in vegetables and fruits to Establish Maximum Residue Limit

ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ ศศิมา มั่งนิมิตร์ ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล วิทยา บัวศรี ปิยะศักดิ์ อรรคบุตร[ผู้เรียบเรียง]
บุญทวีศักดิ์ บุญทวี สุพัตรี หนูสังข์ ชนิตา ทองแซม วีระสิงห์ แสงวรรณ พรนภัส วิชานนะณานนท์
วาเลนไทน์ เจือสกุล ประพันธ์ เคนท้าว มัลลิกา ทองเขียว พชร เมินหา วิชุตา ควรหัตร์ ศศิณิฎา คงแช่มดี

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The study pesticide residue in fruits and vegetables to establish maximum residue limit (MRL) 16 compound included abamectin, acetamiprid, azoxystrobin, beta-cyfluthrin, carbaryl, chlorpyrifos, chlorantranilipole, deltamethrin, difenoconazole, emamectin benzoate, fenpropathrin, fipronil, flonicamid, lamda-cyhalothrin, imidacloprid and indoxacarb in fruits and vegetables, 7 types of durian, orange, mango, chili, eggs plant, chinese kale, and yard long bean. The supervised trial with a total of 62 trials each trial was divided into 2 plots which were untreated and treated. The formulation was applied with 3 times to treated plots at 7 day interval. All sample were collected and analyzed at 0, 1, 3, 5, 7, 14, and 21 days by using QuEChERS of extracted and analyzed with Gas Chromatography (GC-μECD, GC-MS/MS) and Liquid Chromatography (LC-MS/MS). The results showed that the amount of residue decreases with increasing harvest period. The pre-harvest interval at 0 days to over than 21 days, which varies according to the type of pesticide and plant experiments. The experimental data can be used to configure pre-harvest interval (PHI), and also this information into consideration in order to establish maximum residue limit (MRL) in Thailand, ASEAN and Codex MRL respectively.

Key-words: Maximum Residues Limit (MRL), Pesticide residue, Pre-harvest interval (PHI)

บทคัดย่อ

การศึกษาการสลายตัวสารพิษตกค้างเพื่อการกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง 16 ชนิด ได้แก่ abamectin, acetamiprid, azoxystrobin, beta-cyfluthrin, cabaryl, chlorpyrifos, chlorantranilipole, deltamethrin, difenoconazole, emamectin benzoate, fenpropathrin, fipronil, flonicamid, lamda-cyhalothrin, imidacloprid, และ indoxacarb ในผักและผลไม้ 7 ชนิด คือ ทุเรียน, มะม่วง, ส้ม, พริก, มะเขือ, คะน้า และถั่วฝักยาว วางแผนการทดลองแบบ supervised trials จำนวนทั้งหมด 62 แปลงทดลอง โดยแต่ละแปลงทดลองแบ่งออกเป็น 2 แปลงย่อย คือ แปลงควบคุม (ไม่พ่นวัตถุมีพิษ) และ แปลงที่พ่นวัตถุมีพิษตามอัตราแนะนำ พ่นสารรวม 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างในช่วงระยะเวลา 0, 1, 2, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ใช้วิธีสกัด QuEChERS ตัวอย่าง การตรวจวิเคราะห์ใช้เทคนิคทางด้านแก๊สโครมาโตกราฟี หัวตรวจวัด μECD, MS-MS และลิควิดโครมาโตกราฟี หัวตรวจวัด MS-MS ผลการตรวจวิเคราะห์พบปริมาณสารพิษตกค้างลดลงตามระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่เพิ่มขึ้น โดยมีระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยแตกต่างกันเริ่มที่ 0 วันจนถึงมากกว่า 21 วัน ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของสารพิษและพืชที่ทดลอง ข้อมูลจากการทดลองสามารถนำมาประเมินค่า pre-harvest interval (PHI) ได้ และยังข้อมูลนี้ไปประกอบการพิจารณา

เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในพืช Maximum Residues Limit (MRL) ในระดับประเทศไทย อาเซียน และ Codex MRL ตามลำดับ

คำนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคทั่วโลกให้ความสนใจในคุณภาพสินค้าทางการเกษตร ในด้านความปลอดภัยจากสารพิษคกค้างของวัตถุมีพิษการเกษตร ซึ่งหลายประเทศใช้เป็นมาตรการในการกีดกันทางการค้าในโลกของการค้าเสรีที่กลุ่มประเทศต่างๆกำหนดขึ้น ในปี 2548 รัฐบาลได้ประกาศให้เป็นปีแห่งความปลอดภัยด้านอาหาร (Food safety) ผลักดันให้ประเทศไทยมุ่งสู่ตำแหน่งครัวโลก เพื่อควบคุมและส่งเสริมให้มีการส่งออกสินค้าที่มีคุณภาพเพิ่มขึ้น จึงจำเป็นจะต้องมีการควบคุมคุณภาพสินค้าตั้งแต่กระบวนการปลูกที่ต้องปฏิบัติอย่างถูกวิธีตามหลัก GAP (Good Agricultural Practice) จนถึงกระบวนการส่งไปจำหน่าย และมาตรฐานที่นำมาใช้ตัดสินว่าผลผลิตนั้นมีคุณภาพคือ ปริมาณสารพิษตกค้างทีเหลืออยู่บนผลผลิต โดยจะต้องอยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่คณะกรรมาธิการอาหารแห่งสหประชาชาติ Codex Alimentarius Commission ซึ่งกำหนดเป็นมาตรฐานสากลสำหรับการค้าระหว่างประเทศ การกำหนดค่ามาตรฐานหรือค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง Maximum Residues Limit (MRL) ที่ยอมให้มีได้ในผลผลิตเกษตร สำหรับวัตถุมีพิษแต่ละชนิดจำเป็นต้องใช้ข้อมูลหลายด้านทั้งทางด้านฟิสิกส์และเคมีมาสนับสนุน รวมทั้งผลการทดลองการใช้วัตถุมีพิษ ในแปลงเพาะปลูกพืช ข้อมูลที่ได้จากการทดลองจะต้องผ่ารการพิจารณาของคณะกรรมการ โดยประกอบกับข้อมูลด้านพิษวิทยาและค่าปริมาณสารพิษตกค้างที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัยในแต่ละวัน (Acceptable Daily Intake, ADI) และไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติแก่สุขภาพอนามัยของผู้บริโภคซึ่งกำหนดโดยคณะกรรมการขององค์การอนามัยโลก ข้อมูลจากการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในผักและผลไม้สามารถนำไปประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL ของประเทศไทย อาเซียน และ โดเด็กซ์

ประเทศไทยมีการทดลองเพื่อกำหนดค่าสารพิษตกค้างในพืชตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 จนถึงปัจจุบันการกำหนดค่า MRL จะใช้ค่ามาตรฐานของโคเด็กซ์ มาเป็นเกณฑ์หลักในการ กำหนด ร่วมกับข้อมูล ADI (Acceptable Daily Intake) และ ARfd (Acute Reference Dose) เพื่อประเมินความปลอดภัยทั้งในระยะยาว และแบบเฉียบพลัน ประกอบกับพิจารณา GAP, Supervised Trial และมาตรฐาน MRL ของสหภาพยุโรป และอาเซียน เพื่อกำหนดเป็นค่า MRL ของไทย และนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองเสนอต่อคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญในระดับอาเซียน เพื่อกำหนดค่า ASEAN MRL จากนั้นนำเสนอให้ต่อ Codex Alimentarius Commission ประกอบด้วย องค์การอาหารและเกษตรแห่ง สหประชาชาติ (FAO หรือ Food and Agriculture Organization of the United Nations) และองค์การ อนามัยโลก (WHO หรือ World Health Organization) มีหน้าที่ในการกำหนดค่ามาตรฐานที่เกี่ยวกับอาหาร ในการได้มาซึ่งค่า MRL จะมาจากลักษณะการทำงานร่วมกันที่เรียกว่า JMPR (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues) JMPR เป็นผู้ประเมิน และนำเสนอต่อ Codex Committee on pesticide Residues (CCPR) พิจารณาต่อไป เพื่อกำหนดค่า Codex MRL กลุ่มงานสารพิษตกค้างมีหน้าที่หลักในการจัดทำข้อมูลสารพิษตกค้างในพืชจากการทดลองในแปลงเกษตรกร โดยปฏิบัติตามหลักเกณการทดลองของ Codex เพื่อกำหนดค่า MRL ทั้งหมดนี้มีวัตถุประสงค์หลักคือ ความปลอดภัยต่อสุขภาพและอนามัยของผู้บริโภค และลดการกีดกันทางค้าจากประเทศคู่ค้า

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในแปลงทดลองพืชเพื่อกำหนดค่า MRL มีความสำคัญมาก เนื่องจากประเทศไทยมีผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิดที่สำคัญ เช่น ทุเรียน มังคุด และลำไย เป็นต้น การป้องกันและกำจัดศัตรูพืชจึงมีความจำเป็นในการทำการเกษตร ซึ่งทำให้มีการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรเข้ามาและจำหน่ายในประเทศจำนวนมาก เกษตรกรจึงมีการใช้สารเคมีหลายชนิดในการดูแลป้องกันพืช แต่มีค่า MRL ที่กำหนดไว้แล้วไม่มากพอที่จะครอบคลุมการใช้สารของเกษตรกร จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างให้ครอบคลุมชนิดของพืชเพื่อการค้าพืชผลและความปลอดภัยด้านอาหาร การศึกษาสารพิษตกค้างเพื่อกำหนดค่า MRL ตามคำแนะนำของ Codex

คือ การวางแผนการศึกษาให้มีสภาวะที่สอดคล้องกับวิธีการใช้สารเคมีตามหลัก GAP ในการผลิตพืชนั้น ได้แก่ การเลือกพันธุ์ การเลือกพื้นที่ในการทดลอง ขนาดของแปลง การเลือกวัตถุอันตราย ระยะเวลาการทดลอง จำนวนแปลงการทดลอง (trial) การเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์สารพิษตกค้าง วิธีตรวจวิเคราะห์การประมวลผลข้อมูล และการจัดทำเอกสารข้อมูล สิ่งเหล่านี้ทำให้ได้ข้อมูลที่มีมาตรฐานน่าเชื่อถือในระดับสากล เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณากำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้าง (MRL) ของวัตถุมีพิษในพืชที่มีการส่งออก โดยข้อมูลที่ได้จะถูกประเมินและกำหนดระยะเวลาการเก็บเกี่ยวผลผลิตภายหลังจากการใช้วัตถุมีพิษครั้งสุดท้าย

วิธีดำเนินการ

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างเพื่อกำหนดค่า MRL มีออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. แปลงทดลอง

1.1 การสำรวจหาแปลงทดลอง ที่เป็นแหล่งปลูกเพื่อจำหน่ายของพืชแต่ละชนิด เป็นแปลงตัวแทนของแต่ละท้องที่ มีขนาดเหมาะสม สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เพียงพอต่อความต้องการ และเป็นตัวแทนที่ดีในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ขนาดของแปลงขึ้นกับชนิดของพืชระยะห่างระหว่างต้นและผลผลิตที่คาดว่าจะได้ สำหรับพืชผักและพืชไร่มีขนาด 0.5-1 ไร่ ส่วนไม้ผลขนาดพื้นที่จะขึ้นอยู่กับระยะห่างของต้นและจำนวนต้นที่ต้องการ โดยปกติจะใช้ 4 ต้น ต่อ 1 ซ้ำ

1.2 การวางแผนการทดลอง แบ่งแปลงทดลองออกเป็น 2 แปลงย่อย คือ แปลงที่พ่นวัตถุมีพิษตามอัตราแนะนำและแปลงควบคุม (ไม่พ่นวัตถุมีพิษ) ดำเนินการตามกรรมวิธีคำแนะนำที่ระบุไว้ในฉลากหรือตามคำแนะนำของสำนักอารักขาพืช ทำการพ่นสารตามที่คำนวณไว้ พ่นสารรวม 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน ก่อนพ่นสารทุกครั้งต้องตรวจสอบอัตราการไหลของเครื่องพ่น และเก็บตัวอย่างผลผลิตจากแปลงทดลอง ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันสารบางชนิดที่มีระยะเวลาตกค้างนาน อาจวางแผนการเก็บตัวอย่างยืดระยะเวลาออกไป

1.3 การสุ่มเก็บตัวอย่างจำพวกผักจะสุ่มแบบกระจายทั่วแปลงให้ได้ปริมาณไม่น้อยกว่า 12 ผล หรือไม่น้อยกว่า 1-2 กิโลกรัม เว้นระยะ1 เมตร หัวแปลงและท้ายแปลง ในไม้ผลทำการสุ่มกระจายทั่วทุกต้น ให้ได้จำนวนไม่น้อยกว่า 12 ผล บรรจุตัวอย่างลงในภาชนะ ติดป้ายให้ชัดเจน เก็บตัวอย่างในสภาพเย็นในระหว่างขนส่ง รีบนำตัวอย่างส่งห้องปฏิบัติการเร็วที่สุด

1.4 สำรวจชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างจากแหล่งปลูกและจุดจำหน่ายในพื้นที่ใกล้เคียงที่ทำแปลงทดลองอย่างน้อย 30 ตัวอย่าง รวบรวมข้อมูลสารพิษตกค้างที่พบ ช่วงความเข้มข้นที่ตรวจพบ นำมาประเมินความปลอดภัยกับค่ามาตราฐานสารพิษตกค้างของ Codex, EU, ASEAN และ Thai เพื่อเป็นการเฝ้าระวังสถานการณ์สารพิษตกค้างที่จะเกิดในอนาคต

2. ห้องปฏิบัติการวิจัยสารพิษตกค้าง

ทำการศึกษาและพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษชนิดนั้นในพืช เพื่อทดสอบว่าวิธีการที่นำมาใช้ในการทดลองมีความเหมาะสมหรือไม่ ต้องมีการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีตามปัจจัยต่างๆ ได้แก่ Range, Linearity, Accuracy, Precision, Limit of Quantification (LOQ) และ Limit of Detection (LOD)

2.1 Range / Linearity

ทดสอบ sample blank และ fortified sample blank 7 ความเข้มข้น ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ นำค่าความเข้มข้นของ fortified sample และค่า response ไปเขียนกราฟและคำนวณค่า correlation coefficient (R^2) จากความสัมพันธ์เชิงเส้น ใช้เกณฑ์การยอมรับ ค่า $R^2 \geq 0.99$

2.2 Accuracy

การตรวจสอบAccuracyใช้เกณฑ์กำหนด คือ mean recovery อยู่ระหว่าง 60 – 120% ทำการทดสอบ fortified sample ที่ระดับความเข้มข้น 5 ระดับลงในตัวอย่าง ความเข้มข้นระดับละ 7 ซ้ำ

2.3 Precision

การทดสอบความเที่ยงของการวิเคราะห์ใช้การทวนซ้ำ(repeatability)แสดงผลในรูปของ%RSD (Relative Standard Deviation) ทำการทดสอบ fortified sample ที่ความเข้มข้น5 ระดับ คือ 0.005, 0.01, 0.02 0.05 และ 0.1 mg/kg ลงในตัวอย่าง ความเข้มข้นระดับละ 7 ซ้ำ นำไปวิเคราะห์ตัวอย่างแล้วนำมา คำนวณหาค่า % RSD ตามวิธี ISO-5725-2 ประเมินการยอมรับโดยเปรียบเทียบกับค่าที่ได้คำนวณจากสมการ Horwitz (Horwitz's equation) ซึ่งเกณฑ์กำหนด คือ % RSD ค่านี้ต้องน้อยกว่าค่า% RSD Horwitz ซึ่งได้จากการคำนวณจากสมการ Horwitz

สมการ Horwitz สำหรับ repeatability % RSD $= 0.66 \times 2^{(1-0.5\log C)}$

2.4 Limit of Quantitation (LOQ)

เป็นความเข้มข้นต่ำสุดของสารที่สนใจในตัวอย่างที่วิธีทดสอบสามารถตรวจวัดได้ที่ความเข้มข้นระดับนี้ สามารถรายงานเป็นปริมาณที่มีความแม่นและความเที่ยงในระดับที่ยอมรับได้ ทดสอบ fortified sample ในตัวอย่าง จำนวน 7 ซ้ำ

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลกระทบจากตัวอย่าง (matrix effect) และมีการศึกษาการคงตัว (Storage stability) ของสารในตัวอย่างที่ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง 30-180 วัน เมื่อไม่สามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่างทันที

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิจัยการศึกษาเพื่อการกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้าง ดำเนินการในช่วงปีงบประมาณ 2560-2561 มีการทดลองปริมาณสารพิษตกค้างในผลไม้และผัก แบ่งออกเป็นแปลงทดลองในผลไม้ 12 แปลง และแปลงทดลองในผัก 50 แปลง รวมทั้งสิน 62 แปลง ในพื้นที่ 8 จังหวัด คือ สุพรรณบุรี สระบุรี นครปฐม จันทบุรี นครราชสีมา กาญจนบุรี อ่างทอง และสระแก้ว สารพิษที่ทดลองทั้งหมด 16 ชนิด ได้แก่ abamectin, acetamiprid, azoxystrobin, beta-cyfluthrin, cabaryl, chlorpyrifos, chlorantranilipole, deltamethrin, difenoconazole, emamectin benzoate, fenpropathrin, fipronil, flonicamid, lamda-cyhalothrin, imidacloprid, และ indoxacarb (ดังแสดงในตารางที่ 1)

Table 1 The pesticide residues and supervied trial in 2560-61

Orders	Plants	Pesticide residues	Trials	Years
1	durian	cabaryl	2	60
		chlorpyrifos	2	60
2	orange	abamectin	2	61
		lamda-cyhalothrin	2	61
3	mango	azoxystrobin	2	60
		difenoconazole	2	60
4	chili	azoxystrobin	4	60, 61
		fipronil	4	60, 61
5	eggs plant	imidacloprid	4	60, 61
		fenpropathrin	4	60, 61
		flonicamid	4	60, 61
		chlorantranilipole	4	60, 61
		indoxacarb	4	60, 61
		beta-cyfluthrin	2	61
6	chinese kale	azoxystrobin,	2	60, 61
		acetamiprid	2	60, 61
		emamectin benzoate	2	60, 61
7	yard long been	beta-cyfluthrin	4	60, 61
		deltamethrin	4	60, 61

ข้อมูลการศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างในผักและผลไม้มีความแตกต่างกันไป ตามชนิดของวัตถุอันตรายทางการเกษตร

1. ทุเรียน สารพิษตกค้าง carbaryl และ Chlorpyrifos มีการสลายตัวอย่าง รวดเร็วในช่วง 0-3 วันหลังการพ่นครั้งสุดท้าย เมื่อนำปริมาณสารพิษตกค้างที่ระยะเวลา 14 วันมีปริมาณสารตกค้าง 2.77 และ 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก Figure 1 มาคำนวณค่าความปลอดภัยต่อผู้บริโภค พบว่าไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค ทุเรียนเป็นผลไม้เขตร้อนซึ่ง Codex ไม่ได้กำหนดค่า MRL ของ cabaryl จึงนำข้อมูลที่ได้จาการศึกษาการสลายตัวของ cabaryl ในทุเรียนไปเสนอเพื่อพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง MRL ของ Codex, Asean และประเทศ (ประชาธิปัตย์ และคณะ, 2560; พรนภัส และคณะ, 2560) การสุ่มตรวจตัวอย่างทุเรียนจากแหล่งปลูก 3 จังหวัด คือ จันทบุรี ระยอง และ ฉะเชิงเทรา จำนวน 40 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์สารตกค้าง 211 ชนิด พบสารพิษตกค้าง 17 ชนิด ส่วนใหญ่มีปริมาณสารพิษตกค้างต่ำกว่าค่า MRLs ที่กำหนดไว้ คิดเป็นร้อยละ 72.5 ของตัวอย่างที่พบสารตกค้าง และพบปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างเกินค่า MRLs จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ Chlorpyrifos, lamda cyhalithrin และ cypermethrin

2. ส้มเขียวหวาน สารพิษตกค้าง abamectin สามารถตรวจพบสารพิษตกค้างได้ในปริมาณที่ต่ำตั้งแต่วันแรกของการพ่นสาร คือ 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาคผนวก Figure 2แต่เมื่อนำมาพิจารณาค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของ Codex, EU และ Japan กำหนดไว้ที่ 0.2, 0.04 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก Table 1 พบว่าที่ระยะ 0 วัน มีความปลอดภัยสามารถส่งออกส้มไปที่ประเทศญี่ปุ่นได้แต่ถ้าจะส่งออกไปสหภาพยุโรปต้องเว้นระยะเวลาการเก็บไปที่ 3-5 วัน จะไม่พบปัญหาสารพิษตกค้างในส้มเขียวหวาน ในส่วนสาร lamda cyhalothrin ตรวจพบ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นำมาพิจารณาค่า MRL Codex, EU และ Japan กำหนดไว้ที่

0.2, 0.2, 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ มีความปลอดภัยไม่มีปัญหาเรื่องสารพิษตกค้าง จากข้อมูลการทดลองของสารทั้งสองตรวจพบสารตกค้างในปริมาณต่ำ เนื่องมาจากสูตรที่ใช้ทดลองมีสารออกฤทธิ์ต่ำ คือ abamectin ร้อยละ 2.5 และ lamda cyhalothrin ร้อยละ 1.8

3. มะม่วง สารเคมีทางการเกษตรชนิด azoxystrobin ตรวจพบสารพิษตกค้าง ที่ระยะเก็บเกี่ยว 3 วัน (0.24 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีต่ำกว่าค่า MRL ของ Codex, สหภาพยุโรป (EU) และ Japan กำหนดไว้ที่ 0.7, 0.7 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก Table 1 มีความปลอดภัยกับการบริโภค สามารถส่งจำหน่ายในต่างประเทศได้ (วีระสิงห์ และคณะ, 2560) ส่วนสาร difenoconazole ต้องเว้นระยะเก็บเกี่ยวที่ 7 วัน มีปริมาณสารพิษตกค้างเท่ากับ 0.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาคผนวก Figure 3 เมื่อประเมินค่ามาตรฐานของไทย เท่ากับ 0.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ถ้าพิจารณากับค่ามาตรฐาน MRL ของ Codex, EU และ Japan กำหนดไว้ที่ 0.07, 0.1 และ 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ไม่สามารถส่งออกไปจำหน่ายยังกลุ่มประเทศเหล่านี้ ไม่ควรแนะนำให้ใช้สารนี้ในการป้องกันและกำจัดเชื้อราในมะม่วงเพื่อการส่งออก (พชร และคณะ, 2560)

4. พริก จากข้อมูลการทดลองการสลายตัวของสาร azoxystrobin ในพืชอื่นมีแนวโน้มพบในปริมาณที่ต่ำและมีการสลายตัวค่อนข้างเร็ว พบว่าที่ระยะเก็บเกี่ยวที่ 0-14 วัน มีปริมาณสารพิษตกค้างที่ 0.06-0.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาคผนวก Figure 4 ในส่วนของสาร fipronil ก็พบในปริมาณ0.01-0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ข้อมูลการสลายตัวของสารทั้งสองชนิดนำไปประกอบการพิจารณากำหนดค่า MRL เพราะยังไม่มีหน่วยงานใดกำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของ azoxystrobin และ fipronil ในพริก (ประพันธ์และคณะ, 2560; ศศิณิฎาและคณะ, 2560)

5. มะเขือ ทำแปลงทดลองสารพิษตกค้าง 6 ชนิด โดยพบการสลายตัว imidacloprid ที่ระยะ 0-14 วัน มีปริมาณ 0.02-0.21 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาคผนวก Figure 5 เมื่อนำมาพิจารณากับ EU MRL กำหนดระดับปริมาณสารพิษตกค้างที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาคผนวก Table 1 พบว่าระยะเก็บมะเขือที่ปลอดภัยอยู่ที่ 3 วัน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ Codex MRL กำหนดค่าที่ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ควรเว้นระยะเก็บมะเขือที่ 21 วันหลังการพ่นสารจึงจะปลอดภัยและสามารถส่งออก ส่วน Japan MRL ไม่ได้กำหนดไว้ สำหรับสาร fenpropathrin,พบการสลายตัวที่ระยะ 0-7 วัน มีปริมาณ 0.01-0.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเกษตรกรสามารถเก็บมะเขือที่ระยะเวลา 0 วันหลังการพ่นสาร ก็สามารถส่งออกไปประเทศญี่ปุ่นได้ (Japan MRL เท่ากับ 2.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ EU MRL กำหนดที่ระดับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องเพิ่มระยะเวลาเก็บเกี่ยวเป็น 14 วันจึงจะปลอดภัย ส่วน Codex MRL ไม่ได้กำหนดไว้ flonicamid มีการสลายตัวค่อนข้างช้า และมีปริมาณสารพิษตกค้างสูง โดยที่ระยะ 0-21 วัน มีปริมาณ 0.64-0.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อนำมาพิจารณากับค่า MRL ของ Japan, EU และ Codex กำหนดที่ระดับ 3.0 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ยกเว้น Codex ไม่ได้กำหนดไว้ พบว่าระยะปลอดภัยของการเก็บเกี่ยวที่ 0 วันสามารถส่งออกไปญี่ปุ่นได้ แต่ไม่สามารถส่งออกไปยุโรปได้ และไม่ควรแนะนำให้ใช้สาร Flonicamid ในการผลิตมะเขือเพื่อการส่งออกไปยุโรป ในแปลงทดลอง Indoxacarb พบปริมาณสารพิษตกค้างต่ำที่ระยะเก็บตัวอย่าง 0-7 วัน มีปริมาณ 0.01-0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นำมาพิจารณากับค่า MRL ของ Japan, EU และ Codex กำหนดที่ระดับ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมเท่ากัน ทำให้ได้ระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยที่ 0 วันหลังการพ่นสาร ส่วน Chlorantranilipole พบปริมาณสารพิษตกค้างต่ำ โดยที่ระยะ 0-17 วัน มีปริมาณ 0.02-0.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างที่กำหนดโดย Japan และ EU กำหนดที่ระดับ 0.7 และ 0.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พบว่าสามารถเก็บมะเขือได้อย่างปลอดภัยที่ระยะ 0 วันหลังการพ่น ส่วน Codex ไม่ได้กำหนดไว้ ส่วนแปลงทดลองbeta-cyfluthrin พบปริมาณสารพิษตกค้างที่ช่วงระยะเก็บเกี่ยว 0-14 วัน มีปริมาณ 0.01-0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งค่อนข้างต่ำ เพราะสารที่นำมาทดลองมีสารออกฤทธิ์ต่ำร้อยละ 2.5 ระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยของสารนี้อยู่ที่ 0 วัน เมื่อประเมินจากค่ามาตราฐานสารพิษตกค้างจาก Japan EU และ Codex กำหนดที่ระดับ 2.0, 0.1 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 3 (วิทยาและคณะ, 2560)

6. คะน้า มีปริมาณสารพิษตกค้าง acetamiprid ที่ตรวจพบในระยะที่เก็บผลผลิตภายหลังการ

พ่นสารครั้งสุดท้าย 0-14 วัน มีปริมาณในช่วง 0.01-4.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาคผนวก Figure 6 ค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของสหภาพยุโรปมาประเมินโดยกำหนดที่ระดับ 1.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถเก็บเกี่ยวที่ 7 วันเป็นระยะปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่ตรงข้ามกับค่า Japan MRL กำหนดค่าที่ระดับ 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะได้ระยะการเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยและส่งออกไปญี่ปุ่นที่ 0 วันหลังการพ่น ข้อมูลการสลายตัวของ azoxystrobin มีลักษณะชันเดียวกับ acetamiprid โดยค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของ Japan, EU และ Codex กำหนดที่ระดับ 40, 6.0 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก Table 1 พบว่าระยะเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัยและสามารถส่งออกไปยังประเทศต่างๆคือ 1 วัน ในส่วนของ emamectin benzoate ตรวจพบปริมาณสารพิษตกค้างที่ช่วงระยะการเก็บเกี่ยว 0-3 วัน มีปริมาณ 0.12-0.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาพที่ 4 นำค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของสหภาพยุโรปมาประเมินกำหนดที่ระดับ 0.03 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ พบว่าสามารถเก็บคะน้าได้อย่างปลอดภัยที่ระยะ 5 วัน ตรงข้ามกับ Japan MRL กำหนดไว้ที่ระดับ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่าปริมาณสารพิษตกค้างที่พบที่ระยะเก็บเกี่ยว 0 วัน ถือว่าปลอดภัยต่อผู้บริโภค ส่วน Codex MRL ไม่มีกำหนดค่ามาตรฐาน (วิชุตาและคณะ, 2560; วาเลนไทน์และคณะ, 2560; ชนิตาและคณะ, 2560)

7. ถั่วฝักยาว ส่วนใหญ่เป็นการผลิตเพื่อบริโภคในประเทศโดยมีการกำหนดค่า MRL ของ deltamethrin ที่ระดับ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในภาคผนวก Figure 7 ส่วนค่า MRL ของ EU และ Codex ไม่ได้กำหนดไว้แต่จะเลือกใช้ค่า default MRL เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคควรเว้นระยะเวลาการเก็บเกี่ยว 3 วัน หลังการพ่นสาร แต่หากต้องการส่งออกไปสหภาพยุโรป ให้เว้นระยะเก็บเกี่ยว 10 วัน สำหรับ beta cyflutrin ในประเทศไทย ญี่ปุ่น และสหภาพยุโรป และ โดเด็กซ์ ไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างในถั่วฝักยาว ทั้งนี้ไทยสามารถนำข้อมูลการสลายตัวของ beta cyflutrin มาพิจารณากำหนดค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของไทย ญี่ปุ่น และสหภาพยุโรป (สุพัตรีและคณะ, 2560; บุญทวีศักดิ์และคณะ, 2560)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้าง 16 ชนิด ในผลไม้และผัก 7 ชนิด เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง โดยทำการทดลองในแปลงของเกษตรกรรวมทั้งสิ้น 60 แปลงทดลอง ในเขตพื้นที่ 7 จังหวัด ได้แก่ สุพรรณบุรี สระบุรี นครปฐม จันทบุรี นครราชสีมา กาญจนบุรี และอ่างทอง วัตถุมีพิษที่ใช้ทดลองได้แก่ abamectin, acetamiprid, azoxystrobin, beta-cyfluthrin, cabaryl, chlorantranilipole, chlorpyrifos, deltamethrin, difenoconazole, emamectin benzoate, fenpropathrin, fipronil, flonicamid, lamda-cyhalothrin, imidacloprid และ indoxacarb ทำการทดลองในไม้ผล 3 ชนิด คือ ทุเรียน, มะม่วง และส้ม และในผัก 4 ชนิด คือ พริก, มะเขือ, คะน้า และถั่วฝักยาว ในช่วงปีงบประมาณ 2560-2561 พ่นสารที่ทดลอง 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 7 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างหลังจากการพ่นครั้งสุดท้ายเพื่อนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วัน ใช้วิธีสกัด QuEChERS ในการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง โดยใช้เทคนิค GC และ HPLC ณ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณสารพิษตกค้างมีแนวโน้มลดลงตามการเพิ่มขึ้นของระยะเก็บเกี่ยว เมื่อนำข้อมูลการสลายตัวของพิษตกค้างมาประเมินกับค่า MRL ของ Codex, EU, Japan และไทย สามารถกำหนดระยะการเก็บเกี่ยวปลอดภัย โดยมีระยะเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 0-21 วัน แตกต่างกันออกไปตามชนิดของสารพิษและพืชที่ทดลอง ข้อมูลที่ได้จะนำมาใช้ประกอบการประเมินค่า MRL ใหม่ หรือ ใช้เป็นค่ามาตรฐานสารพิษตกค้างของประเทศไทย และนำไปใช้ต่อรองกับประเทศคู่ค้าในการยอมรับค่า MRL หรือนำข้อมูลวิจัยไปกำหนดค่า Import tolerance เป็นการส่งเสริมสินค้าเกษตรให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้นและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับสินค้าเกษตรไทยต่อผู้บริโภคทั่วโลก

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ได้ข้อมูลการสลายตัวของวัตถุอันตรายทางการเกษตร เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณากำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างของประเทศไทย ตลอดจนนำไปเสนอ เพื่อกำหนดค่า MRL ของอาเซียนและของ Codex ต่อไป

2. สามารถใช้ข้อมูลที่ได้แนะนำเกษตรกรให้ใช้วัตถุมีพิษอย่างถูกต้องและปลอดภัย เพื่อลดปัญหา สารพิษตกค้างในผลิตผลการเกษตรและสิ่งแวดล้อม ทราบระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมและปลอดภัย ซึ่งจะช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อ ผู้บริโภคและการส่งออก

3. เป็นข้อมูลสำหรับประกอบการพิจารณาในการยกเลิกการใช้วัตถุมีพิษหรือแก้ไขฉลากคำแนะนำการใช้สาร เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษที่มีคุณภาพเหมาะสมและปลอดภัย

4. สามารถนำข้อมูลที่ได้มาร่วมพิจารณา กำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างในสินค้าเกษตร เพื่อใช้เป็นค่าต่อรองและรักษาผลประโยชน์ใน การค้าขายผลผลิตทางการเกษตรระหว่างประเทศ (ซึ่งจะเป็นผลดีในด้านเศรษฐกิจ) การสุ่มตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย ทำให้ทราบถึงสถานการณ์สารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตรและ คุณภาพของผลิตผล เพื่อเป็นข้อมูลในการคุ้มครองผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

ชนิตา ทองแซม วิชุตา ควรหัตร์ และ ลมัย ชูเกียรติวัฒนา. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของอิมาเม็ก เบนโซเอทในคะน้าเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL). ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 283-290.

ทิพวรรณ นิ่งน้อย 2549. แนวปฏิบัติการทดสอบความถูกต้องของวิธีวิเคราะห์ทางเคมีโดยห้องปฏิบัติการเดียว. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. 124 หน้า

บุญทวีศักดิ์ บุญทวี จินตนา ภู่มงกุฎชัย และ ประพันธ์ เคนท้าว. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของเบตา-ไซฟลูทรินในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRLs) ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 316-321.

ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ พรนภัส วิชานนะณานนท์ และ พชร เมินหา. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของคาร์บาริลในทุเรียนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 238-247.

ประพันธ์ เคนท้าว จินตนา ภู่มงกุฎชัย และ ศศิณิฎา คงแช่มดี. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบินในพริกเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 291-300.

พชร เมินหา ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ และ พรนภัส วิชานนะณานนท์. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของไดฟีโนโคนาโซลในมะม่วงเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 322-328.

พรนภัส วิชานนะณานนท์ ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ และ พชร เมินหา. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของคลอร์ไพริฟอสในทุเรียนเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 339-350.

วาเลนไทน์ เจือสกุล วิชุตา ควรหัตร์ และ ชนิตา ทองแซม. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของอะซีทามิพริดในคะน้าเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 227-237.

วิชุตา ควรหัตร์ วาเลนไทน์ เจือสกุล และ ชนิตา ทองแซม. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบินในคะน้าเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 329-328.

วิทยา บัวศรี ศศิมา มั่งนิมิตร์ ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล และ มัลลิกา ทองเขียว. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของอิมิดาโคลพริดในมะเขือเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 130-151.

วีระสิงห์ แสงวรรณ วิชุตา ควรหัตร์ และ วาเลนไทน์ เจือสกุล. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของอะซอกซีสโตรบินในมะม่วงเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 351-358.

ศศิณิฎา คงแช่มดี พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ และ ประพันธ์ เคนท้าว. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างฟิโพรนิลในพริกเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 359-366.

สุพัตรี หนูสังข์ พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ และ ประพันธ์ เคนท้าว. 2560. วิจัยสารพิษตกค้างของเดลทาเมทรินในถั่วฝักยาวเพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) ครั้งที่ 1 และ 2. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กปผ. กรุงเทพฯ. หน้า 265-271.

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักพืช กลุ่มบริหารศัตรูพืช. 2557. แมลงศัตรูไม้ผล. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักวิจัยพัฒนาการอารักพืช กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2553. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. กรมวิชาการเกษตร.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. การจัดกลุ่มสินค้าเกษตร: พืช CLASSIFICATION OF AGRICULTURAL COMMODITIES: CROP. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

https://db.ffcr.or.jp/front/, 29 เมษายน 2562

http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides- database/public/?event=pesticide.residue.selection&language=EN, 29 เมษายน 2562

http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P387.PDF, 29 เมษายน 2562

http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex- texts/dbs/pestres/commodities/en/, 29 เมษายน 2562

ภาคผนวก

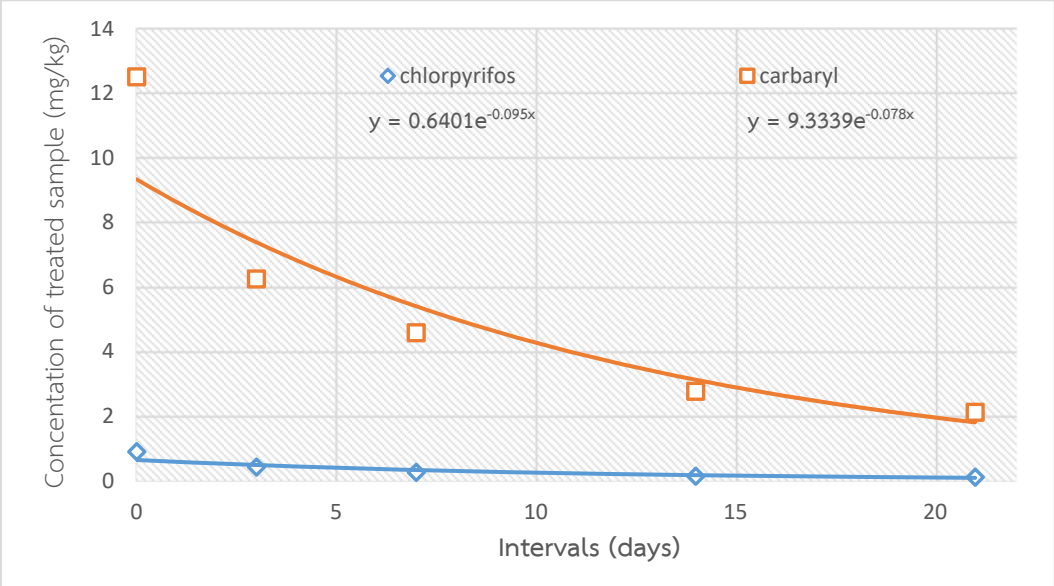


Figure 1 The degradation of carbaryl and chlorpyrifos in durian.

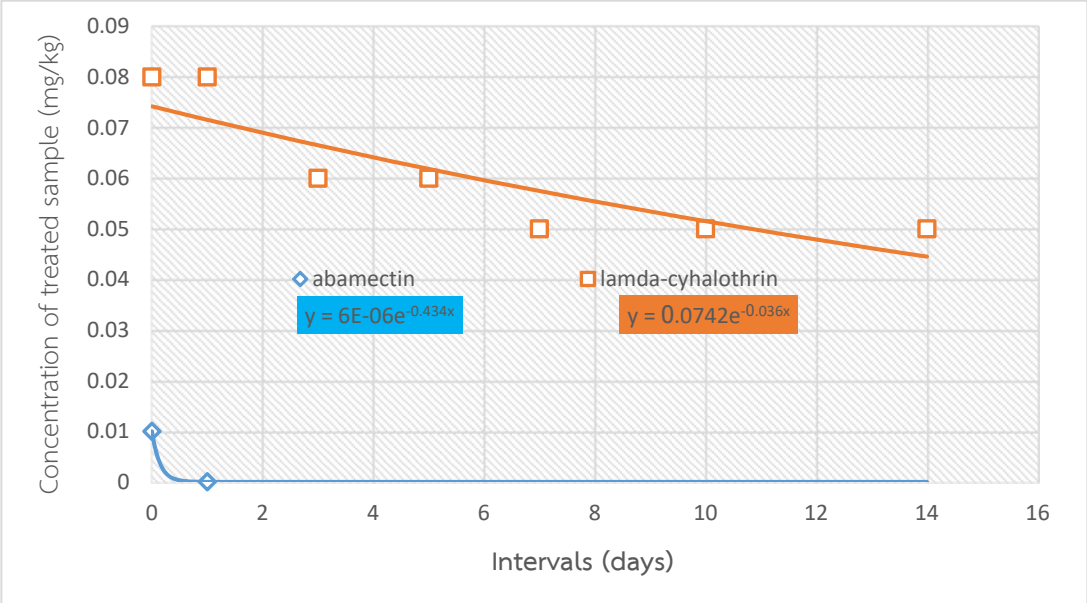


Figure 2 The degradation of azoxystrobin and difenoconazole in mango.

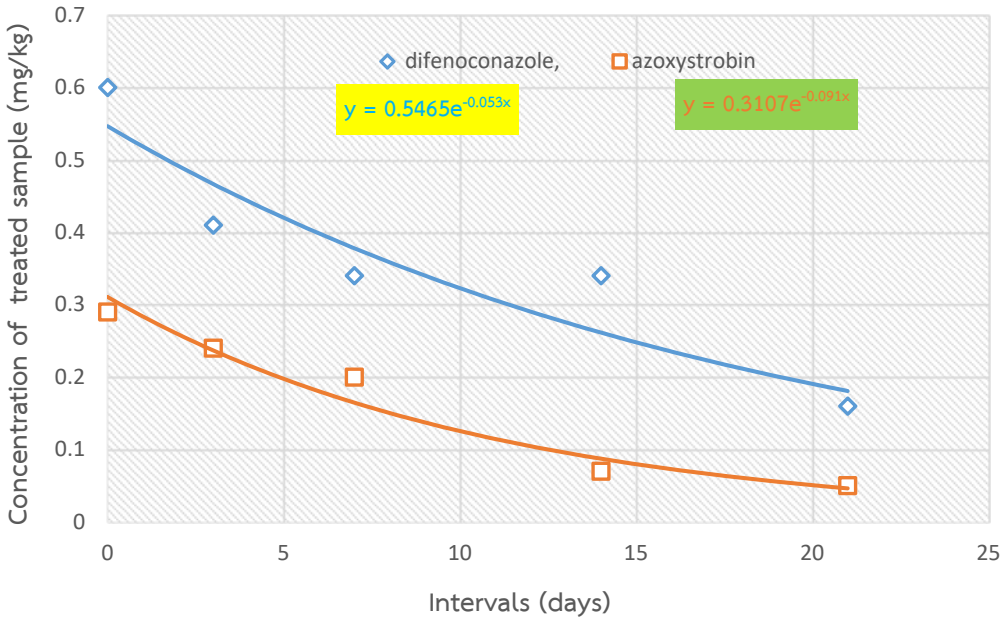


Figure 3 The degradation of azoxystrobin and Difenoconazole in mango.

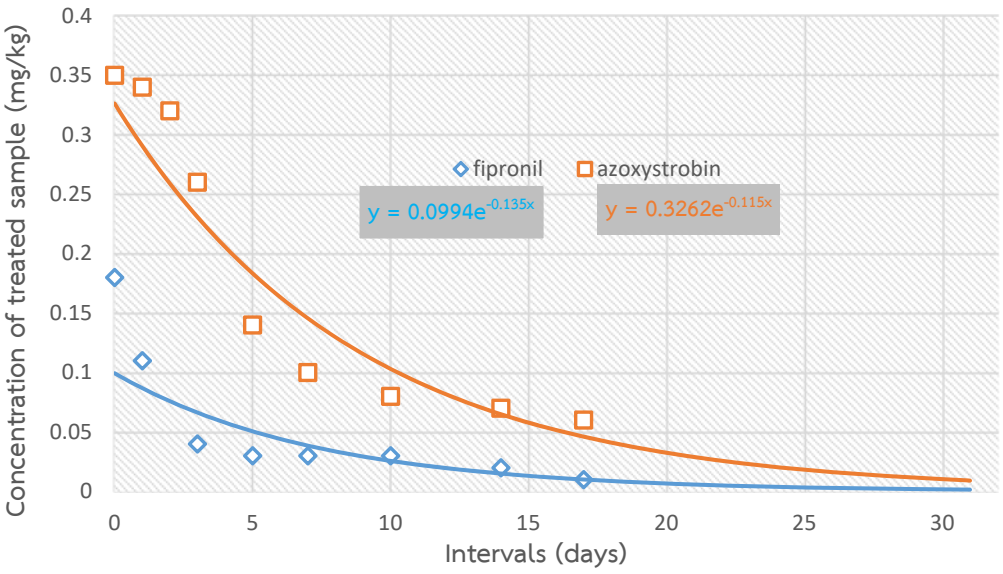


Figure 4 The degradation of azoxystrobin and fipronil in chili

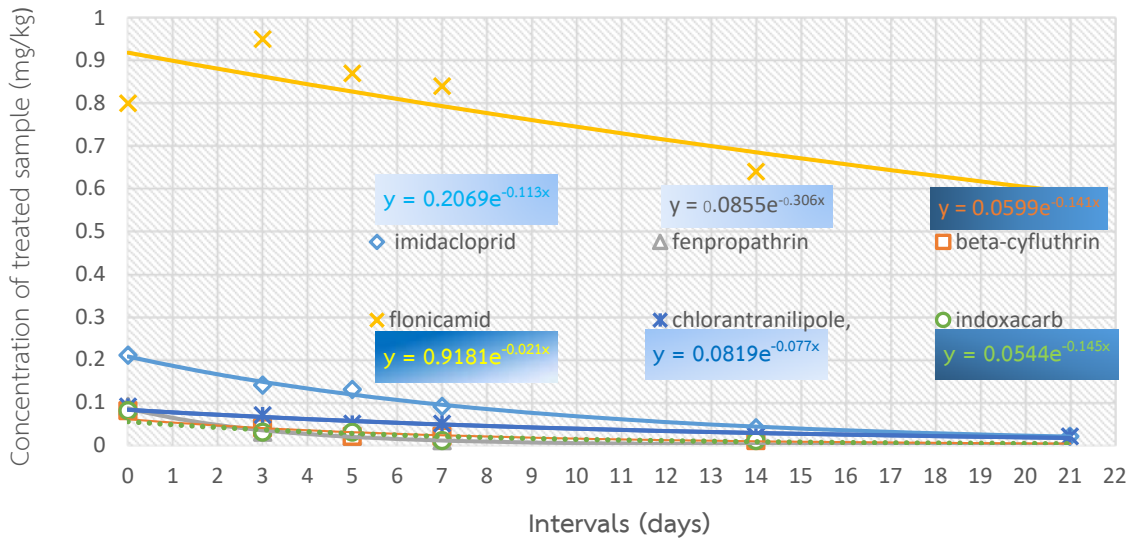


Figure 5 The degradation of imidacloprid, fenpropathrin, beta-Cyfluthrin, flonicamid, Chlorantranilipole และ indoxacarb in eggs plant

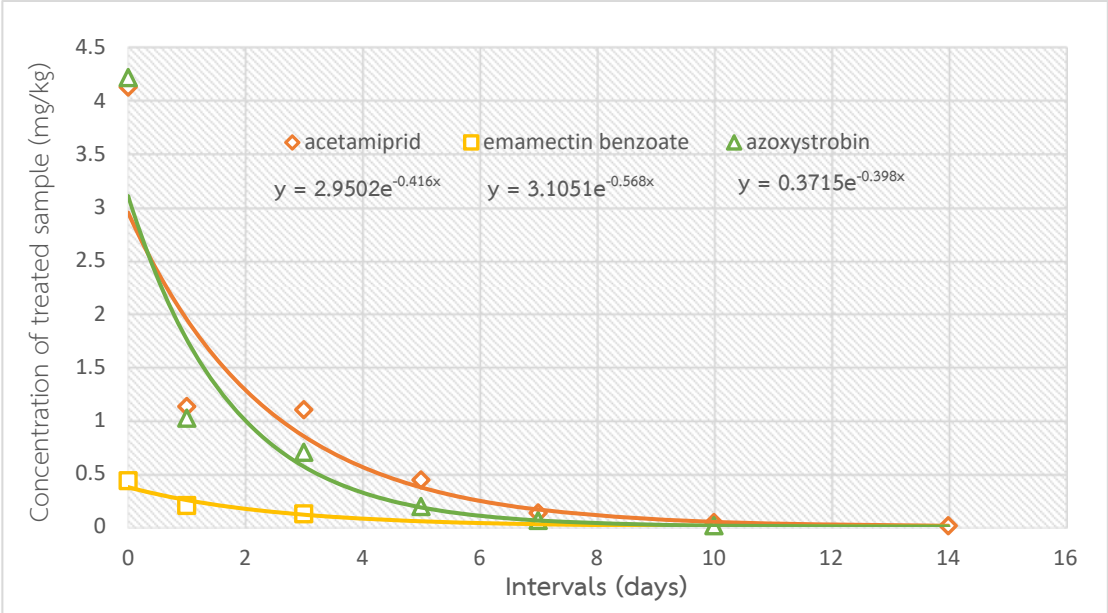


Figure 6 The degradation of acetamiprid, fenpropathrin, azoxystrobin and emamectin benzoate in chinese kale

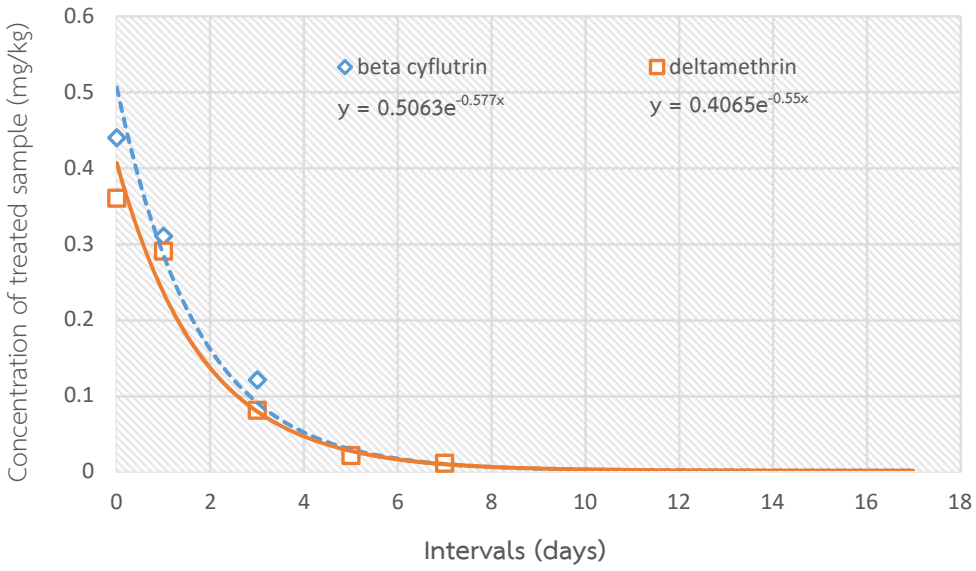


Figure 7 The degradation of deltamethrin และ beta cyflutrin in yard long been

Table 1 Maximum Residue Limits (MRLs) list of agricultural chemicals in foods

plant	Pesticide residue	MRL (mg./kg.)			
		Japan[(1)]	EU[(2)]	Codex[(3)]	Thai[(4)]
durian	cabaryl	-	-	-	30
	chlorpyrifos	-	-	-	0.4
orange	abamectin	0.1	0.04	0.2	-
	lamda-cyhalothrin	1.0	0.2	0.2	-
mango	azoxystrobin	1	0.7	0.7	-
	difenoconazole	0.07	0.1	0.07	0.6
chili	azoxystrobin	-	-	-	-
	fipronil	-	-	-	-
Eggs plant	imidacloprid	-	0.1	0.01	-
	indoxacarb	0.5	0.5	0.5	-
	flonicamid	3	0.5	-	-
	fenpropathrin	2	0.01	-	-
	chlorantranilipole	0.7	0.3	-	-
	bata cyhalothrin	2.0	0.1	0.2	-
Chinese kale	acetamiprid,	5	1.5	-	-
	emamectin benzoate	0.5	0.03	-	-
	azoxystrobin	40	6	3	-
Yard long been	beta-cyfluthrin	-	0.01*	-	-
	deltamethrin,	-	0.01*	-	0.2

* Indicates lower limit of analytical determination

Source: (1) Japan MRL; https://db.ffcr.or.jp/front/

(2) Thai MRL; http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides- database/public/?event=pesticide.residue.selection&language=EN

(3) Codex MRL; http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex- texts/dbs/pestres/commodities/en/

(4) Thai MRL; มกษ. 9002-2559

การพัฒนาระบบงานบริการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตร เพื่อเข้าสู่ Thailand 4.0

Development of Analytical Pesticides Service System to become Thailand 4.0

อิสริยะ สืบพันธุ์ดี ศศิมา มั่งนิมิตร์ พินิตนันต์ สรวยเอี่ยม ภัทรฤทัย คมน์ณัฐ
ดวงรัตน์ วิลาสินี พนิดา มงคลวุฒิกุล พิเชษฐ์ ทองละเอียด ทัศนี อัฏฐพรพงษ์
ฉลองรัตน์ หมื่นขวา อนุชา ผลไสว สุกัญญา คำคง

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The pesticides quality analysis services in the 2017-2018, found that there was the amount of pesticides product 6,078 samples and 21,040 parameters, is expected to increase. Pesticide Quality System Development Sub-group has developed a standard method to analyze the active ingredients and physical properties by follow the practice of Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Health Organization (WHO) by using standard method of Collaborative International Pesticide Analytical Council (CIPAC). Therefore, these result are also accepted by international. Including, to take the Information Technology (IT) to developed and improved the pesticide quality analysis service to facilitate of client and developed the pesticide registration or import/export included the quality control of pesticides product in Thailand. That can able to get an accommodation fasting and reduce to error on step of services system to become Thailand 4.0

บทคัดย่อ

การให้บริการตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตรในปี 2560 -2561 พบว่ามีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตร จำนวน 6,078 ตัวอย่าง และมีรายการตรวจวิเคราะห์จำนวน 21,040 รายการ และคาดการณ์ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งทางกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตรได้พัฒนาวิธีมาตรฐานในการทดสอบสารออกฤทธิ์และคุณสมบัติทางกายภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) โดยใช้วิธีมาตรฐานของสภาความร่วมมือระหว่างประเทศด้านสารกำจัดศัตรูพืช (Collaborative International Pesticide Analytical Council – CIPAC) เพื่อให้ผลการทดสอบเป็นที่ยอมรับในระดับสากล รวมทั้งการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาพัฒนาระบบงานบริการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตร เพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ และพัฒนาให้การขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร การนำเข้า/ส่งออก ตลอดจนการควบคุมคุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตรภายในประเทศมีความสะดวก รวดเร็ว และลดข้อผิดพลาดต่างๆ ในขั้นตอนการให้บริการเพื่อเข้าสู่ Thailand 4.0

คำนำ

วัตถุอันตราย ตามความหมายในพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 (29 มีนาคม พ.ศ. 2535) และที่แก้ไขเพิ่มเติม หมายถึง วัตถุที่มีคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้ วัตถุระเบิดได้ วัตถุไวไฟ วัตถุออกซิไดซ์และวัตถุเปอร์ออกไซด์ วัตถุมีพิษ วัตถุที่ทำให้เกิดโรค วัตถุกัมมันตรังสี วัตถุที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วัตถุกัดกร่อน วัตถุที่ก่อให้เกิดการระคายเคือง และวัตถุอย่างอื่นไม่ว่าจะเป็นเคมีภัณฑ์หรือสิ่งอื่นใดที่อาจทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช ทรัพย์ และสิ่งแวดล้อม

กรมวิชาการเกษตรมีอำนาจหน้าที่ในการกำกับดูแลการขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญ การต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียน และการอนุญาตนำเข้าวัตถุอันตรายที่ใช้ทางการเกษตร ประกอบด้วยสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งพระราชบัญญัติวัตถุอันตรายดังกล่าว จำแนกวัตถุอันตรายออกเป็น 4 ชนิด คือ

วัตถุอันตรายชนิดที่ 1 หมายถึง วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด ซึ่งกำกับดูแลโดยผู้ประกอบการปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และเงื่อนไขที่วางไว้ โดยไม่ต้องขออนุญาตล่วงหน้า โดยวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบในปัจจุบันไม่มีการจัดไว้ในกลุ่มดังกล่าว

วัตถุอันตรายชนิดที่ 2 หมายถึง วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อนและต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด โดยต้องแจ้งประกอบกิจการล่วงหน้าและต้องขอขึ้นทะเบียนแต่ไม่ต้องขออนุญาตประกอบกิจการ ซึ่งต้องมีการควบคุมมากกว่าชนิดที่ 1 โดยในกลุ่มนี้มีวัตถุอันตรายทางการเกษตร ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus thuringiensis* (BT) เชื้อ *Nuclear polyhedrosis virus* (NPV) สารสกัดจากสะเดาไส้เดือนฝอยที่ใช้กำจัดแมลง และ White Oil เป็นต้น

วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 หมายถึง วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับใบอนุญาต ควบคุมโดยการขึ้นทะเบียนและขออนุญาตประกอบกิจการตามลักษณะ ได้แก่ การนำเข้า การส่งออก การผลิต การมีไว้ในครอบครองซึ่งหมายถึงมีไว้เพื่อขาย การเก็บรักษา การใช้และการรับจ้าง ซึ่งสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มดังกล่าว

วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 หมายถึง วัตถุอันตรายที่ห้ามมิให้มีการผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครอง ควบคุม โดยการห้ามประกอบกิจการใดๆ ได้แก่ สารซึ่งเป็นอันตรายและห้ามใช้ สำหรับในส่วนที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ ได้ประกาศสารเคมีทางการเกษตรเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 4 จำนวน 98 รายการ

จากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมในราชกิจจานุเบกษา เรื่อง บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ. 2556 เล่ม 130 ตอนพิเศษ 125 ง ลงวันที่ 27 กันยายน 2556 หน้า 6-7 และบัญชีรายชื่อวัตถุอันตรายแนบท้าย 1.1 และ 1.2 ที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบนั้นมีมากกว่า 686 ชนิด

Table 1 Quality and volume of imports of agricultural hazardous substances 2011-2017

Unit : Volume : Ton

Value : Million Bath

Years	Herbicide		Insecticide		Fungicide		Other		Summary	
	Volume	Value	Volume	Value	Volume	Value	Volume	Value	Volume	Value
2011	112,177	11,480	34,672	5,938	12,179	3,875	5,511	777	164,538	22,070
2012	106,860	11,294	16,797	3,686	6,972	3,883	3,748	494	134,480	19,378
2013	137,049	14,873	21,485	4,201	10,350	4,828	3,942	514	172,826	24,416
2014	117,645	13,435	13,910	4,013	10,988	4,708	4,832	656	147,375	22,812
2015	119,971	11,016	12,927	3,684	11,088	3,839	5,560	787	149,546	19,326
2016	125,596	9,688	16,056	3,899	12,915	4,503	6,120	2,487	160,824	20,618
2017	148,979	13,686	21,601	6,166	19,923	6,974	7,814	1,096	198,317	27,922

Source: Department of Agriculture, Office of Agriculture Economics

จากข้อมูลการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรใน (Table 1) พบว่ามีการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชสูงสุดและต่อเนื่อง รองลงมาคือสารกำจัดแมลง และสารป้องกันและกำจัดโรคพืช ตามลำดับ กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร มีหน้าที่ศึกษาค้นคว้าวิจัยและพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร การบริการวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตรโดยผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรทั้งก่อนและภายหลังการขึ้นทะเบียนต้องมีคุณภาพตรงตามที่ระบุไว้บนฉลาก เพื่อการควบคุมวัตถุอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม รวมทั้งศึกษาการเสื่อมคุณภาพของวัตถุอันตรายทางการเกษตร เพื่อให้เกษตรกรได้ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร เป็นห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถในการวิเคราะห์วัตถุอันตรายตามมาตรฐานห้องปฏิบัติการ ISO/IEC17025:2005 จากสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จากปริมาณงานตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตร ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนั้น จึงจำเป็นต้องพัฒนาระบบงานบริการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตร โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ใช้บริการ และเตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่ Thailand 4.0

วิธีดำเนินการ

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตรมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการตรวจหาปริมาณสารออกฤทธิ์เป็นการตรวจว่าตรงตามที่ระบุกับฉลากหรือไม่ และการตรวจคุณสมบัติทางกายภาพเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อการขึ้นทะเบียน ตามลักษณะสูตรผสมแต่ละชนิดในข้อกำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) มีรายละเอียดดัง Table 2

Table 2 Parameters of agricultural hazardous substances testing

No.	Parameters	CIPAC Handbook
1	Active ingredient	
2	Water content	MT 30.5 CIPAC J
3	Acidity as H_2SO_4	MT 191 CIPAC L
4	Alkalinity as NaOH	MT 191 CIPAC L
5	pH range	MT 75.3 CIPAC J
6	Persistent foam	MT 47.1 CIPAC O
7	Wettability	MT 53.3 CIPAC F
8	Density	MT 3 CIPAC F
9	Pourability	MT 148.1 CIPAC J
10	Particle size	MT 59.2 CIPAC F
11	Stability at elevated temperature	MT 46.3 CIPAC J
12	Degree of dissolution and solution stability	MT 179.1 CIPAC O
13	Suspensibility	MT 184 CIPAC K
14	Solution stability	MT 41.1 CIPAC O
15	Wet sieve test	MT 187 CIPAC K
16	Dispersion stability	MT 180 CIPAC O
17	Dry sieve test	MT 170 CIPAC F
18	Emulsion stability and re-emulsification	MT 36.3 CIPAC K
19	Spontaneity of dispersion	MT 160 CIPAC F
	SC	MT 174 CIPAC F
	WG	

Source: Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited

ขั้นตอนในการดำเนินการให้บริการตรวจวิเคราะห์ รับรองคุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตร มีดังต่อไปนี้

1. ผู้ขอรับบริการตรวจวิเคราะห์กรอกข้อมูลผู้นำส่งตัวอย่าง และข้อมูลตัวอย่างนำส่งผ่านระบบออนไลน์ http://sv3.doa.go.th โดยหลังจากบันทึกการกรอกข้อมูลตัวอย่างนำส่งเรียบร้อยจะได้รับหมายเลขบริการและรหัสบริการเพื่อนำมาแจ้งกับเจ้าหน้าที่รับตัวอย่างของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรอีกครั้ง

2. เมื่อผู้ขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ แจ้งหมายเลขบริการและรหัสบริการกับเจ้าหน้าที่รับตัวอย่างของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรแล้ว เจ้าหน้าที่รับตัวอย่างของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจะคำนวณเงินค่าบริการวิเคราะห์ พร้อมพิมพ์ใบชำระเงิน (กรณีมีค่าใช้จ่าย) ให้ผู้ขอรับบริการตามคู่มือการให้บริการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืช ดิน น้ำ คุณภาพผลิตภัณฑ์วัตถุมีพิษการเกษตร และสารสกัดธรรมชาติ เมื่อชำระเงินเรียบร้อยแล้วผู้ขอรับบริการจะได้รับใบเสร็จรับเงินจากเจ้าหน้าที่การเงินเพื่อเป็นหลักฐาน

3. เจ้าหน้าที่รับตัวอย่างของกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรทำการรับตัวอย่างจากผู้ขอรับบริการและตรวจสอบรายละเอียดความถูกต้อง ความสมบูรณ์ของตัวอย่างว่าปกติหรือไม่ โดยตรวจสอบความเรียบร้อยของใบนำส่งตัวอย่างทดสอบ พิมพ์ใบนำส่งตัวอย่างและใบทบทวนคำขอบริการ ให้หมายเลขหนังสือรับตัวอย่าง รหัสตัวอย่างทดสอบ พร้อมติดป้ายตัวอย่าง ระบุสภาพตัวอย่าง และลงนามบนถุงหรือภาชนะแต่ละตัวอย่างตามรหัสตัวอย่างทดสอบ แล้วส่งตัวอย่างมาให้เจ้าหน้าที่กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตรที่ได้รับมอบหมายให้มีหน้าที่ในการรับตัวอย่าง โดยปริมาณตัวอย่างวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่จะส่งมาตรวจเพื่อการขึ้นทะเบียนหรือตรวจตามข้อกำหนดเฉพาะ (specifications) ต้องไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิลิตร หรือ 1,000 กรัม ตัวอย่างวัตถุอันตรายที่จะส่งมาตรวจเพื่อต่ออายุ

ทะเบียน และเพิ่มแผนการทดลองประสิทธิภาพในพืชอาหาร ต้องไม่น้อยกว่า 500 มิลลิลิตร หรือ 500 กรัม ส่วนตัวอย่างวัตถุอันตรายที่จะส่งมาตรวจเพื่อหาสารออกฤทธิ์ และ Technical grade Active ingredient (TGAI) ต้องไม่น้อยกว่า 100 มิลลิลิตร หรือ 100 กรัม

4. เมื่อเจ้าหน้าที่รับตัวอย่างของกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตรได้รับตัวอย่างพร้อมใบนำส่งตัวอย่าง และใบทบทวนคำขอบริการแล้ว จะต้องตรวจสอบความถูกต้องของเอกสารทั้งหมดอีกครั้ง พร้อมติดแท็กสีแล้วนำตัวอย่างไปวางที่ชั้นของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ผิดชอบตัวอย่างนั้น ๆ และพิมพ์ใบกำกับตัวอย่าง พร้อมใบร่างผลการทดสอบ แล้วนำเสนอหัวหน้ากลุ่มงาน/ผู้จัดการด้านวิชาการ เพื่อมอบหมายให้เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทำการทดสอบต่อไป

5. เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตร ดังนี้

5.1 วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ส่งตรวจวิเคราะห์จากแหล่งผลิต เพื่อการขอขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร จะตรวจวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณของสารออกฤทธิ์ และตรวจวิเคราะห์ทางกายภาพตามแต่ชนิดของวัตถุอันตรายนั้นๆ การดำเนินการจะปฏิบัติตามขั้นตอนการวิเคราะห์ซึ่งต้องใช้เวลาในการตรวจสอบการคงสภาพของวัตถุอันตรายขั้นต้น 14 วัน แล้วจึงดำเนินการตรวจวิเคราะห์ต่อไป

5.2 วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ส่งตรวจวิเคราะห์จากการนำเข้า (ด่านตรวจพืชฯ) และแหล่งจำหน่าย (สวพ. สคว. และส่วนงานราชการ) จะตรวจวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณของสารออกฤทธิ์เท่านั้น ซึ่งสามารถดำเนินการทำการวิเคราะห์ได้ทันที หรือแล้วแต่ผู้ขอรับบริการร้องขอให้มีการวิเคราะห์เพิ่มเติมเป็นกรณีๆ ไป

5.3 วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ส่งตรวจวิเคราะห์จากส่วนสนับสนุน (อื่นๆ) จะตรวจวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาปริมาณของสารออกฤทธิ์เท่านั้น ซึ่งสามารถดำเนินการทำการวิเคราะห์ได้ทันที หรือแล้วแต่ผู้ขอรับบริการร้องขอให้มีการวิเคราะห์เพิ่มเติมเป็นกรณีๆ ไป

6. ออกรายงานผลวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตร และส่งผลวิเคราะห์ให้แก่ผู้ขอรับบริการ

7. ในกรณีลูกค้าไม่ขอคืนตัวอย่างตามบันทึกแบบฟอร์มใบนำส่งตัวอย่างทดสอบ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตรจะส่งตัวอย่างทำลายกับบริษัทรับทำลายตัวอย่าง ในกรณีลูกค้าขอรับคืนตัวอย่าง ให้แจ้งลูกค้ามารับภายในระยะเวลาที่กำหนด นับจากวันที่ออกรายงานผลการทดสอบ ลูกค้ายังไม่มารับห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตรจะส่งทำการจำหน่ายตัวอย่างต่อไป

ภาพแสดงการการตรวจสอบคุณภาพของวัตถุอันตรายทางการเกษตร



Figure 1 Analysis for quantifying the active ingredient by GC



Figure 2 Analysis for quantifying the active ingredient by HPLC



Figure 3 Analysis for quantifying the active ingredient of white oil



Figure 4 Analysis for quantifying the active ingredient of dithiocarbamate groups



Figure 5 Water content, Acidity as H_2SO_4 as NaOH and pH range test

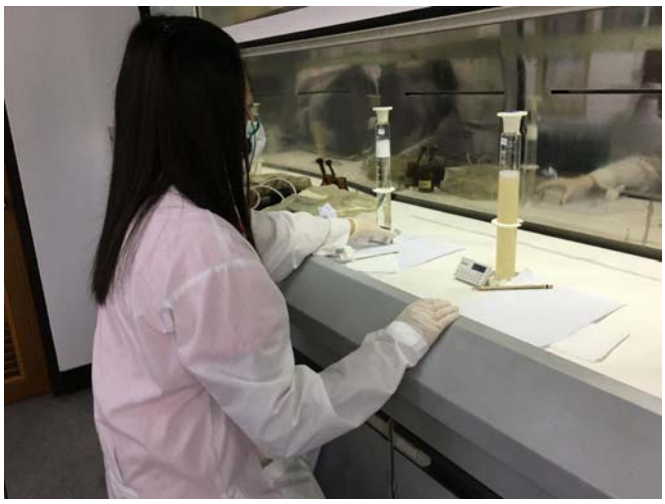


Figure 6 Persistent foam test



Figure 7 Density test



Figure 8 Pourability test



Figure 9 Wet sieve test

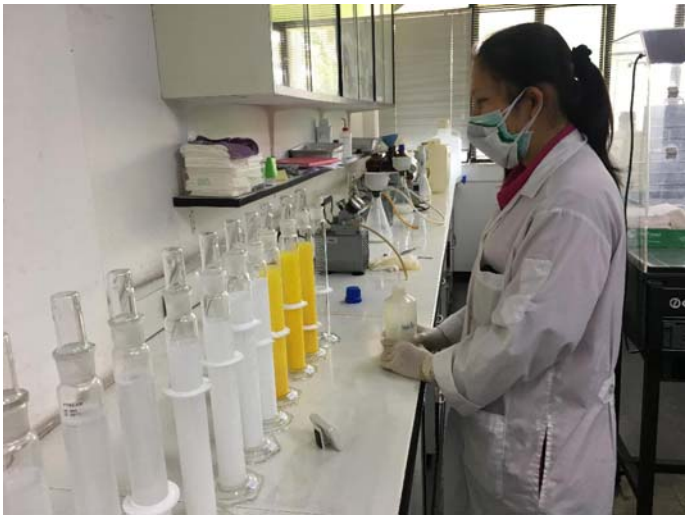


Figure 10 Suspensibility test

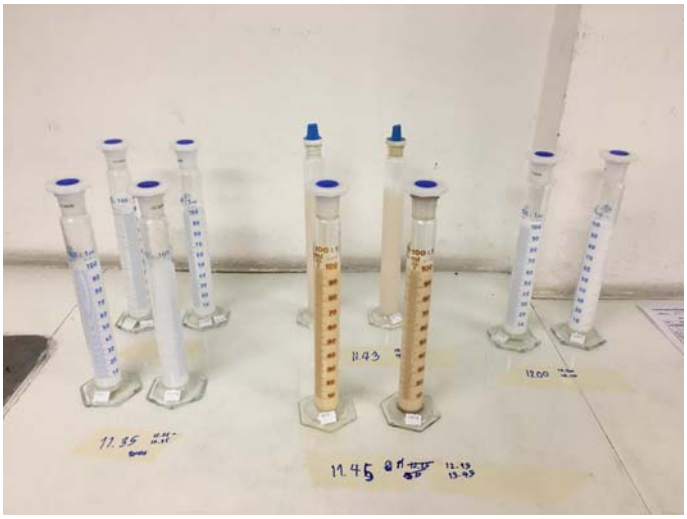


Figure 11 Emulsion stability and re-emulsification test



Figure 12 Stability at elevated temperature test

ระยะเวลา

เดือน ตุลาคม 2559 ถึงเดือน กันยายน 2561

สถานที่

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการดำเนินงาน

Table 2 Number of sample and test parameters for agricultural hazardous substances 2017 - 2018

Sample type		2017				2018			
		1 st quarter	2 nd quarter	3 rd quarter	4 th quarter	1 st quarter	2 nd quarter	3 rd quarter	4 th quarter
Imports	sample	193	269	298	248	219	178	235	229
	parameters	193	269	298	248	219	178	235	229
Factory	sample	90	112	75	213	404	413	391	389
	parameters	630	784	525	1,442	2,828	2,891	3,717	2,723
Government/Store	sample	115	253	311	216	195	329	329	163
	parameters	223	301	347	400	367	539	705	285
Research	sample	-	105	-	-	-	106	-	-
	parameters	-	239	-	-	-	225	-	-
summary	Sample		2,498				3,580		
	parameters		5,899				15,141		

Remark Parameters means Analysis for quantifying the active ingredient and physical properties analysis according to the type of formula requested for registration or the person requesting the service.

ข้อมูลจาก Table 2 พบว่าวัตถุอันตรายทางการเกษตรที่มาจากแหล่งผลิตเพื่อขอขึ้นทะเบียนต้องมีการตรวจคุณสมบัติทางกายภาพตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) โดยสภาความร่วมมือระหว่างประเทศด้านสารกำจัดศัตรูพืช (Collaborative International Pesticide Analytical Council – CIPAC) ซึ่งเป็นผู้จัดทำวิธีวิเคราะห์มาตรฐานสารกำจัดศัตรูพืชที่ใช้ทางการเกษตร (CIPAC Handbook) ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยอยู่เสมอ ทางห้องปฏิบัติการกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตรจึงต้องติดตาม และปรับวิธีการทดสอบให้เป็นมาตรฐานตาม CIPAC Handbook ฉบับปัจจุบันเพื่อให้ผลการทดสอบเป็นที่น่าเชื่อถือ และยอมรับในระดับสากล

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตรในปี 2560 -2561 พบว่ามีการให้บริการตรวจวิเคราะห์คุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตรจำนวน 6,078 ตัวอย่าง และมีรายการตรวจวิเคราะห์จำนวน 21,040 รายการ และคาดการณ์ว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งทางกลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้พัฒนาระบบงานบริการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายเพื่ออำนวยความสะดวกให้ผู้ขอรับบริการตรวจวิเคราะห์ในการกรอกข้อมูลใบนำส่งตัวอย่าง การคำนวณเงินค่าบริการวิเคราะห์ และมีระบบแจ้งเตือนแก่ผู้ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเมื่อมีตัวอย่างในความรับผิดชอบของผู้วิเคราะห์เข้ามาในระบบ เพื่อความรวดเร็วในการดำเนินงาน รวมทั้งลดข้อผิดพลาดจากการพิมพ์เอกสาร ซึ่งระบบสารสนเทศที่นำมาใช้นั้นเป็นความร่วมมือระหว่างกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรและศูนย์สารสนเทศกรมวิชาการเกษตร ซึ่งระบบดังกล่าวอาจมีข้อผิดพลาดในช่วงเริ่มทดลองใช้งานจึงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร การนำเข้า/ส่งออก และการควบคุมคุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตรภายในประเทศมีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น เพื่อเข้าสู่ Thailand 4.0

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ให้บริการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อการขึ้นทะเบียน
2. ให้บริการตรวจวิเคราะห์วัตถุอันตรายทางการเกษตรเพื่อการนำเข้า และการส่งออก
3. เพื่อการตรวจติดตามคุณภาพวัตถุอันตรายทางการเกษตรภายในประเทศ ตาม พ.ร.บ. วัตถุอันตราย 2535

เอกสารอ้างอิง

Dobrat, W. and A. Martijin. 1993. **CIPAC Handbook-Vol. J. : Analysis of technical and Formulated Pesticides.** England: Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, Black Baer Press Ltd.

Dobrat, W. and A. Martijin. 1995. **CIPAC Handbook-Vol. F. : Analysis of technical and Formulated Pesticides.** England: Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, Black Baer Press Ltd.

Dobrat, W. and A. Martijin. 1998. **CIPAC Handbook-Vol. H. : Analysis of technical and Formulated Pesticides.** England: Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, Black Baer Press Ltd.

Dobrat, W. and A. Martijin. 2003. **CIPAC Handbook-Vol. K. : Analysis of technical and Formulated Pesticides.** England: Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, Black Baer Press Ltd.

Dobrat, W. and A. Martijin. 2006. **CIPAC Handbook-Vol. L. : Analysis of technical and Formulated Pesticides.** England: Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, Black Baer Press Ltd.

FAO/WHO Joint Meeting on Pesticide Specifications (JMPS). **2010. Manual on development and use of FAO and WHO specifications for pesticides.** Switzerland : Publications Division, World Health Organization of the United Nations.

Kidd, H. and D.R. James (Eds). 1993. The Agrochemicals Handbook. 3rd. ed. England: Royal Society of Chemistry.

Maria Celeste Cardeal de Oliveira and Jim Garvey. **2017**. **CIPAC Handbook-Vol. O. : Analysis of technical and Formulated Pesticides.** England: Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, Black Baer Press Ltd.

กรมวิชาการเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. **(2562). ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2554 -2560.** [Online]. Available: http://oldweb.oae.go.th/economicdata/pesticides.html. [2019, January 12].

พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535.

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (carbaryl) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

Risk Assessment of Carbaryl Insecticide Used to Farmer, Consumer and Environment

อำนาจ กะฐินเทศ[1] *ปภัสรา คุณเลิศ*[1] *ผกาสินี คล้ายมาลา*[1]

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Risk assessment of the use of carbaryl for consumers and environment , Studied in a mango garden in the area of Muang District, Suphanburi between December 2017 to April 2018. Use the 85% WP Carbaryl formula at a rate of 60 gram per 20 litre of water by spraying 2 times when the outbreak of pests occurs before flowering and after small fruiting. After spraying, keep the patch which attached to 16 points on the body, hand wash, feet wash, water, soil, mango and hand harvester wash in order to analyte toxic residue. The results of experiments 1 and 2 showed that the leg patch has the highest average residue as 8901.85 µg. Hand wash, feet wash and hand harvester wash are 751.07, 7.24 and 0.98-64.19 µg respectively. Risk assessment results of exposure to the body of the sprayer showed that the margin of exposure (MOE) are 101.04 and 128.18 respectively, which is a acceptable risk. Toxic residues in water at 0 day showed the result as 21.47 and 8.67 µg/L. Toxic residues in soil at 0 day showed the result as 0.85 and 0.10 mg/kg. Half-life decay in water and soil are 5 days and 13 day, repectively, without residue in sediment. Toxic residue in mango (2^{nd} spray) at 0 day showed the result as 0.08 mg/kg. The risk assessment hazard quotient (HQ) of mango consumption is 0.000049 that less than the defined criteria.

Keywords: carbaryl, soil, mango, gas chromatography, nitrogen-phosphorus detector

บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดแมลงคาร์บาริล (carbaryl) ต่อผู้ใช้ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม ได้ศึกษาในสวนมะม่วงพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนธันวาคม 2560 ถึงเดือนเมษายน 2561 ใช้คาร์บาริลสูตร 85% WP ในอัตรา 60 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร โดยพ่น 2 ครั้ง เมื่อพบการระบาดของศัตรูพืชในระยะก่อนดอกบานและหลังจากติดผลขนาดเล็ก หลังพ่นสารได้เก็บแผ่นผ้าที่ติดบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย 16 จุด น้ำล้างมือ-น้ำล้างเท้าของเกษตรกร น้ำ ดิน มะม่วง และน้ำล้างมือคนเก็บมะม่วง เพื่อตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ผลการทดลองในครั้งที่ 1 และ 2 พบว่า แผ่นผ้ามีการตกค้างส่วนต้นขามากที่สุด ปริมาณเฉลี่ย 8901.85 น้ำล้างมือ ปริมาณเฉลี่ย 751.07 น้ำล้างเท้า ปริมาณเฉลี่ย 7.24 และน้ำล้างมือคนเก็บมะม่วงปริมาณ 0.98-64.19 ไมโครกรัม ตามลำดับ ผลการประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสสารเข้าสู่ร่างกายของผู้พ่นสาร พบว่า ค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัย (Margin of Exposure, MOE) เท่ากับ 101.04 และ 128.18 ตามลำดับ ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ส่วนสารพิษตกค้างในน้ำที่ 0 วัน พบปริมาณ 21.47 และ 8.67 ไมโครกรัมต่อลิตร ในดินที่ 0 วัน พบปริมาณ 0.85 และ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยปริมาณสารพิษตกค้างมีการสลายตัวได้ค่าครึ่งชีวิตในน้ำ 5 วัน และดิน 13 วัน โดยไม่พบการตกค้างในตะกอน สารพิษตกค้างในมะม่วงที่ 0 วัน พบปริมาณ 0.08 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในการพ่นสารครั้งที่ 2 และผลประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient, HQ) ของการบริโภคมะม่วง มีค่าเท่ากับ 0.000049 น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ HQ เท่ากับ 1

คำสำคัญ : คาร์บาริล, ดิน, มะม่วง, เทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟฟี, ตัวตรวจวัดชนิดไนโตรเจน-ฟอสฟอรัส

คำนำ

คาร์บาริล (carbaryl) เป็นสารกำจัดแมลงศัตรูพืช (insecticide) ในกลุ่มคาร์บาเมต (carbamate) มีชื่อทางเคมีว่า 1-naphthyl methylcarbamate สูตรโมเลกุล $C_{12}H_{11}NO_2$ มวลโมเลกุลเท่ากับ 201.23 กรัมต่อโมล สูตรโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 1

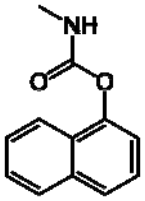


Figure 1 The chemical structure of carbaryl (source: https://en.wikipedia.org/wiki/Carbaryl)

ลักษณะทางกายภาพมีลักษณะเป็นของแข็ง ใสไม่มีสี จากการทบทวนงานวิจัยพบว่าค่าครึ่งชีวิต (half life, $t_{1/2}$) ในน้ำขึ้นอยู่กับค่า pH โดยค่า pH เท่ากับ 6 มีค่าครึ่งชีวิต 406 วัน และ pH เท่ากับ 7 มีค่าครึ่งชีวิต 10-16 วัน และค่าครึ่งชีวิตในดินประมาณ 21-27 วัน (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2009) ซึ่ง carbaryl มีพิษเฉียบพลันทางปาก (Acute oral) ค่า LD_{50} ในหนูเพศผู้ 264 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หนูเพศเมีย 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Tomlin, 2006) กลไกการออกฤทธิ์คือ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะเซทิลโคลีนเอสเทอเรส (Acetylcholinesterase inhibitor) ทำให้สารสื่อประสาทอะเซทิลโคลีนถูกทำลาย เกิดอาการเป็นพิษเนื่องจากการทำงานของระบบสื่อประสาทโคลิเนอร์จิค (cholinergic neurotransmission) ทำงานมากเกินไป อาการเมื่อได้รับสัมผัส carbaryl ได้แก่ ปวดศีรษะ วิงเวียน กล้ามเนื้ออ่อนแรง กระตุกหรือสั่น หัวใจเต้นช้าลง รู้สึกบวมหรือแน่นหน้าอก เหงื่อออก คลื่นไส้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อตาคือ ระคายเคืองตา ทำให้สายตาขาดความคมชัด ตาแดง น้ำตาไหล การควบคุมกล้ามเนื้อตาลำบากและม่านตาหด สารนี้กำจัดศัตรูพืชได้หลายชนิด ได้แก่ เพลี้ยไฟพริก (*Scirtothrips dorsalis*) ด้วงงวงกัดใบมะม่วง (*Deporaus marginatus*) และเพลี้ยจั๊กจั่นมะม่วง (*Idioscopus clypealis*) (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) ซึ่งนิยมนำมาใช้กำจัดแมลงศัตรูพืชในไม้ผล และพืชตระกูลถั่ว ด้วยคุณสมบัติของสารที่ใช้ได้หลากหลาย เกษตรกรจึงนำมาใช้ในทางเกษตร เกิดปัญหาสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อมและผลผลิตทางการเกษตร มีผลกระทบต่อการส่งสินค้าไปขายในต่างประเทศ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจทำการศึกษาหาปริมาณสารพิษ carbaryl ที่ตกค้างในสิ่งแวดล้อมและผลผลิตทางการเกษตร ประเมินค่าครึ่งชีวิตและประเมินความเสี่ยงต่อผู้ใช้และผู้บริโภคในแปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

มะม่วง (Mango) ชื่อวิทยาศาสตร์ *Mangifera Indica* ในประเทศไทยมีเนื้อที่การปลูกทั้งหมด 614,178 ไร่ พื้นที่ปลูก 69 จังหวัด ผลผลิตรวม 530,370 ตัน จังหวัดพิษณุโลกเป็นแหล่งปลูกมากที่สุด (กุหลาบ, 2559) โดยมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีมูลค่าทางเศรษฐกิจและสามารถส่งออกไปขายในต่างประเทศ ได้แก่ จีน เกาหลีใต้ เวียดนาม และญี่ปุ่น ศัตรูที่สำคัญคือ เพลี้ยจั๊กจั่นมะม่วง เพลี้ยไฟ หนอนแมลงวันกินดอกมะม่วง และหนอนเจาะผล เกิดปัญหาทำให้ผลผลิตเสียหาย เกษตรกรไทยจึงมีการนำสารกำจัดแมลงศัตรูพืชชนิด คลอไพริฟอส (chlorpyrifos) อะบาเม็กติน (abamectin) และคาร์บาริล (carbaryl) มาใช้ในการกำจัดแมลงศัตรูพืช

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. วัสดุและอุปกรณ์

1.1 ขวดพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำและน้ำล้างมือล้างเท้าชนิด high density polyethylene (HDPE) ขนาด 1 ลิตร
1.2 ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่างดินและตัวอย่างมะม่วง
1.3 ขวดแก้วสำหรับเก็บตัวอย่างตะกอนและตัวอย่างแผ่นผ้า ขนาด 250 มิลลิลิตร
1.4 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอน ได้แก่ แครงตักน้ำและตักตะกอน
1.5 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างมะม่วง ได้แก่ กรรไกรเก็บมะม่วง
1.6 แผ่นผ้าฝ้ายขนาด 10x10 ตารางเซนติเมตร พร้อมเข็มกลัดซ่อนปลาย
1.7 ชุดเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาวสีน้ำเงินสำหรับผู้พ่นสาร
1.8 ป้ายสำหรับติดแสดงสถานะการทดลอง
1.9 เครื่องหาพิกัดทางภูมิศาสตร์ GPS (Global positioning system)
1.10 เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน (soil auger)
1.11 เครื่องมือวัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ pH meter และ DO meter
1.12 สารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่มคาร์บาเมตชนิดคาร์บาริล สูตร 85% WP ชื่อทางการค้า เซฟวิน 85

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ separatory funnel, cylinder, erlenmeyer flask, beaker, round bottom flask, graduated tube, volumetric flask และ auto pipette

3. เคมีภัณฑ์ชนิดต่างๆ

3.1 สารเคมีชนิด analytical grade (AR grade) ได้แก่ anhydrous sodium sulfate (anh. Na_2SO_4), ethyl acetate และ sodium hydrogen carbonate ($NaHCO_3$)
3.2 สารเคมีชนิด ultra resi-analyzed (PR grade) ได้แก่ ethyl acetate
3.3 สารพิษมาตรฐาน carbaryl สารเคมี ที่มีความบริสุทธิ์ 99.50%

4. เครื่องมือวิทยาศาสตร์

4.1 ตู้ดูดความชื้น (desiccator) ตู้อบสารเคมี (oven) เครื่องเขย่าสกัดวัตถุมีพิษ (separatory funnel shaker) เครื่องเขย่าโฮโมจีไนเซอร์ (shaker homogenizer) เครื่อง ultrasonic bath เครื่อง centrifuge เครื่องลดปริมาตร (rotary evaporator) เครื่องระเหยสารชนิดไนโตรเจน (nitrogen evaporator) เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) ตู้เย็น (refrigerator) อุณหภูมิ 5±3 องศาเซลเซียส ตู้แช่ (Freezer) อุณหภูมิ -20±5 องศาเซลเซียส คอลัมน์ GC ชนิด DB-35 (ความยาว 30 เมตร x เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร x ความหนาของสารเคลือบ 0.25 ไมโครเมตร) เครื่องชั่งความละเอียดทศนิยม 2 และ 5 ตำแหน่ง
4.2 ตรวจวัดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ Gas Chromatograph ตัวตรวจวัดชนิด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD) รุ่น 7890B บริษัท Agilent Technology

วิธีการ

1. การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1.1 การสำรวจข้อมูลแปลงมะม่วง ในจังหวัดสุพรรณบุรี

ได้เลือกแปลงทดลองเกษตรไร่มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้สีทองที่มีความเหมาะสมของนางจริน มะเจียกจร บ้านเลขที่ 368/7 ม.4 ตำบลสนามคลี อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี มีพื้นที่ทั้งหมด 10 ไร่ ขนาดร่องละ 1 ไร่ ยาว 165 เมตร กว้าง 26.2 เมตร แต่ละร่องปลูกมะม่วงจำนวน 90 ต้น โดยระยะห่างระหว่างต้นประมาณ 4 เมตร มีร่องน้ำตรงกลางระหว่างร่องขนาด 1.5 เมตร ใช้น้ำจากคลองชลประทาน ลักษณะทางกายภาพของแปลงพบว่าดินมีลักษณะเป็นดิน

เหนียว ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนเหนียว สีเทา มีค่า pH เป็นกรดจัดถึงกรดปานกลางประมาณ 5.5-6.0 (โกศล, 2558) ซึ่งน้ำในร่องแปลงมีค่า pH เท่ากับ 7.70 ศัตรูพืช ได้แก่ เพลี้ยไฟพริก ด้วงงวงกัดใบมะม่วง และเพลี้ยจั๊กจั่นมะม่วง จากการสำรวจพบว่าเกษตรกรใช้ carbaryl เพื่อป้องกันเพลี้ยจั๊กจั่นมะม่วง เพลี้ยไฟพริก และหนอนแมลงวันกินดอกมะม่วง และเมื่อพบการระบาด จะพ่น carbaryl ก่อนดอกบาน พ่นซ้ำ 1-2 ครั้ง ตามความจำเป็น และพ่นหลังผลมีขนาดประมาณ 5-10 มิลลิเมตร หรือเท่าหัวแม่มือ การใช้จะพ่นสาร carbaryl ตามอัตราคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร สูตร 85% WP ในปริมาณ 60 กรัมต่อน้ำสะอาด 20 ลิตร (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2553) โดยใช้เทคนิคการพ่นด้วยเครื่องยนต์แบบแรงดันน้ำสูง (high pressure pump sprayer)

1.2 การติดแผ่นผ้าขนาด 10x10 ตารางเซนติเมตร บนเสื้อผ้าและกางเกงบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้พ่นสาร carbaryl จำนวน 16 จุด ได้แก่ บริเวณหมวก (1) แผ่นผ้าปิดจมูก (1) บ่า (2) ศอก (2) หน้าอก (ด้านนอกและด้านในเสื้อ 2) หลัง (ด้านนอกและด้านในเสื้อ 2) ต้นขา (2) และหน้าแข้ง (ด้านนอก 2 และด้านในกางเกง 2) เก็บตัวอย่างแผ่นผ้า และน้ำล้างมือ-น้ำล้างเท้าครั้งที่ 1 และ 2

1.3 การสุ่มตัวอย่าง

1.3.1 เก็บตัวอย่าง control ก่อนพ่น carbaryl ได้แก่ น้ำ ดิน ตะกอน และมะม่วง ตัวอย่างละ 10 ตัวอย่าง โดยการเก็บตัวอย่างต่อหนึ่งตัวอย่างจะนับจำนวนต้นมะม่วงเป็นเกณฑ์ คือ 1 ตัวอย่างต่อมะม่วง 10 ต้น สำหรับตัวอย่างมะม่วงจะเก็บตามขนาดทรงพุ่มจำนวน 4-5 ลูกต่อ 1 ตัวอย่าง วิเคราะห์ปริมาณ carbaryl ใช้เป็นค่าอ้างอิงผลการทดสอบ

1.3.2 เก็บตัวอย่างหลังพ่น carbaryl เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณ carbaryl ที่ตกค้าง

พ่นครั้งที่ 1 วันที่ 9 มกราคม 2561 เก็บตัวอย่างน้ำ ดินและตะกอน ระยะเวลาหลังการพ่น 2 ชั่วโมง (0 วัน) 1 3 5 7 10 15 20 และ 30 วัน

พ่นครั้งที่ 2 วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2561 เก็บตัวอย่างน้ำ ดิน ตะกอน มะม่วง และน้ำล้างมือคนเก็บมะม่วง ระยะเวลาหลังการพ่น 2 ชั่วโมง (0 วัน) 1 3 5 7 10 15 20 และ 30 วัน

2. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

2.1 การเตรียมตัวอย่างดิน

นำตัวอย่างดินมาแยกเศษหิน กรวด และอินทรียวัตถุออก ผึ่งให้มีความชื้นประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ บดตัวอย่างดินเป็นเนื้อเดียวกัน นำไปชั่งวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความชื้นและวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง carbaryl

2.2 การหาความชื้นในตัวอย่างดิน (Back, 1965)

ชั่งตัวอย่างดิน 50.00 กรัมลงใน Petri dish นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105±5 ℃ นาน 24 ชั่วโมง นำออกมาวางไว้ใน Desiccator ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนักและบันทึก นำตัวอย่างดินไปอบต่ออีก 3-4 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำหนักคงที่ ทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนักและบันทึก

สูตรคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้น

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{(\text{น้ำหนักดินก่อนอบ} - \text{น้ำหนักดินหลังอบ}) \times 100}{(\text{น้ำหนักดินหลังอบ} - \text{น้ำหนัก Petri dish})}$$

2.3 เตรียมสารละลายมาตรฐาน carbaryl ทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity)

2.4 ทดสอบค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ (Limit of Detection; LOD) ค่าต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง (Limit of Quantitation: LOQ) และค่าร้อยละการได้คืนกลับ (%recovery) สารพิษตกค้าง carbaryl ในตัวอย่างน้ำ ดิน แผ่นผ้าและมะม่วง เกณฑ์การยอมรับ recovery อยู่ระหว่าง 70-120% (SANTE/11813, 2017)

2.5 การตรวจวิเคราะห์ carbaryl ในน้ำใช้วิธี In-house method based on EPA method 8141A, rev.1, 1994. (EPA, 1994)

ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 800 มิลลิลิตรใส่ใน separatory funnel ขนาด 1000 มิลลิลิตร เติม ethyl acetate (AR grade) 100 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่อง separatory funnel shaker นาน 3 นาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไขเก็บชั้น ethyl

acetate ผ่านตัวกรอง anh. Na_2SO_4 สกัดซ้ำอีก 2 ครั้งด้วย ethyl acetate ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ล้างด้วย ethyl acetate 10 มิลลิลิตร แล้วนำตัวอย่างไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 ℃ ให้เกือบแห้ง และปรับปริมาตรให้เป็น 1 มิลลิลิตรด้วย ethyl acetate (PR grade) นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-NPD

2.6 การตรวจวิเคราะห์ carbaryl ในดินและตะกอนใช้วิธี In-house method based on AOAC method 970.52. (AOAC, 2016)

ชั่งตัวอย่างดิน 20 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask เติม ethyl acetate (AR grade) 75 มิลลิลิตร เขย่าด้วย shaker นาน 4 ชั่วโมง กรองผ่าน anh. Na_2SO_4 ล้างด้วย ethyl acetate 20 มิลลิลิตร 2 ครั้ง นำตัวอย่างไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 ℃ ให้เกือบแห้ง และปรับปริมาตรให้เป็น 2 มิลลิลิตรด้วย ethyl acetate (PR grade) นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-NPD

2.7 การตรวจวิเคราะห์ carbaryl ในมะม่วงใช้วิธี การหาปริมาณสารพิษตกค้างในผักและผลไม้โดยวิธี ethyl acetate ด้วยเทคนิค LC-MS/MS (ลักษมี, 2560)

ชั่งตัวอย่างมะม่วง 10 กรัม เติม ethyl acetate (PR grade) 20 มิลลิลิตร เติม 3 กรัม $NaHCO_3$ และ 10 กรัม Na_2SO_4 เขย่าด้วย vortex mixer 1 นาที นำไป ultrasonic นาน 3 นาที หลังจากนั้นนำไป centrifuge ที่ความเร็ว 4000 รอบต่อนาที นาน 3 นาที ปิเปตสารละลาย 1 มิลลิลิตรนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-NPD

2.8 ตรวจวัดด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ Gas Chromatograph ตัวตรวจวัดชนิด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD) โดยใช้สภาวะการทำงานของเครื่องดังนี้

GC Column	: DB-35 (30 m length x 0.25 mm i.d. x 0.25 µm film thickness)
Temperature conditioning	: injector = 230 ℃, detector = 300 ℃
Mode	: Splitless
Oven program	: 80 ℃ (1 นาที) $\xrightarrow{20℃/นาที}$ 200℃ (1 นาที) $\xrightarrow{20℃/นาที}$ 230℃ (1 นาที) $\xrightarrow{20℃/นาที}$ 280℃ (2 นาที)
Injection volumn	: 1 ไมโครลิตร
Carrier gas	: helium ; flow rate 1.4 มิลลิลิตร/นาที
Ignite gas	: hydrogen 2 มิลลิลิตร/นาที, air 120 มิลลิลิตร/นาที

2.9 คำนวณหาเวลาที่สารพิษสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (Half-life, $t_{1/2}$) ในตัวอย่างน้ำ ดิน ตะกอนและมะม่วง จากสมการ $t_{1/2} = -0.693/b$ โดย b ได้มาจากสมการ $y = ae^{bx}$ ซึ่งหาได้จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษและระยะเวลาหลังการพ่นสารพิษในช่วงเวลาต่างๆ

2.10 ประเมินสารพิษที่ปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่นสาร carbaryl และประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุมีพิษ คำนวณค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (Margin of Exposure, MOE) ตามหลักเกณฑ์ของ US. EPA โดยนำค่า NOAEL (No observed adverse effect level) หารด้วยปริมาณที่ได้รับ (exposure) ค่า MOE ที่คำนวณได้ให้นำมาเปรียบเทียบกับค่า Pesticide uncertainty factor หากค่า MOE มีค่าต่ำกว่าค่า Pesticide uncertainty factor จะถือว่ามีความเสี่ยง และค่า MOE มากกว่าหรือเท่ากับ 100 ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้

2.11 ประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผลผลิตการเกษตร (Hazard Quotient, HQ) โดยคำนวณหาค่าปริมาณเฉลี่ยของสารพิษในผลผลิตการเกษตรที่คนได้รับจากการบริโภคต่อวันต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (Average Daily Dose, ADD)

หารด้วยปริมาณสารเคมีที่มนุษย์สามารถรับเข้าสู่ร่างกายได้ทุกวัน โดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใดๆ ต่อสุขภาพอนามัย (Reference Dose, RfD) หากค่า HQ เท่ากับ 1 ถือว่าปริมาณสารพิษที่ตกค้างในผลผลิตการเกษตรมีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง 1. แปลงมะม่วงจังหวัดสุพรรณบุรี
2. ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

2.1 เตรียมสารละลายมาตรฐาน carbaryl ทดสอบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linearity)

เตรียมสารละลายมาตรฐานที่ระดับ 5 ความเข้มข้น ได้แก่ 0.0962, 0.2886, 0.4810, 0.7215 และ 0.9620 µg/ml ผลการทดสอบมีค่า correlation coefficient (R^2) เท่ากับ 0.9972 แสดงดังรูปที่ 2

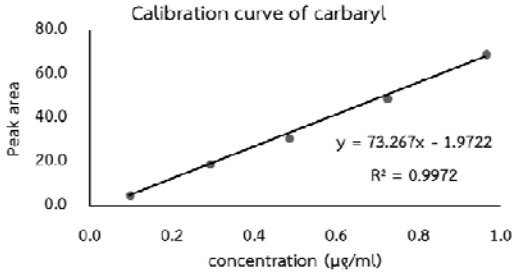


Figure 2 Calibration curve of carbaryl standard solution 5 levels.

2.2 ทดสอบค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้ (Limit of Detection; LOD) ค่าต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง (Limit of Quantitation; LOQ) และค่าร้อยละการได้คืนกลับ (recovery) สารพิษตกค้าง carbaryl ในตัวอย่างน้ำ ดิน แผ่นผ้าและมะม่วง

ผลการทดสอบในน้ำ ดิน แผ่นผ้าและมะม่วง ค่า LOD เท่ากับ 0.04 ไมโครกรัมต่อลิตร, 0.003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, 0.05 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร และ 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ค่า LOQ เท่ากับ 0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร, 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, 0.17 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร และ 0.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การหาประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์ได้ค่า %recovery เฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 103.90, 92.33, 93.87 และ 80.57 ตามลำดับ ซึ่งวิธีการตรวจวิเคราะห์ carbaryl มีความถูกต้อง และแม่นยำ แสดงดังตารางที่ 1

Table 1 The results of Limit of Detection (LOD), Limit of Quantitation (LOQ) and % recovery of carbaryl in samples.

method of carbaryl	concentration fortified	LOD	LOQ	average of recovery (n=5)	Horrat (≤2)
water	0.0800 µg/ml	0.04 µg/L	0.10 µg/L	103.90	0.32
soil	0.1600 µg/ml	0.003 mg/kg	0.01 mg/kg	92.33	0.35
patch	0.1600 µg/ml	0.05 µg/100 cm^2	0.17 µg/100 cm^2	93.87	1.50
Mango	1.2025 µg/ml	0.02 mg/kg	0.06 mg/kg	80.57	0.25

2.3 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในน้ำ

ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในน้ำ พ่นครั้งที่ 1 พบสารตกค้างสูงสุดที่ 0 วัน หลังพ่นสาร ปริมาณ 21.47 ไมโครกรัมต่อลิตร และจะลดลงจนเหลือปริมาณน้อยกว่า 0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร หลังการพ่น 7 วัน และการพ่นครั้งที่ 2 พบสารตกค้างสูงสุดที่ 0 วันหลังพ่นสารปริมาณ 8.67 ไมโครกรัมต่อลิตร และจะลดลงจนเหลือปริมาณน้อยกว่า 0.10 ไมโครกรัมต่อลิตร หลังการพ่น 15 วัน มีตรวจพบการตกค้างในวันที่ 20 จากการสอบถามเกษตรกรพบว่ามีการพ่นสารซ้ำในช่วงวันเวลาดังกล่าวในบริเวณรอบแปลง แสดงดังตารางที่ 2 โดยค่าพารามิเตอร์ของน้ำในแปลงมะม่วง ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนในน้ำเท่ากับ 1.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.70 ค่าการนำไฟฟ้าเท่ากับ 235 ไมโครซีเมนส์ต่อเซนติเมตร จำนวนของแข็งละลายน้ำเท่ากับ 117.5 ส่วนในล้านส่วน จากงานวิจัยรายงานค่าการสลายตัวของ (carbaryl) ในน้ำที่ pH 7-9 ประมาณ 10-17 วัน (Aly et al., 1971)

Table 2 The results pesticide residue analysis of carbaryl in water.

Spray no.	Average carbaryl residue (µg/L) (n=10)								
	day 0	day 1	day 3	day 5	day 7	day 10	day 15	day 20	day 30
1	21.47±19.25	10.85±5.29	5.19±2.56	0.13±0.11	0.07±0.03	ND	ND	ND	ND
2	8.67±3.75	4.12±1.47	0.77±0.38	0.09±0.04	0.06±0.03	0.09±0.01	0.07±0.02	1.17±0.29	ND
				<0.10	<0.10	<0.10	<0.10		

Remark: ND = Not detected
LOQ = 0.10 µg/L

2.4 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในดินและตะกอน

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในดิน พ่นครั้งที่ 1 พบสารตกค้างสูงสุดที่ 0 วัน หลังพ่นสาร ปริมาณ 0.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจะลดลงจนเหลือปริมาณน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังการพ่น 30 วัน และการพ่นครั้งที่ 2 พบสารตกค้างสูงสุดที่ 0 วัน หลังพ่นสาร ปริมาณ 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจะลดลงจนเหลือปริมาณน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม หลังการพ่น 30 วัน ส่วนในตะกอน พบว่าไม่มีการตกค้างเนื่องจากคุณสมบัติ carbaryl ละลายได้ดีในน้ำ จะลอยอยู่บริเวณผิวน้ำและเกิดปฏิกิริยา hydrolysis ได้ง่าย ส่วนในดินจะตกค้างที่ประมาณ 30 วัน และค่อยๆ สลายตัว ซึ่งเกิดปฏิกิริยา photolysis ในสิ่งแวดล้อม (Das, 1990b) แสดงดังตารางที่ 3

Table 3 The results pesticide residue analysis of carbaryl in soil.

Spray no.	Average carbaryl residue (mg/kg) (n=10)								
	day 0	day 1	day 3	day 5	day 7	day 10	day 15	day 20	day 30
1	0.85±1.39	0.43±0.64	0.16±0.25	0.15±0.28	0.14±0.10	0.23±0.26	0.08±0.10	0.43±0.41	0.05±0.08
2	0.10±0.13	0.07±0.07	0.10±0.15	0.07±0.07	0.05±0.08	0.04±0.06	0.06±0.10	0.04±0.03	0.005±0.01

Remark: LOQ = 0.01 mg/kg

2.5 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในมะม่วง

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในมะม่วง พบว่ามีการตกค้างประมาณ 5 วัน หลังจากนั้นจะสลายตัว เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมี carbaryl จะสลายตัวได้ง่ายเมื่อเกิดปฏิกิริยา hydrolysis และ photolysis ในสิ่งแวดล้อม จากรายงานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติได้กำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (Maximum Residue Limits; MRLs) ในมะม่วงเท่ากับ 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (มกอช, 2559) แสดงดังตารางที่ 4

Table 4 The results pesticide residue analysis of carbaryl in mango.

Spray	Average carbaryl residue (mg/kg) (n=10)								
no.	day 0	day 1	day 3	day 5	day 7	day 10	day 15	day 20	day 30
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0.08±0.05	0.07±0.04	0.08±0.08	0.04±0.004	ND	ND	ND	ND	ND
				<0.06					

Remark: ND = Not detected, LOQ = 0.06 mg/kg

2.6 การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในน้ำล้างมือคนเก็บมะม่วง

ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในน้ำล้างมือคนเก็บมะม่วงก่อนเก็บ พบการตกค้างในปริมาณ 0.05 ไมโครกรัม และผลการวิเคราะห์การปนเปื้อนที่ 0 วัน หลังการพ่น พบการปนเปื้อนปริมาณ 64.19 ไมโครกรัม และค่อยๆ สลายตัวไปตามระยะเวลาหลังพ่นสารที่ 15 วัน พบปริมาณ 0.98 ไมโครกรัม แสดงดังตารางที่ 5

Table 5 The results pesticide residue analysis of carbaryl in hand harvester.

Hand harvester	Carbaryl residue (µg)
Control	0.05
day 0	64.19
day 1	20.47
day 3	15.88
day 5	10.52
day 7	9.03
day 10	1.84
day 15	0.98
day 20	ND
day 30	ND

Remark: ND = Not detected

2.7 การคำนวณระยะเวลาในการสลายตัวของ carbaryl (Half-life, $t_{1/2}$) ในตัวอย่างน้ำ ดิน และมะม่วง

ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ในตัวอย่างน้ำ ดิน และมะม่วง นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าการสลายตัวลดลงจนมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (Half-life, $t_{1/2}$) พบว่าค่า half-life ในน้ำประมาณ 5 วัน แสดงดังรูปที่ 3 ดินประมาณ 13 วัน แสดงดังรูปที่ 4 และมะม่วงประมาณ 5 วัน แสดงดังรูปที่ 5 จากรายงานค่าครึ่งชีวิตในน้ำ (pH=7) เท่ากับ 12 วัน และค่าครึ่งชีวิตในดิน 21-27 วัน (Das, 1990b)

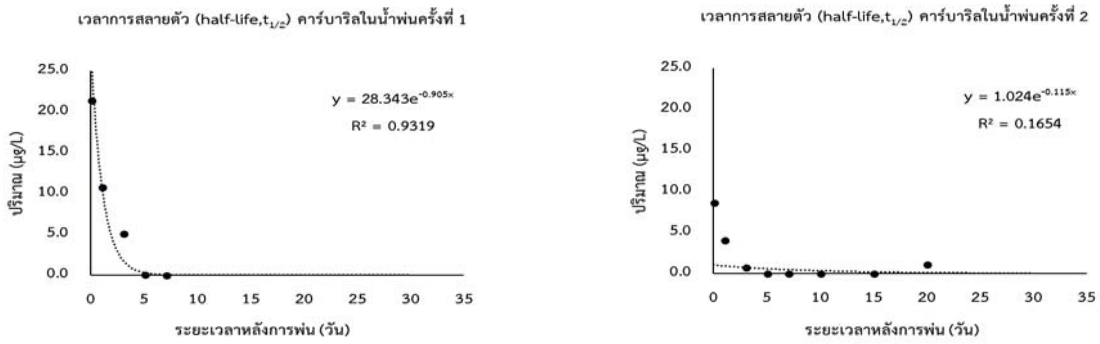


Figure 3 Half-life of carbaryl ($t_{1/2}$) in water.

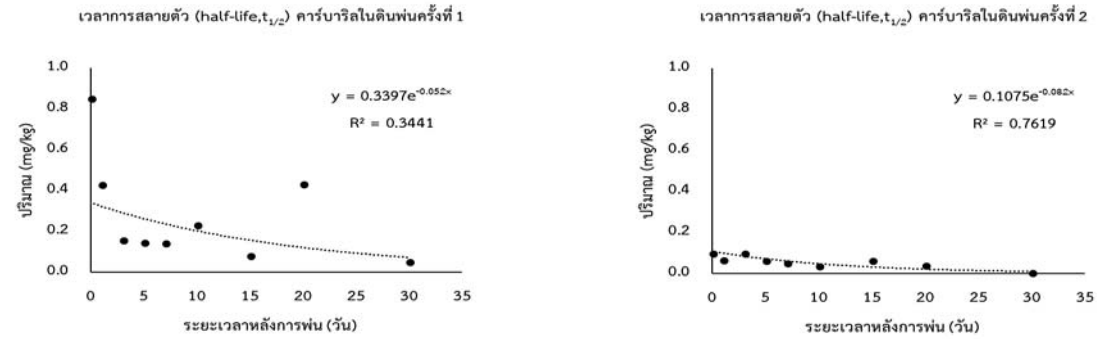


Figure 4 Half-life of carbaryl ($t_{1/2}$) in soil.

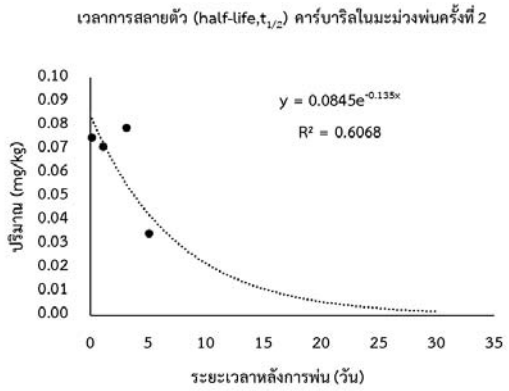


Figure 5 Half-life of carbaryl ($t_{1/2}$) in mango.

2.8 ปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายเกษตรกรและประเมินความเสี่ยงจากการใช้ carbaryl ในแปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง

ผลการวิเคราะห์สารพิษตกค้าง carbaryl ที่ปนเปื้อนบนแผ่นผ้าในบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย ได้แก่ ส่วนศีรษะ (บริเวณหมวกและจมูก) บ่า อก (บริเวณอกในและอกนอก) ศอก หลัง (บริเวณหลังในและหลังนอก) ต้นขาและแข้ง (บริเวณแข้งในและแข้งนอก) พ่นครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบว่ามีการปนเปื้อนในปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 4569.74, 1054.98, 82.64, 976.71, 44, 8901.85 และ 654.23 µg ตามลำดับ น้ำล้างมือและน้ำล้างเท้าครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 พบในปริมาณเฉลี่ย 751.07 และ 7.24 µg จากผลการประเมินการพ่นสารในครั้งที่ 1 และ 2 บริเวณที่มีการปนเปื้อนมากและมีความเสี่ยงที่สุดคือบริเวณส่วนต้นขา รองลงมาคือศีรษะ ไหล่ ศอก และแข้ง ตามลำดับ ส่วนน้ำล้างมือ จะพบการปนเปื้อนสูง เนื่องจากต้องใช้ไม้คน carbaryl เพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ จึงมีการรับสัมผัสสารขณะผสมและในขณะพ่นสาร (U.S.EPA., 1987, 1992)

ผลการประเมินระดับความเสี่ยงจากปริมาณการได้รับสัมผัสสาร carbaryl เข้าสู่ร่างกายผู้พ่นสารในแปลงปลูกมะม่วงพ่นครั้งที่ 1 และ 2 โดยใช้เกณฑ์การประเมินจาก Pesticide Risk Assessment (US.EPA, 1999) กำหนดค่า (Benchmark Dose; $BMDL_{10}$) มีค่าเท่ากับ 30 mg/kg bw/day (EPA, 2007) เป็นเกณฑ์ที่ไม่ทำให้เกิดผลอันไม่พึงประสงค์ทางพิษวิทยา มีความเชื่อมั่นที่ระดับ 95% คำนวณหาค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (Margin of Exposure, MOE) มีค่าเท่ากับ 101.04 และ 128.18 ตามลำดับ ซึ่งค่า MOE มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 ถือว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ แสดงดังตารางที่ 6 เกณฑ์ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ คือ MOE≥100 (US.EPA, 2011)

Table 6 Risk assessment of carbaryl in farmer.

Farmer	Spray no.	carbaryl (mg/kg bw/day)	%Absorption	absorbed dose (mg/kg bw/day) (exposure)	$BMDL_{10}$ (mg/kg bw/day)	MOE	Risk
Sprayer	1	2.34	12.70	0.30	30	101.04	accept
Sprayer	2	1.84	12.70	0.23	30	128.18	accept

Remark: $BMDL_{10}$ = Rat 4-week dermal toxicity study $BMDL_{10}$ of 30 mg/kg/day adjusted to 86 mg/kg/day using 2.8x dermal penetration factor to account for absorption across human skin.

การประเมินระดับความเสี่ยงจากปริมาณการได้รับสัมผัสสาร carbaryl ในน้ำล้างมือคนเก็บมะม่วง เมื่อคำนวณปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย กำหนดค่า %absorption เช่นเดียวกับแผ่นผ้า ผลประเมินความเสี่ยงคนเก็บมะม่วงได้ค่า (Margin of Exposure, MOE) 14763.68 ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ แสดงดังตารางที่ 7

Table 7 Risk assessment of carbaryl in hand harvester.

worker	Spray no.	carbaryl (mg/kg bw/day)	%Absorption	absorbed dose (mg/kg bw/day) (exposure)	$BMDL_{10}$ (mg/kg bw/day)	MOE	Risk
hand harvester	2	0.02	12.70	0.23	30	14763.68	accept

2.9 ประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคผลมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง (Hazard Quotient, HQ)

การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองที่ปนเปื้อน carbaryl คำนวณได้จากสูตร

HQ = ADI/Rfd

โดยค่า Acceptable Daily Intake (ADI) คำนวณได้จาก

$$ADI = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{(body\ weight \times AT)}$$

โดย

C คือ ความเข้มข้นที่วิเคราะห์ได้ (มก./กก.)

IR คือ อัตราการบริโภคต่อวัน (กก./วัน)

EF คือ ความถี่ที่ได้รับสัมผัสสาร (วัน/ปี)

ED คือ ระยะเวลาที่ได้รับสัมผัสสาร (ปี)

AT คือ เวลาเฉลี่ย (วัน)

$$ADI = \frac{(0.08\ มก./กก. \times 0.00202\ กก./วัน \times 350\ วัน/ปี \times 70\ ปี)}{(70\ กก. \times 10950\ วัน)}$$

ADI = 0.0000049 มก./กก. น้ำหนักตัว/วัน

กำหนดค่า Rfd (Reference dose) = 0.1 มก./กก. น้ำหนักตัว/วัน

$$HQ = \frac{(0.0000049\ มก./กก.\ น้ำหนักตัว/วัน)}{0.1\ มก./กก.\ น้ำหนักตัว/วัน}$$

HQ = 0.000049

ซึ่งค่า Hazard Quotient (HQ) มีค่าเท่ากับ 0.000049 น้อยกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ HQ เท่ากับ 1 จึงสรุปได้ว่าการใช้ carbaryl ในแปลงมะม่วงน้ำดอกไม้สีทองมีความปลอดภัยต่อการบริโภค

สรุปผลการทดลอง

ผลการศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายเกษตรกรผู้พ่นสารคาร์บาริล (carbaryl) ในมะม่วง โดยพ่นคาร์บาริลในมะม่วงติดผลมีอายุประมาณ 10-15 วัน พบว่าการปนเปื้อนในแผ่นผ้าและน้ำล้างมือ-น้ำล้างเท้าในเกษตรกรผู้พ่นครั้งที่ 1 และ 2 มีระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ แต่พบว่าการพ่นครั้งที่ 1 เกินเกณฑ์ค่า MOE≥100 เล็กน้อย ซึ่งเกษตรกรอาจมีโอกาสเสี่ยง โดยมีปัจจัยทางด้านกระแสลมและความชื้นสัมพัทธ์สูงเข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นเกษตรกรผู้พ่นสารควรระมัดระวังในการพ่น โดยเลือกช่วงเวลาพ่นสารในช่วงเช้าที่มีกระแสลมสงบและไม่มีอากาศร้อนอบอ้าวจนเกินไป เพราะถ้าร้อนความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศสูงจะทำให้คาร์บาริลตกค้างได้สูง เกษตรกรควรใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น หน้ากาก ถุงมือ รองเท้าบูท เป็นต้น โดยปฏิบัติตามคำแนะนำการใช้สารของกรมวิชาการเกษตรอย่างเคร่งครัด เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม และคาร์บาริลจะตกค้างในน้ำและดินได้ปานกลาง ไม่เกิน 30 วัน

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. เป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรเพื่อให้การใช้สาร carbaryl เป็นไปอย่างระมัดระวังและถูกต้อง เพื่อความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ตลอดจนสิ่งแวดล้อม
2. เป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตร ใช้พิจารณาประเมินความเสี่ยงภัยจากการใช้สารพิษ carbaryl เพื่อใช้ประกอบการขอขึ้นทะเบียน หรือการห้ามใช้
3. เผยแพร่ข้อมูลที่ได้สู่สาธารณชน และหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วไป
4. เพื่อการบริหารจัดการควบคุมวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงภัยสูง ตามภารกิจของกรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยาวิทยา. 2553. การป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร:กรุงเทพฯ. หน้า 92.

กุหลาบ หมายสุขกลาง. 2559. มะม่วง-สารสนเทศส่งเสริมการเกษตร. กรมส่งเสริมการเกษตร. สืบค้นจาก: http://www.agriinfo.doae.go.th>fruit2>mango [20 ม.ค. 2562].

โกศล เคนทะ. 2558. ชุดดิน...ภาคกลาง ความรู้พื้นฐานเพื่อการเกษตร. สืบค้นจาก: file:///C:/Users/HELLO-/Desktop/Risk%20carbaryl/ลักษณะดินสุพรรณบุรี%20สามคลี.pdf [7 ม.ค. 2562].

ไพศาล รัตนเสถียร, เตือนจิตต์ สัตยาวิรุฑธ์, ศิริณี พูนไชยศรี, เกรียงไกร จำเริญมา, ลักขณา บำรุงศรี, พรรณเพ็ญ ชโยภาส และคณะ. 2549. การป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย: กรุงเทพฯ. 62 หน้า.

ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล. 2560. การหาปริมาณสารพิษตกค้างในผักและผลไม้โดยวิธี ethyl acetate ด้วยเทคนิคLC-MS/MS. ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

มกอช. 2559. มาตรฐานสินค้าการเกษตร มกษ.9002-2559 สารพิษตกค้าง:ปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. สืบค้นจาก www.acfs.go.th/standard/download/maximum-residue_limit.pdf [ม.ค.2562].

In-house method based onTM-T04-I03 based on EPA method 8141, rev.1 (1994) กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร.

In-house method based onTM-T04-I02 based on AOAC (2016) กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร.

Aly, O.M. and M.A. El-Dib. 1971. Studies on the persistence of some carbamate insecticides in the aquatic environment. I. Hydrolysis of Sevin, Baygon, Pyrolan and Dimetilan in waters. Water Res. 5:1191-1205.

Back, C.A. 1965. “Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties”. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Canadian Council of Ministers of the Environment. 2009. Canadian water quality quidelines for the protection of aquatic life: Carbaryl. Canadian Environmental Quality Guidelines.

Das, Y.T. 1990b. Photodegradation of [1-naphthyl-14C]carbaryl on soil under artificial sunlight, Vol. 169-208 #87095, Department of Pesticide Regulation, Sacramento, CA. 12 Dorough, H.W. and J.E.Casida. 1964. Nature of certain carbamate metabolites of the insecticides, *J. Assoc. Off. Agric. Chem.,* 48(5), 927-937.

SANTE/11813. 2017. Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues and analysis in food and feed. 21-22 November 2017 from rev.0.Available:https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/pesticides_mrl_guidline_wrkdoc_2017-11813.pdf, Accessed Jan 20, 2017.

Tomlin, C. 2006. The Pesticide Manual. 14th ed. BCPC: UK. 1349 p.

US.EPA, 2007. Interim Reregistration Eligibility Decision For Carbaryl Case No. 0080

US.EPA, 1987. Pesticide Assessment Guidelines, Subdivision K. Exposure: Re-entry Protection, US.EPA. Washington D.C.

US.EPA, 1992. Dermal exposure assessment: principles and application, U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.

US.EPA, 1999. The role of use-related Information in pesticide risk Assessment and risk management. Office of Pesticide Program, Item:6039 (June 29, 1999).

US.EPA, 2011. Exposure factors handbook, final report, EPA/600-R09/052F, 2011, from http://www.epa.gov/ncea/efh/pdfs/efh-chapter08.pdf.

ภาคผนวก

Appendix 1 The 1st patch results of carbaryl in farmer

region of body	surface area (cm^2)	carbaryl (µg/100 cm^2)	carbaryl (µg/cm^2)	average of carbaryl (µg/100 cm^2)	Penetration factor	sureface area cm^2	exposure µg/region	units
1. Head	1300							
- Hat		723.48	7.23	4.66	1.00	1300	6051.63	
- Nose		207.55	2.08					
2. Shoulder	2910	64.37	0.64	0.64	0.25	2910	476.17	
3. Chest	3550							
- Chest in		5.38	0.05	0.07	0.36	3550	121.65	
- Chest out		9.44	0.09					
4. Elbow	1210	439.83	4.40	4.40	0.25	1210	1352.87	
5. Back	3550							
- Back in		0.63	0.01	0.02	0.15	3550	19.03	
- Back out		3.69	0.04					
6. Upper leg	3820	300.17	3.00	3.00	0.78	3820	8928.24	
7. Lower leg	2380							
- Lower leg in		221.40	2.21	1.42	0.78	2380	1166.39	
- Lower leg out		62.94	0.63					
8. Hand wash							938.13	
9. Feet wash							6.48	
Total carbaryl							19060.59	µg
Spray time 23 minutes							175342.16	µg/day
Carbaryl							2.34	mg/kg bw/day

Remark:

Penetration factor = residue on inner dosimeter / (residue on outer + inner dosimeter)

Exposure (µg/region) = surface area (cm^2) x carbaryl (µg/100 cm^2) x penetration factor

Margin of Exposure; MOE = ($BMDL_{10}$ / Exposure)

Appendix 2 The 2st patch results of carbaryl in farmer

region of body	surface area (cm^2)	carbaryl (µg/100 cm^2)	carbaryl (µg/cm^2)	average of carbaryl (µg/100 cm^2)	Penetration factor	sureface area cm^2	exposure µg/region	units
1. Head	1300							
- Hat		401.28	4.01	2.36	1.00	1300	3087.85	
- Nose		73.78	0.74					
2. Shoulder	2910	181.39	1.81	1.81	0.31	2910	1633.78	
3. Chest	3550							
- Chest in		2.31	0.02	0.02	0.47	3550	43.63	
- Chest out		2.62	0.03					
4. Elbow	1210	160.35	1.60	1.60	0.31	1210	600.55	
5. Back	3550							
- Back in		2.29	0.02	0.08	0.15	3550	68.97	
- Back out		12.94	0.13					
6. Upper leg	3820	244.38	2.44	2.44	0.95	3820	8875.45	
7. Lower leg	2380							
- Lower leg in		121.22	1.21	0.64	0.95	2380	142.07	
- Lower leg out		6.28	0.06					
8. Hand wash							564.01	
9. Feet wash							7.99	
Total carbaryl							15024.31	µg
Spray time 23 minutes							138211.58	µg/day
Carbaryl							1.84	mg/kg bw/day

Remark:

Penetration factor = residue on inner dosimeter / (residue on outer + inner dosimeter)

Exposure (µg/region) = surface area (cm^2) x carbaryl (µg/100 cm^2) x penetration factor

Margin of Exposure; MOE = ($BMDL_{10}$ / Exposure)

การพิสูจน์เอกลักษณ์ของว่านน้ำด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดแผ่นบาง
High-Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC) profile of an insecticidal compound of *Acorus calamus* Linn

พจนีย์ หน่อฝั้น ณัฐพร ฉันทศักดา พรรณีกา อัตตนนท์

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The present communication attempts to evaluate the efficacy and the fingerprinting profiles of *Acorus calamus* L. Dried powders of the rhizome as well as their extracts in different solvents such as methanol, ethanol, ethyl acetate, petroleum ether, chloroform, hexane, and acetone were evaluated as insecticides against *Plutella xylostella* L. The results showed that 2 %w/v crude methanol extract of *Acorus calamus* L. caused 96.33 % mortality. Phytochemical screening of the *Acorus calamus* L. showed revealed the presence of various secondary metabolites such as alkaloids, flavonoids, terpenoids, phenolic compounds, tannins, and glycosides. A high-performance thin layer chromatography (HPTLC) method was developed to compare the extracts through a fingerprint profile of their chemical compounds. The HPTLC fingerprint patterns of various solvent extracts of *Acorus calamus* L. resembled each other in some zones and R_F values. Main chemical compositions were also isolated, semi-purified and identified by HPTLC compared these data with reference fingerprint profile of β-asarone. The results confirm the presence of the main chemical component of the semi-purified compound might be β-asarone. The insecticidal activity of the semi-purified compound was examined against *Plutella xylostella* L. and found that semi-purified compound caused 92.5 % mortality with 0.5 %w/v. Fingerprint analysis by HPTLC can be used as a powerful tool for linking the chemical constituents profile of the plants with botanical identity and for estimation of chemical and biochemical markers and also a good estimator for the plants in future standardization work.

Key words: HPTLC fingerprint, *Acorus calamus* L., *Plutella xylostella* L., asarone

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการทำเอกลักษณ์โครมาโทกราฟีของสารสำคัญในว่านน้ำ โดยนำตัวอย่างเหง้าว่านน้ำแห้งสกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ ได้แก่ เมทานอล เอทานอล เอทิลอะซิเตท ปิโตรเลียมอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม เฮกเซน และอะซิโตน และทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดต่อหนอนใยผัก เมื่อเปรียบเทียบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบว่านน้ำ 2 %w/v ที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ ต่อหนอนใยผัก พบว่าสารสกัดหยาบเมทานอล มีฤทธิ์ทำให้หนอนใยผักตายมากที่สุด 96.33 % ผลการทดสอบกลุ่มสารทางพฤกษเคมีของสารสกัดว่านน้ำด้วยตัวทำละลายต่างๆ พบว่าประกอบด้วยสารกลุ่มอัลคาลอยด์, ฟลาโวนอยด์, เทอร์ปีนอยด์, ฟีนอลิก, แทนนินและ ไกลโคไซด์ ส่วนการตรวจเอกลักษณ์ทางเคมีด้วยเทคนิคทินเลเยอร์โครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง (HPTLC) ของสารสกัดว่านน้ำด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ พบว่ามีอัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับ (R_F) ตรงกัน เมื่อทำการแยกสารกึ่งบริสุทธิ์จากสารสกัดหยาบโดยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟีและนำสารกึ่งบริสุทธิ์มาพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทคนิค HPTLC เปรียบเทียบข้อมูลเอกลักษณ์โครมาโทกราฟีกับสารมาตรฐาน พบว่าสารสำคัญที่พบในว่านน้ำคือเบต้าอะซาโรน และเมื่อทดสอบประสิทธิภาพของสารกึ่งบริสุทธิ์ต่อหนอนใยผักที่อัตรา

0.5 %w/v พบว่าหนอนใยผักมีอัตราการตาย 92.5 % เทคนิค HPTLC สามารถใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์เชิงคุณภาพรวมทั้งการวิเคราะห์สารสำคัญในพืชและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาและควบคุมผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติในระดับอุตสาหกรรมในอนาคตต่อไป

คำหลัก: เอกลักษณ์โครมาโทกราฟี, ว่านน้ำ, หนอนใยผัก, อะซาโรน

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม สามารถปลูกพืชได้ตลอดปี เนื่องจากภูมิประเทศตั้งอยู่ในเขตอบอุ่นสภาพอากาศโดยทั่วไปจึงเอื้อต่อการเจริญเติบโตและแพร่ระบาดของศัตรูพืชทำให้เกิดปัญหาด้านศัตรูพืชรุนแรงสร้างความเสียหายต่อผลผลิต ทำให้เกษตรกรต้องพึ่งสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่างตามมา เช่น สารพิษที่ตกค้างในดินและน้ำบริเวณพื้นที่เกษตร ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้น้ำเพื่อบริโภคของเกษตรกรเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ สัตว์และสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ตาย ลดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ และที่สำคัญคือ แมลงพัฒนาสร้างความต้านทานต่อสารเคมี (Sarwar and Salman, 2015) จากรายงานวิจัยของ Pérez *et al.* (2000) พบว่าแมลงศัตรูพืชสามารถสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลง โดยค่าความเป็นพิษ (LC_{50}) มีค่าสูงกว่ากลุ่มชุดทดลองเปรียบเทียบ ยิ่งไปกว่านั้นปัญหาการตกค้างของสารเคมีในผลิตผลเกษตรยังเป็นปัญหาสำคัญในการส่งออกซึ่งนับวันยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ และส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้บริโภค รวมไปถึงสภาวะสินค้าเกษตรเพื่อการแข่งขันในตลาดโลก ซึ่งมีมาตรการกีดกันสินค้าเกษตรที่ผลิตในกระบวนการที่ไม่ได้มาตรฐาน ตลอดจนปัญหาสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์วิทยาที่สูญเสียไป เพื่อเป็นแนวทางลดการใช้สารเคมีและเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาสิ่งที่ทดแทนการใช้สารเคมี ทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจอย่างยิ่งคือการใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพรหรือสารธรรมชาติมาใช้ในการป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากมีความปลอดภัยสูงกว่าการใช้สารเคมีสังเคราะห์และสลายตัวได้ง่าย จึงไม่มีพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร (Campos *et al.*, 2018)

การใช้สารสกัดจากธรรมชาติในการควบคุมแมลงศัตรูพืชนั้นเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ได้รับการสนใจและนำมาใช้ในกระบวนการบริหารศัตรูพืชแบบบูรณาการ จากการศึกษาวิจัยพบพืชหลายชนิดมีฤทธิ์ฆ่าแมลงเช่น หางไหลใช้ในการกำจัดเพลี้ย สารสกัดจากสะเดาใช้กำจัดหนอนใยผัก หนอนกระทู้ผัก และดอกไพรีทรัมใช้ไล่ยุง (Siegwart *et al*., 2015) ว่านน้ำ (*Acorus calamus* L.) เป็นไม้ล้มลุกเนื้ออ่อนสูง 1-2 เมตร อยู่ในวงศ์ Araceae มีลำต้นเป็นเหง้าอยู่ใต้ดินลักษณะเป็นแท่งค่อนข้างแบน มีใบแข็งตั้งตรง รูปร่างแบนเรียวยาว ปลายใบแหลม แตกใบเรียงสลับซ้ายขวาเป็นแผง ใบค่อนข้างฉ่ำน้ำ ดอกมีสีเขียว มีขนาดเล็ก ออกเป็นช่อ มีจำนวนมากอัดกันแน่นเป็นแท่งรูปทรงกระบอก มีก้านช่อดอกลักษณะคล้ายใบทั้งใบ เหง้า และรากมีกลิ่นหอมฉุน ชอบขึ้นตามที่น้ำขังหรือที่ชื้นแฉะ เหง้าของว่านน้ำให้น้ำมันหอมระเหยได้ดีและมีปริมาณมาก เป็นพืชที่มีการนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการกับโรคและแมลงศัตรูพืชทางการเกษตร (มงคล, 2547)

มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากเหง้าของว่านน้ำมีสารที่มีความเป็นพิษต่อแมลงหลายชนิดโดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ การวางไข่ และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลง และยับยั้งการกินอาหารของแมลง เช่น รายงานวิจัยของ Tewary *et al*. (2005) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าว่านน้ำสามารถกำจัดเพลี้ยไฟ (*A. craccivora*) โดยมีสมบัติการเป็นสารฆ่า สารยับยั้งการกิน และสารยับยั้งการเจริญเติบโต Bhonde *et al*. (2002) ทดสอบน้ำมันสกัดจากว่านน้ำกับหนอนกระทู้ผัก *Spodoptera litura* ด้วยวิธี leaf disk bioassays พบว่าสารสกัดสามารถลดการกินอาหารของหนอนกระทู้ผักได้ อีกทั้งงานวิจัยของ Yoa *et al*. (2008) พบว่าสารสกัดว่านน้ำด้วยเอทานอลมีฤทธิ์ในการขับไล่ด้วงข้าวโพด (*S. zeamais*) ว่านน้ำสามารถผลิตน้ำมันหอมระเหยจากกระบวนการ secondary metabolism และสารสำคัญที่พบในน้ำมันหอมระเหยของว่านน้ำคือ β-asarone (Bjornstad *et al*., 2009) สารดังกล่าวเป็นสารหลักที่ทำให้สารสกัดจากว่านน้ำมีฤทธิ์ควบคุมโรคพืชและมีพิษร้ายแรงต่อแมลงบางชนิด Koul *et al*. (1990) รายงานว่าสาร β-asarone มีคุณสมบัติเป็นสารขับไล่และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของหนอนผีเสื้อกลางคืน (*Peridroma soucia*) Jacobson *et al*. (1976) ทดสอบนำสาร β-asarone acorangermacrone และ asarylaldehyde ที่สกัดออกมาในรูปน้ำมันหอมระเหยจากเหง้าว่านน้ำ นำมาทดสอบกับแมลงวันผลไม้เพศเมีย 2 ชนิด

คือ *Ceratitis capitata* และ *Dacus cucurbita* ส่วน *D. dorsalis* ใช้เพศผู้มาทดสอบ พบว่า สาร β-asarone ทำให้ *Ceratitis capitata* ตายได้ ส่วนสาร asarylaldehyde มีผลทำให้ตัวผู้ และเมียของ *D. dorsalis* ตายได้เช่นกัน Rao *et al*. (2002) รายงานว่าเมื่อนำว่านน้ำ สะเดา และโลติ๊น มาผสมในอัตราส่วนต่างๆกัน พบว่าอัตราส่วน 1:1:1 มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและการกินอาหารของตัวอ่อนผีเสื้อกลางคืน (*Earias vittella* (Fab)) ได้ถึง 80% Wafaa *et al.* (2017) อธิบายว่าสารสกัดจากพืชส่งผลต่อกระบวนการในการลอกคราบของแมลง (molting) โดยจะไปยับยั้งการสังเคราะห์การสร้างชั้นคิวติเคิล (cuticle) ใหม่ของแมลง ในการเป็นสารฆ่าของสารสกัดจากพืช พิษของสารสกัดจากพืชจะเข้าสู่แมลงทางรูหายใจ (spiracle) ข้อต่อ (joint) รอยต่อระหว่างเนื้อเยื่อ (membrane)

ในปัจจุบันการพัฒนาผลิตภัณฑ์สมุนไพรของประเทศไทยยังมีปัญหาในเรื่องการควบคุมคุณภาพของสมุนไพรทั้งในเภสัชตำรับหรือในผลิตภัณฑ์เพื่อการกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากพืชสมุนไพรจะประกอบด้วยสารทุติยภูมิ (secondary metabolites) หลายชนิด ซึ่งสารเหล่านี้ต่างก็มีส่วนร่วมในการออกฤทธิ์ของพืชสมุนไพรและเป็นตัวกำหนดสรรพคุณของพืช (Rattan, 2010; Jiang *et al*., 2010) นักวิจัยได้พยายามแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการทำลายพิมพ์ขององค์ประกอบทางเคมีด้วยเทคนิค High Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC) เป็นการตรวจสอบเบื้องต้นเพื่อหากลุ่มสารสำคัญในพืชสมุนไพรโดยอาศัยหลักการที่ว่าไม่มีพืชสมุนไพรใดที่มีองค์ประกอบและปริมาณสารที่เหมือนกันทุกอย่าง ผลการตรวจสอบจะเป็นลักษณะเฉพาะตัวเปรียบเสมือนลายพิมพ์นิ้วมือ (Fingerprint) ของสมุนไพรนั้นๆ เป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการพิสูจน์เอกลักษณ์ และ ควบคุมคุณภาพของสารสกัดพืชสมุนไพร (Gocan and Cimpan , 2004; Sidney *et al*., 2010; Toniolo *et al*., 2014; Nicoletti *et al*., 2012) เนื่องจากยังมีพืชอีกมากมายหลายชนิดที่ยังขาดข้อมูลด้านการศึกษาหาสารออกฤทธิ์ต่อต้านแมลง หากสามารถศึกษาและรู้ถึงสารออกฤทธิ์ และนำมาควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบและปริมาณสารสำคัญเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สารกำจัดแมลงจะเป็นการเพิ่มมูลค่าการใช้ประโยชน์ของพืชในประเทศ รวมถึงกระตุ้นให้เกษตรไทยหันมาใช้สารสกัดจากธรรมชาติอย่างแพร่หลายต่อไป

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่องแก้ว ได้แก่ กรวยกรอง, ขวดก้นกลม, ขวดวัดปริมาตร, บีกเกอร์, ปิเปต, กระบอกตวง, หลอดทดลอง
2. สารเคมี ได้แก่ petroleum ether, methanol, ethanol, dichloromethane, ethyl acetate, acetone, chloroform, hexane, toluene, Dragendorff's reagent, Mayer's reagent, ferric chloride, lead acetate, Salkowski's test, Benedict's reagent, Fehling's reagent, Barfoed's reagent, Shinoda'sreagent, β-asarone
3. เครื่องมือวิทยาศาสตร์ ได้แก่ เครื่องชั่งไฟฟ้า, ultrasonic bath, vacuum pump, เครื่องบดตัวอย่าง, ตู้อบตัวอย่าง, เครื่องระเหยแบบลดความดัน (rotary evaporator), เครื่องทีแอลซีสมรรถนะสูง (HPTLC)

วิธีการ

1. ศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดว่านน้ำที่มีฤทธิ์ในการควบคุมหนอนใยผัก

1.1 เตรียมตัวอย่างว่านน้ำโดยสับเป็นท่อน ผึ่งแห้ง บดเป็นผง และสกัดด้วยตัวทำละลาย petroleum ether, hexane, dichloromethane, chloroform, ethyl acetate, acetone, ethanol, methanol ตามลำดับ ในอัตราส่วน 10 % w/v แล้วกรองหยาบด้วยผ้าคอตตอนดิบจากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปลดปริมาตรด้วยเครื่องลดปริมาตรสารแบบสูญญากาศ (rotary evaporator)

1.2 ทดสอบฤทธิ์เบื้องต้นของสารสกัดหยาบว่านน้ำต่อหนอนใยผักโดยนำสารสกัดหยาบว่านน้ำในอัตรา 2 % w/v ที่สกัดด้วยตัวทำละลายตามข้อ 1.1 มาละลายตัวทำละลาย acetone นำสารสกัดหยาบที่ได้ไปทดสอบฤทธิ์เบื้องต้นต่อหนอนใยผักวัย 2 โดยวิธี leaf dipping method วางแผนการทดลอง CRD จำนวน 4 ซ้ำ 9 กรรมวิธี บันทึกผลการทดลองโดยนับเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนใยผัก ที่ 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ตามลำดับ

2. ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น (Phytochemical Screening Test) โดยวิธีการทดสอบทางพฤกษเคมีด้วยน้ำยาทดสอบ

นำสารสกัดว่านน้ำด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ มาทำการทดสอบทางเคมีเบื้องต้นโดยการทำให้เกิดสีหรือการเกิดตะกอน ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบสารกลุ่มอัลคาลอยด์ (alkaloids) ด้วยน้ำยาทดสอบ Dragendorff's reagent, Mayer's reagent, ทดสอบสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ด้วยน้ำยาทดสอบ Shinoda'sreagent, Ferric chloride, Lead acetate, ทดสอบสารกลุ่มฟีนอลและแทนนิน (Phenol and Tannin) ด้วยน้ำยาทดสอบ Ferric chloride, Lead acetate, ทดสอบสารกลุ่มซาโปนิน (Saponin) ด้วยน้ำยาทดสอบ Olive oil test, ทดสอบสารกลุ่มเทอร์ปินอยด์ และเสตียรอยด์ ด้วยน้ำยาทดสอบ เช่น salkowski's test, ทดสอบสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตด้วยน้ำยาทดสอบ เช่น Benedict's reagent, Fehling's reagent, Barfoed's reagent

3. การตรวจเอกลักษณ์ทางเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบว่านน้ำ

3.1 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกสารต่างๆ ที่มีในสารสกัดว่านน้ำด้วยวิธีวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPTLC

หาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกสารต่างๆ ด้วยเครื่อง HPTLC-densitometerโดยใช้สารสกัดหยาบในตัวทำละลาย methanol เป็นตัวอย่างในการทดสอบ *หยดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 5 ไมโครลิตร ด้วยเครื่อง Nanomat4 บนแผ่นโครมาโทกราฟีชนิดแผ่นบางชนิดอลูมิเนียมที่เคลือบด้วย silica gel 60 F_{254} (Merck 5554)* ทดสอบการแยกด้วยวัฏภาคเคลื่อนที่ผสม 2 ชนิด 5 ระบบ คือ 1) Dichloromethane:Ethyl acetate (96:4), 2) Dichloromethane:Methanol (97:3), 3) Toluene:Ethyl acetate (97:3), 4) Petroleum ether:Ethyl acetate (97:3) และ 5) Hexane:Ethyl acetate (90:10) แล้วนำไปตรวจสอบแถบสารสำคัญที่เกิดขึ้นบนแผ่น TLC ภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 254 และ 366 nm และพ่นด้วยน้ำยาพ่น Dragendorff's reagent ให้สารเกิดปฏิกิริยาแสดงเป็นแถบสีชัดเจนตรวจสอบภายใต้แสงธรรมชาติและแสงอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 366 nm.

3.2 นำสารสกัดว่านน้ำด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ มาทำการตรวจเอกลักษณ์ทางเคมีเบื้องต้นด้วยเทคนิค HPTLC ซึ่งมีวิธีการศึกษาตามการทดลองข้อ 3.1 โดยใช้วัฏภาคเคลื่อนที่ที่เลือกมาจากวิธีการทดลอง 3.1 เปรียบเทียบกับเอกลักษณ์ทางเคมีของสารสกัดกับสารมาตรฐาน β- asarone

4. การสกัดแยกสารกึ่งบริสุทธิ์

เลือกสารสกัดหยาบที่ได้ทำการทดสอบฤทธิ์เบื้องต้นต่อหนอนใยผักและมีฤทธิ์มากที่สุด 5 กรัม มาสกัดแยกด้วยเทคนิค column chromatography โดยใช้ silica gel 60 ขนาดอนุภาค 0.040-0.063 มิลลิเมตร เป็นวัฏภาคคงที่ ชะด้วยระบบตัวทำละลายแบบ gradient elution ของเอทิลอะซิเตทต่อไดคลอโรมีเทน โดยเริ่มชะด้วยไดคลอโรมีเทน จากนั้นเพิ่มความมีขั้วขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเอทิลอะซิเตท (0% - 100% เอทิลอะซิเตทต่อไดคลอโรมีเทน) เก็บสารสกัดเป็นส่วนส่วนละ 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนจนแห้ง นำแต่ละ fraction มา spot *ลงบนแผ่นโครมาโทกราฟีชนิดแผ่นบางชนิดอลูมิเนียมที่เคลือบด้วย silica gel 60 F_{254}* นำไปดูลักษณะการแยกของสารด้วยเทคนิค HPTLC โดยตรวจสอบภายใต้หลอดกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลตความยาวคลื่น 254 และ 366 nm และพ่นด้วยน้ำยาพ่น Dragendorff's reagent แล้วทำการรวม fraction แต่ละ fraction โดยอาศัยลักษณะการแยกของสารที่เหมือนกันนำมารวมเป็น fraction เดียวกัน แล้วไปทดสอบหนอนใยผักเพื่อหาสารกึ่งบริสุทธิ์ที่ออกฤทธิ์

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดว่านน้ำ ที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผัก

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบว่านน้ำเข้มข้น 2 % ต่อเปอร์เซนต์การตายของหนอนใยผัก ดังแสดงใน Table 1 พบว่าสารสกัดหยาบที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพทำให้หนอนตายมากที่สุด 96.33 % รองลงมาคือสารสกัดหยาบเอทานอล 88.33% และสารสกัดหยาบไดคลอโรมีเทน 86.67 % ตามลำดับ ซึ่งทั้งสามตัวทำละลายให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ รองลงมาคือสารสกัดหยาบว่านน้ำในเอธิลอะซิเตท 83.33 %, เฮกเซน 78.33 %, อะซิโตน 76.67%, ปิโตรเลียมอีเทอร์ 61.67% และคลอโรฟอร์ม 61.67% ตามลำดับ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Matharu *et al*. (2017) ที่รายงานว่าสารสกัดหยาบจากว่านน้ำที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนใยผักได้ดีที่สุด โดยทดสอบพบว่าสารสกัดเมทานอลของว่านน้ำเข้มข้น 5 % สามารถยับยั้งการกินของหนอนใยผักได้ 87.96% หลังการทดสอบสาร 3 วัน

Table 1 The efficacy of different solvent extracts on mortality percentage of 2nd instar larvae of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.)

Crude extract	% Mortality
dichloromethane	86.67 b
methanol	96.33 a
ethanol	88.33 b
ethyl acetate	83.33 bc
acetone	76.67 d
petroleum ether	61.67 e
hexane	78.33 cd
chloroform	61.67 e
control	9.67 f
CV(%)	**5.0**

Remark: Means followed by the same letters within the column are not significantly different at 95% confidence limits based on DMRT analysis.

ผลการทดสอบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น โดยวิธีการทดสอบทางพฤกษเคมีด้วยน้ำยาทดสอบ

ผลการทดสอบกลุ่มสารทางพฤกษเคมีเบื้องต้นของสารสกัดหยาบว่านน้ำ พบว่าประกอบด้วยสารกลุ่มอัลคาลอยด์, ฟลาโวนอยด์, เทอร์ปีนอยด์, ฟีนอลิก, แทนนินและ ไกลโคไซด์ ดังแสดงใน Table 2

Table 2 Preliminary qualitative phytochemical screening of the crude extracts *Acorus calamus* L. revealed the present of different kind of chemical groups

Phytochemical Constituents	Extracts							
	Acetone	Hexane	Chloroform	Petroleum ether	Dichloromethane	Ethyl acetate	Ethanol	Methanol
Alkaloids	+	+	+	+	+	+	+	+
Flavonoids	+	+	+	+	+	+	+	+
Phenols	-	-	-	-	-	-	-	-
Tannins	+	+	+	+	+	+	+	+
Saponin	-	-	-	-	-	-	-	-
Terpenoids	+	+	+	+	+	+	+	+
carbohydrate	-	-	-	-	+	+	+	+

Remark: –; absent, +; present

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกสารต่างๆ ที่มีในสารสกัดว่านน้ำด้วยวิธีวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPTLC

การตรวจสอบรูปแบบสารสำคัญในสารสกัดเมทานอลของเหง้าว่านน้ำโดยใช้เทคนิค HPTLC โดยใช้วัฏภาคเคลื่อนที่ตัวทำละลายผสม 5 ระบบคือ 1) Dichloromethane:Ethyl acetate (96:4), 2) Dichloromethane:Methanol (97:3), 3) Toluene:Ethyl acetate (97:3), 4) Petroleum ether:Ethyl acetate (97:3) และ 5) Hexane:Ethyl acetate (90:10) พิจารณาจากทีแอลซีโครมาโทแกรมเมื่อนำแผ่น TLC ไปตรวจสอบภายใต้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 254 nm (Figure 1a) และที่ความยาวคลื่น 366 nm (Figure 1b) พบว่าลักษณะของรูปแบบ TLC ของระบบวัฏภาคของเหลว ระบบที่ 1, 2 และ 5 ให้รูปแบบ TLC ที่สามารถแยกแถบสารสำคัญได้ดี แต่ระบบที่ 2 พบว่ามีแถบสารที่ R_F ประมาณ 0.6 สารไม่สามารถแยกออกจากกันได้ และเมื่อเปรียบเทียบระบบที่ 1 กับระบบที่ 5 พบว่า ระบบที่ 1 สามารถแยกสาระสำคัญได้ดีที่สุดจึงเป็นระบบวัฏภาคของเหลวที่เหมาะสมที่สุด

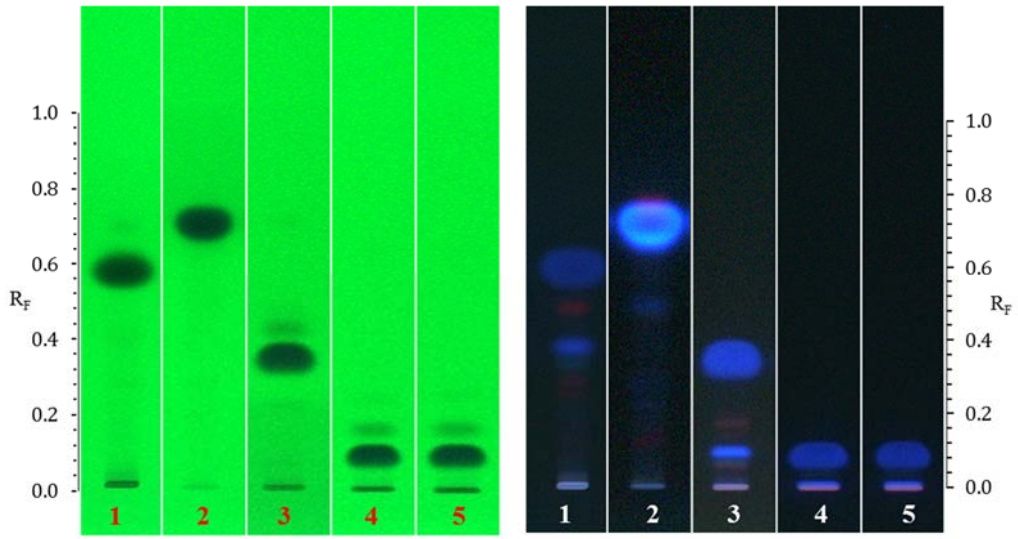


Figure 1 Thin Layer Chromatography (TLC) profile of methanol extraction of *Acorus calamus* L. in 5 mobile phase systems observed under (a) UV 254 nm (b) UV 366 nm;
1) Dichloromethane:Ethyl acetate (96:4); 2) Dichloromethane:Methanol (97:3);
3) Toluene:Ethyl acetate (97:3); 4) Petroleum ether:Ethyl acetate (97:3);
5) Hexane:Ethyl acetate (90:10)

ศึกษาเอกลักษณ์โครมาโทกราฟีของว่านน้ำด้วยเทคนิค High Performance Thin Layer (HPTLC)

ผลการศึกษาเอกลักษณ์โครมาโทรกราฟีพบว่าในสารสกัดว่านน้ำด้วยตัวทำละลายต่าง ๆ พิจารณาจากทีแอลซีโครมาโทแกรม (Figure 2) แถวที่ 2-9 ปรากฏตำแหน่งการเคลื่อนที่ของสารต่างชนิดกันที่ตำแหน่งแตกต่างกัน อย่างชัดเจน โดยสารที่แยกได้มีจำนวน 9 แถบ มีค่าอัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับ (R_F) 0.13, 0.21, 0.31, 0.37, 0.42, 0.53, 0.62 และ 0.78 โดยพบแถบสารที่เด่นชัดมีค่า R_F 0.62 และตรงกับค่า R_f ของสารมาตรฐาน β-asarone สามารถตรวจสอบได้ชัดเจนภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 254 nm จะพบเป็นจุดสีดำ และเป็นจุดเรืองแสงสีฟ้า เมื่อตรวจสอบภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 366 nm จากการยืนยันด้วยการสเปรย์ด้วยน้ำยาพ่น Dragendorff' s reagent พบว่าทุกแถบสารที่ R_F 0.62 เปลี่ยนเป็นสีเหลืองเช่นเดียวกับสารมาตรฐานซึ่งคาดว่าเป็นสารกลุ่มอัลคาลอยด์ และระยะการเคลื่อนที่ของสารที่ปรากฏบนทีแอลซีโครมาโทแกรมแสดงให้เห็นว่าสารสกัดหยาบจากว่านน้ำถึงแม้จะสกัดด้วยตัวทำละลายคนละชนิดก็สามารถสกัดได้สารสำคัญเหมือนกัน เมื่อศึกษา ultraviolet spectrum ของสารสกัดว่านน้ำที่ R_F 0.62 ที่ช่วงความยาวคลื่น 190-600 nm พบว่าจุดดังกล่าวมี maximum absorption ที่ 298 nm และตรงกันกับสารมาตรฐาน β-asarone (Figure 3)

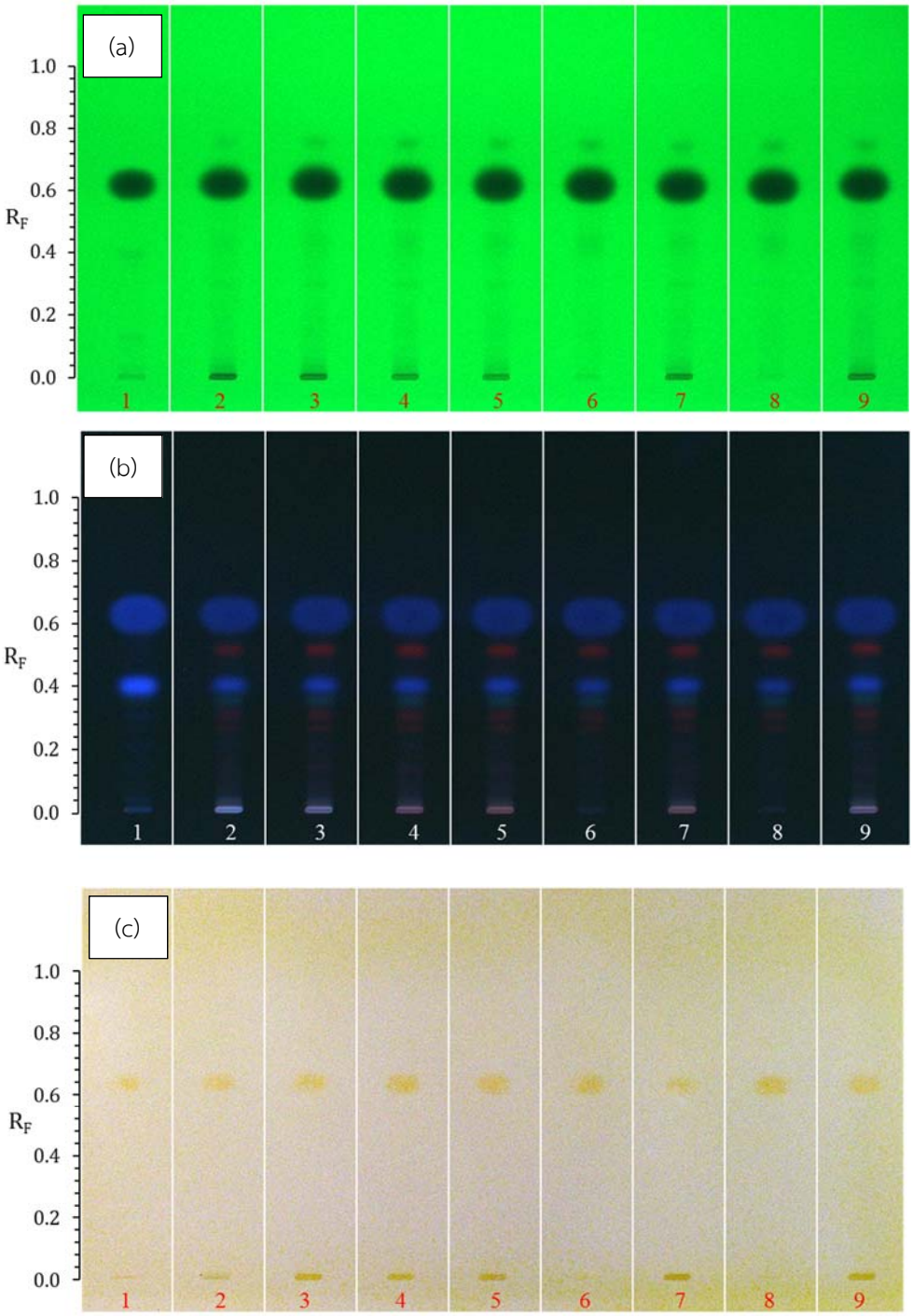


Figure 2 Thin Layer Chromatography (TLC) profile of β-asarone and the various extracts of *Acorus calamus* L. using silica gel F_{254} as stationary phase and Dichloromethane:Ethyl acetate (96:4 v/v) as development solvent; observed under (a) uv 254 nm; (b) uv 365 nm; (c) using Dragendorff's spray reagent; 1= β-asarone, 2=methanol, 3=ethanol, 4= ethyl acetate, 5= dichloromethane, 6= petroleum ether, 7=chloroform, 8 = hexane, 9=acetone

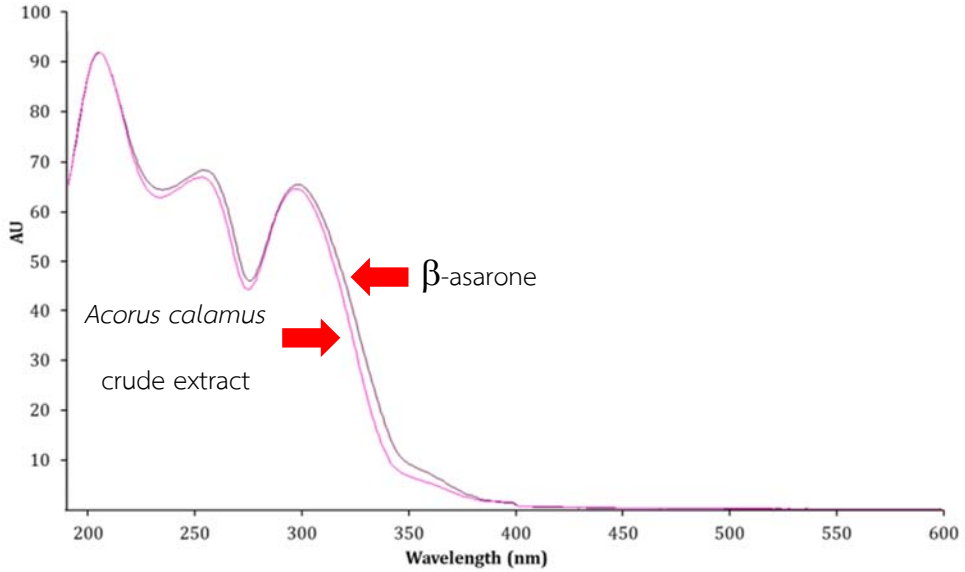


Figure 3 Ultraviolet spectrum of β-asarone and acorus calamus crude extract spot on TLC silica plate (R_F = 0.62) measured in the range 190 to 600 nm.

การสกัดสารกึ่งบริสุทธิ์เพื่อหาสารที่มีฤทธิ์ต่อหนอนใยผัก

นำสารสกัดหยาบเมทานอลไปสกัดแยกองค์ประกอบต่างๆ ออกจากกันด้วยวิธีคอลัมน์โครมาโทกราฟี (column chromatography) โดยใช้ silica gel 60 ขนาดอนุภาค 0.040-0.063 มิลลิเมตร เป็นวัฏภาคคงที่ ชะด้วยระบบตัวทำละลายแบบ gradient elution ของเอทิลอะซิเตทต่อไดคลอโรมีเทน โดยเริ่มชะด้วยไดคลอโรมีเทน จากนั้นเพิ่มความมีขั้วขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงเอทิลอะซิเตท (0% - 100% เอทิลอะซิเตทต่อไดคลอโรมีเทน) แล้วนำไประเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนจนแห้ง และทำการเปรียบเทียบส่วนสกัดย่อยด้วยเทคนิคโครมาโทกราฟีชนิดแผ่นบาง โดยตรวจสอบภายใต้หลอดกำเนิดแสงอัลตราไวโอเลต สารที่แยกได้มีทั้งหมด 14 fractions (F1-F14) นำแต่ละ fraction มา spot บน TLC plate นำไปดูลักษณะ fingerprint ของสาร ด้วยเครื่อง UV ผลจากทีแอลซีโครมาโทแกรม (Figure 4) พบว่า fraction F3, F4 และ F5 มีลักษณะ Band ที่มีค่า R_F ตรงกับสารมาตรฐาน β-asarone เมื่อตรวจสอบภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 254 nm พบว่าเป็นจุดสีดำและเป็นจุดเรืองแสงสีฟ้า เมื่อตรวจสอบภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 366 nm จากการยืนยันด้วยการสเปรย์ด้วยน้ำยาพ่น Dragendorff's reagent พบว่าเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเช่นเดียวกับสารมาตรฐาน ดังนั้นจึงสามารถยืนยันได้ว่ามีการตรวจพบสารสำคัญ β-asarone ในสารสกัดว่านน้ำ จากนั้นทำการรวม fraction แต่ละ fraction โดยอาศัยลักษณะการแยกของสารบนแผ่น TLC ที่เหมือนกันนำมารวมเป็น fraction เดียวกัน โดยใช้อักษรสองตัวหน้าของ *Acorus Calamus* L. เป็นชื่อของ fractions ต่าง ๆ ได้สารทั้งหมด 4 ชุด คือ AC1 (F1-F2), AC2 (F3-F7), AC3 (F8-F11) และ AC4 (F12-F14)

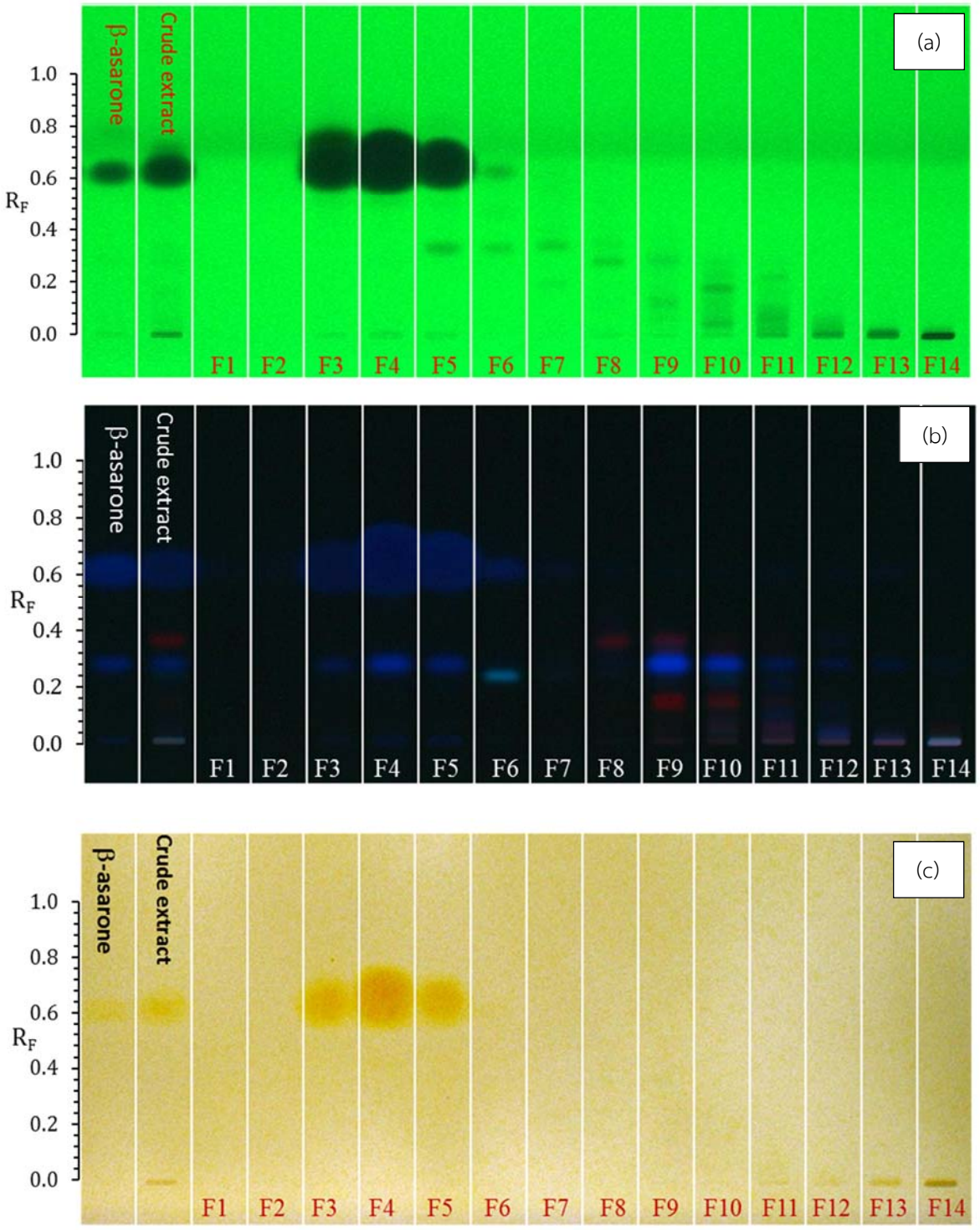


Figure 4 Thin Layer Chromatography (TLC) profile of fractions F1-F12 using silica gel F_{254} as stationary phase and dichloromethane:ethyl acetate 96:4 v/v as development solvent; observed under (a) UV 254 nm; (b) UV 365 nm; (c) using Dragendorff's spray reagent

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ (efficacy) ของสารสกัดกึ่งบริสุทธิ์

การทดสอบประสิทธิภาพต่อหนอนใยผักวัย 2 โดยวิธี Leaf dipping method วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ ที่อัตราความเข้มข้น 0.5 %w/v โดยมี 4 สารกึ่งบริสุทธิ์ AC1, AC2, AC3, AC4 และตัวทำละลายอะซิโตน เป็นกรรมวิธี ผลทดสอบพบว่าหนอนใยผักตาย 8.75, 92.5, 72.5, และ 42.5% ตามลำดับ (ตารางที่ 4) จากการวิเคราะห์ทีแอลซีโครมาโทแกรมของสารสกัดกึ่งบริสุทธิ์ที่แยกได้นั้น สาร AC2 เกิดจากการรวม fraction F3-F7 ซึ่งมีลักษณะตรงกับสารมาตรฐาน β-asarone จึงมีความเป็นไปได้ว่าสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ของว่านน้ำคือ β-asarone ข้อมูลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลอง Yao *et al*. (2008) และคณะได้ศึกษาพบว่าสารสกัดว่านน้ำมีคุณสมบัติในการเป็นสารขับไล่ด้วงงวงขาว (*Sitophillus zeamais*) และเมื่อทำการแยกสารให้บริสุทธิ์พบว่าในสารสกัดว่านน้ำมีองค์ประกอบสำคัญคือ β-asarone และพบว่า β-asarone เข้มข้น 40.89 μg/cm^2 ทำให้ด้วงงวงขาวตาย 100 % Park *et al*. (2003) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของ asarone พบว่า β-asarone มีความเป็นพิษต่อแมลงมากกว่า α-asarone Koul *et al*. (1990) ทดสอบสาร asarones ที่สกัดจากเหง้าว่านน้ำกับหนอนผีเสื้อกลางคืน (*Peridrama saucia*) พบว่า สารสกัดสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตและการกินอาหารของหนอนผีเสื้อกลางคืนได้ โดยมีสารที่ออกฤทธิ์คือ β-asarone Schmidt *et al*. (1994) ทดสอบประสิทธิภาพของ β-asarone ที่สกัดจากว่านน้ำต่อการกินอาหารของด้วง (*Prostephanus truncates*) เป็นเวลา 21 วัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าสารสกัดมีผลทำให้อัตราการกินอาหารของด้วงลดลง 50% และยังพบว่าช่วงอุณหภูมิมีผลต่อการออกฤทธิ์ของสาร หากอุณหภูมิสูงขึ้นประมาณ 30 องศาเซลเซียส อัตราการกินอาหารของด้วงลดลงถึง 80% นอกจากนี้ Lee *et al.* (2002) ได้ทดสอบความเป็นพิษของ β-asarone ต่อหนอนใยผักโดยวิธี leaf dip method พบว่า β-asarone ความเข้มข้น 1000 ppm มีผลต่อการตายของหนอนใยผัก 83 % เมื่อเทียบกับชุดควบคุม Sharma *et al.* (2008) อธิบายว่า β-asarone เป็นสารที่มีความเป็นพิษต่อแมลง โดยสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ ยับยั้งการวางไข่และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของแมลง และยับยั้งการกินอาหารของแมลงโดยเข้าทำลายเซลล์เยื่อบุผนังกระเพาะอาหาร ทำให้ระบบการย่อยอาหารและระบบทางเดินอาหารถูกทำลาย ทำให้แมลงไม่สามารถกินอาหารได้ Chanatda *et al*. (2008) ยังอธิบายว่าสาร β-asarone เมื่อถูกดูดซึมเข้าในร่างกายของแมลงจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์กลูตาไธโอน เอส ทรานเฟอเรส (glutathione S-transferases) ซึ่งเป็นเอนไซม์ในการกำจัดสารพิษของแมลง ซึ่งจะทำให้เกิดการสะสมสารพิษมากขึ้น แมลงเคลื่อนไหวช้าลงส่งผลทำให้ตายในที่สุด

Table 3 The efficacy of fractions from *Acorus calamus* L. extract on mortality percentage of 2nd instar larvae of diamondback moth (*Plutella xylostella* L.)

Fraction	Mortality (%)
AC1	8.75 d
AC2	92.50 a
AC3	72.50 b
AC4	42.50 c
acetone (control)	8.75 d
CV(%)	**17.5**

Remark: Means followed by the same letters within the column are not significantly different at 9 5 % confidence limits based on DMRT analysis.

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การวิจัยการใช้เทคนิคทีแอลซีสมรรถนะสูง (HPTLC) ในการทำเอกลักษณ์โครมาโทกราฟีของสารสำคัญในว่านน้ำ โดยนำตัวอย่างเหง้าว่านน้ำมาสกัดด้วยตัวทำละลายและศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง HPTLC โดยใช้ HPTLC glass plate silica gel60 F_{254} เป็นวัฏภาคคงที่ และแยกองค์ประกอบด้วยวัฏภาคเคลื่อนที่ dichloromethane:ethyl acetate (96:4) ตรวจสอบภายใต้แสงอัลตร้าไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 254 nm และ 366 nm ซึ่งสามารถบ่งชี้เอกลักษณ์ทางโครมาโทกราฟี (Fingerprint) ของสารสำคัญในสารสกัดว่านน้ำ โดยพบสาร β-asarone ที่ R_F 0.62 ผลทดสอบฤทธิ์ต่อหนอนใยผักของสารสกัดโดยวิธี Leaf dipping method โดยการใช้สารสกัดหยาบว่านน้ำที่สกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ อัตรา 2 %w/v พบว่าสารสกัดหยาบเมทานอล, เอทานอล, ไดคลอโรมีเทน และเอธิลอะซิเตทมีฤทธิ์ทำให้หนอนใยผักตายมากที่สุด 96.33%, 88.33%, 86.67% และ 83.33% ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ทางสถิติให้ผลไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อแยกสารสกัดหยาบด้วยเทคนิค column chromatography ได้สารกึ่งบริสุทธิ์ 4 fractions ได้แก่ AC1, AC2, AC3 และ AC4 จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารกึ่งบริสุทธิ์ต่อหนอนใยผักที่อัตรา 0.5 %w/v พบว่า AC2 มีผลต่ออัตราการตายของหนอนใยผักมากที่สุด 92.5 %w/v และเมื่อเปรียบเทียบข้อมูลเอกลักษณ์โครมาโทกราฟีของสารกึ่งบริสุทธิ์เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน β-asarone พบว่า AC2 มีค่าอัตราการเคลื่อนที่ของสารบนตัวดูดซับตรงกับสารมาตรฐาน จึงสรุปได้ว่าสารสำคัญที่ออกฤทธิ์ในการกำจัดแมลงในว่านน้ำคือ β-asarone

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลงานวิจัยนี้ทำให้ทราบข้อมูลกลุ่มสารสำคัญ วิธีการสกัดและตรวจสอบสารที่มีฤทธ์ต่อหนอนใยผักจากว่านน้ำ ได้ข้อมูลเอกลักษณ์โครมาโทกราฟีเป็นต้นแบบในการทำข้อมูลเอกลักษณ์โครมาโทกราฟีของสารสำคัญในพืชที่มีศักยภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช จากผลการศึกษาสามารถนำข้อมูลเอกลักษณ์โครมาโทกราฟีรวมไปถึงวิธีการแยกสารสำคัญดังกล่าวนี้มาใช้ประโยชน์ในการผลิตสารมาตรฐานในห้องปฏิบัติการด้านสมุนไพร เพื่อเป็นมาตรฐานในการควบคุมคุณภาพสารสำคัญในพืชทั้งในรูปแบบของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์ เป็นฐานข้อมูลของสารสกัดในพืชที่มีศักยภาพทางด้านป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งจะเป็นปัจจัยสนับสนุนการผลิตผลิตภัณฑ์การเกษตรจากสารธรรมชาติ เพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคสินค้าเกษตร

เอกสารอ้างอิง

มงคล แก้วเทพ. 2547. ว่านน้ำ สมุนไพรฆ่าแมลง, *จุลสารข้อมูลสมุนไพร*, 21(4), หน้า 8-14.

Bjornstad, K., A. Helander, P. Hulten, and O. Beck. 2009. Bioanalytical Investigation of Asarone in Connection with Acorus calamus Oil Intoxications, *Journal of Analytical Toxicology*, 33: 604-609.

Campos, E.V.R., P.L.F. Proença, J.L. Oliveira, M. Bakshi, P.C. Abhilash, and L.F. Fraceto. 2018. Use of botanical insecticides for sustainable agriculture: Future perspectives, *Ecological Indicators*, In Press.

Chanatda, L., V. Suraphon, and M. Manthana. 2008. Effects of Sweet Flag Extracts (*Acorus calamus* L.) on Toxicity and the Levels of Esterase and Glutathione-S-transferase on the Brown Dog Tick (*Rhipicephalus sanguineus* (Latreille)), *Thai Journal of Forestry*, 27(2): 14-20

Gocan, S., and G. Cimpan. 2004. Review of the Analysis of Medicinal Plants by TLC: Modern Approaches, *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 27: 1377–1411

Jacobson, M., I. Keiser, D.H. Miyashita, and E. Harris. 1976. Indian calamus root oil: attractiveness of the constituents to Oriental fruit flies, melon flies, and Mediterranean fruit flies, *Lloydia*, 39: 412–415.

Jiang, Y., B. David, P. Tu, and Y. Barbin. 2010. Recent analytical approaches in quality control of traditional Chinese medicines- A review, *Analytica Chimica Acta*, 657: 9-18

Koul, O., M.J. Smirle, and M.B. Isman. 1990. Asarones from *Acorus calamus* L. Oil Their effect on feeding behavior and dietary utilization in *Peridroma saucia*, *Journal of Chemical Ecology*, 16: 1911–1920.

Lee, H.K., C. Park, and Y.J. Ahn. 2002. Insecticidal activities of asarones identified in *Acorus gramineus* rhizome against *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Yponomeutoidae), *Applied Entomology and Zoology*, 37(3): 459–464.

Matharu, K.S., and P.K. Mehts. 2017, Field Efficacy of Indigenous Plant Extracts against Diamondback Moth *Plutella xylostella* (Lepidoptera : Plutellidae), *Environment & Ecology*, 35(4D) : 3217-3221.

Nicoletti, M., V. Petitto, R.G. Francesca, G. Multari, E. Federici, and G. Palazzino. 2012. The Modern Analytical Determination of Botanicals and Similar Novel Natural Products by the HPTLC Fingerprint Approach, *Studies in Natural Products Chemistry*, 37: 217-258.

Park, C., S. Kim, and Y.J. Ahn. 2003. Insecticidal activity of asarones identified in *Acorus gramineus* rhizome against three coleopteran stored-product insects, *Journal of Stored Products Research*, 39: 333–342.

Pérez, C.J., P.Alvarado, C. Narváez, F. Miranda, L. Hernández, H. Vanegas, A. Hruska, and A.M. Shelton. 2000. Assessment of insecticide resistance in five Insect pests attacking field and vegetable crops in Nicaragua, *Journal of Economic Entomology*, 93: 1779-1787.

Rao, N.S., R. Rajendran, and S. Raguraman. 2002. Anti-feedant and growth inhibitory effects of neem in combination with sweet-flag and pungam extracts on Okra shoot and fruit borer, *Earias vittella* (Fab.), *Journal of Entomological Research*, 26: 233-238.

Rattan, R.S. 2010. Mechanism of action of insecticidal secondary metabolites of plant origin, *Crop Protection*, 29: 913-920.

Sarwar M., and M. Salman. 2015. Insecticides Resistance in Insect Pests or Vectors and Development of Novel Strategies to Combat Its Evolution. Int. J. Bioinf and Biomed Engineer. 1(3): 344-351

Schmidt, G.H., and M. Streloke. 1994. Effect of *Acorus calamus* (L.) (Araceae) oil and its main compound β-asarone on *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae), *Journal of Stored Products Research*, 30(3): 227–235.

Sharma, P.R., O.P. Sharma, and B.P. Saxena. 2008. Effect of sweet flag rhizome oil (*Acorus calamus*) on hemogram and ultrastructure of hemocytes of the tobacco armyworm, Spodoptera litura (Lepidoptera: Noctuidae), *Micron*, 39(5): 544-551.

Siegwart, M., B. Graillot, C.B. Lopez, S. Besse, M. Bardin, C.N. Philippe, and L.F. Miguel. 2015. Resistance to bio-insecticides or how to enhance their sustainability: a review, *Frontiers in Plant Science.* 6: 1-19.

Toniolo, C., M. Nicoletti, F. Maggi, and A. Venditti. 2014. HPTLC determination of chemical composition variability in raw materials used in botanicals, *Natural Product Research*, 28: 119-126.

Yao, Y., W. Cai, C. Yang, D. Xue, and Y. Huang. 2008. Isolation and characterization of insecticidal activity of (*Z*)-asarone from *Acorus calamus* L., *Insect Science*,15: 229-236.

Wafaa, M.H., S.B. Rowida, and A.H.S. Hussein. 2017. Botanical insecticide as simple extractives for pest control, *Cogent Biology*, 3: 1-16.

โครงการ "5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง" อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น

Project “5 Coordinate the New Theory of Agriculture to the King” Wiang Kao District, Khon Kaen Province

อุชฎา สุขจันทร์ สรรเสริญ เสียงใส อรัญญ์ ขันติยวิชย์ ณิชาภา สวนดี

ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Project the new theory of agriculture “5 coordinate the new theory of agriculture to the King” aims to promote to farmers who have adopted new theories to be applied in your area. Appropriate agriculture for natural resources and cost-effective production of additional and increase revenue by selecting farmers interested in participating in project. Training for farmers. Create a plan of farmers and production. Promote the integration and networking. Supporting production factors according to the need and plans. Follow and explore the plots of farmers participating in project. Found that the farmers were selected to participate in project 79 people. Group of the farmers who participated in 2017. Group A 24 people and group B 55 people. Training for farmers program modification of new theory of agriculture. There are trainees 79 people. Give comments that gain more knowledge at a very good level 45 percent and good level 46 percent. Can apply knowledge from training to apply at a very good level 50 percent and good level 40 percent. Supporting production factors that vegetable seed, fermentation tank, fermented water, sunhemp seed, tamarind, lemon, fish, chicken, food chicken, antibiotic and mulberry Buriram 60. It is the cost in making the new theory of agriculture can generate income including and reduce internal production costs in household. Follow and explore the plots and pond of farmers were 58 people.

บทคัดย่อ

โครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ (5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง) มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรที่ได้น้อมนำหลักทฤษฎีใหม่ไปปรับใช้ในพื้นที่ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ของตนเอง ครอบครัว ด้วยการทำการเกษตรอย่างเหมาะสมกับทรัพยากรธรรมชาติ และปัจจัยการผลิตที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า และให้เกิดการลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ โดยคัดเลือกเกษตรกรที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ อบรมเกษตรกร จัดทำผังแปลงของเกษตรกรและวางแผนการผลิต ส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มและสร้างเครือข่าย สนับสนุนปัจจัยการผลิตตามความต้องการและแผนการผลิตของเกษตรกร ติดตามและสำรวจแปลงของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ พบว่า ได้คัดเลือกเกษตรกรเข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 79 ราย จัดกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ รายเดิม ในปี 2560 เกษตรกรที่อยู่ในกลุ่มที่พร้อมมาก มีจำนวน 24 ราย เป็นเกษตรกรกลุ่ม A และกลุ่มที่พร้อมปานกลาง จำนวน 55 ราย เป็นเกษตรกรกลุ่ม B จัดฝึกอบรมเกษตรกรหลักสูตรกลางการปรับเปลี่ยนแนวคิดเกษตรทฤษฎีใหม่ มีผู้เข้ารับการฝึกอบรม จำนวน 79 ราย ให้ความคิดเห็นว่าได้รับความรู้เพิ่มขึ้น อยู่ในระดับที่ดีมาก ร้อยละ 45 ในระดับดี ร้อยละ 46 ส่วนการนำองค์ความรู้จากการฝึกอบรมไป

ประยุกต์ใช้งานได้ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้ความคิดเห็นว่า อยู่ในระดับที่ดีมาก ร้อยละ 50 ในระดับดี ร้อยละ 40 เกษตรกรได้ปัจจัยการผลิตต่างๆ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ผัก ถังน้ำหมัก น้ำหมัก เมล็ดพันธุ์ปอเทือง ต้นมะขามเปรี้ยว มะนาว ปลากินพืช ไก่ไข่ อายุ 10 สัปดาห์ อาหารไก่ ยาปฏิชีวนะ และพันธุ์หม่อนบุรีรัมย์ 60 ซึ่งเป็นต้นทุนในทำเกษตรทฤษฎีใหม่สามารถสร้างรายได้และลดต้นทุนการผลิตภายในครัวเรือนของตนเอง และสามารถการติดตาม สำรวจ วัดพิกัดตำแหน่งบ่อหรือสระน้ำแปลงของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ ได้ จำนวน 58 คน

คำนำ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รำลึกในพระมหากรุณาธิคุณอันหาที่สุดมิได้ที่ทรงมีต่อปวงชนชาวไทย จึงได้จัดทำโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ (5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง) (**Figure 1**) ขึ้นเพื่อถวายแด่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช โดยส่งเสริมให้เกษตรกรที่มีความสมัครใจเข้าร่วมโครงการฯ ได้น้อมนำหลักทฤษฎีใหม่ไปปรับใช้ในพื้นที่ให้สอดคล้องกับสภาพพื้นที่ของตนเอง ครอบครัว ด้วยการทำการเกษตรอย่างเหมาะสมกับทรัพยากรธรรมชาติ และปัจจัยการผลิตที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า และให้เกิดการลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ จนสามารถพึ่งพาตนเองได้ และพัฒนาไปสู่ขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 ของแนวทฤษฎีใหม่ และเกิดความยั่งยืนได้ ซึ่งดำเนินการโครงการมาตั้งแต่ปีงบประมาณ 2560 ทั้งนี้ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 ได้ดำเนินงานโครงการดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง โดยกำหนดกลุ่มเป้าหมายเกษตรกรรายใหม่ทั้งประเทศ จำนวน 70,000 ราย

จังหวัดขอนแก่นได้เข้าร่วมสนองพระราชดำริ ด้วยการน้อมนำศาสตร์พระราชาอันประกอบด้วยแนวพระราชดำริเศรษฐกิจพอเพียง เกษตรทฤษฎีใหม่ และหลักการทรงงาน ของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร เผยแพร่สู่ชุมชนโดยทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการบริหารจัดการให้มีการบูรณาการองค์ความรู้ตามแนวพระราชดำริ เพื่อให้ประชาชนสามารถเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ จากการเรียนรู้ศาสตร์พระราชา และน้อมนำมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อยกระดับฐานะความเป็นอยู่และส่งเสริมอาชีพประชาชน รวมทั้งส่งเสริมความรู้ความเข้าใจ และกระตุ้นจิตสำนึก ในการพึ่งพาตนเอง และการพึ่งพาซึ่งกันและกันในชุมชน การที่จะยกระดับคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ของเกษตรกรในพื้นที่ จำเป็นต้องพัฒนาอาชีพของประชาชน โดยการส่งเสริมและพัฒนาอาชีพ ตามแนวเกษตรทฤษฎีใหม่ เพื่อเพิ่มผลผลิตการเกษตร ลดรายจ่ายด้านอาหาร เพิ่มรายได้ ในครัวเรือน และเกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเอง พึ่งพาซึ่งกันและกันในชุมชนอย่างยั่งยืน โดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้อนุมัติและมอบหมายให้สำนักงานเกษตรและสหกรณ์จังหวัดขอนแก่น และหน่วยงานในสังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ “โครงการ 5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง” จังหวัดขอนแก่นมีเป้าหมายดำเนินการในพื้นที่ 26 อำเภอ เกษตรกรร่วมโครง จำนวน 2,261 ราย โดยศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่นได้รับมอบหมายให้รับผิดชอบ อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น

คำหลัก : 5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ลดรายจ่าย เพิ่มรายได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์พื้นที่และสำรวจข้อมูลเกษตรกร ได้แก่ ปากกาเคมี กระดาษบันทึก แบบสัมภาษณ์เกษตรกร สายวัด ตลับเมตร ไม้บรรทัด เวอร์เนียคาลิปเปอร์ กระดาษชาร์ต กล้องถ่ายรูป

อุปกรณ์ในการจัดฝึกอบรม ได้แก่ เครื่องเสียง ไมโครโฟน ปากกาเคมี กระดานไวท์บอร์ด สมุดบันทึก ปากกาลูกลื่น กระดาษแบบสอบถามก่อนและหลังฝึกอบรม เอกสารประกอบการฝึกอบรม เครื่องปริ้นส์เตอร์ และเครื่องถ่ายเอกสาร

ปัจจัยการผลิต ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ผัก ถังน้ำหมัก น้ำหมัก เมล็ดพันธุ์ปอเทือง ต้นมะขามเปรี้ยว มะนาว ปลากินพืช ไก่ไข่ อายุ 10 สัปดาห์ อาหารไก่ ยาปฏิชีวนะ และพันธุ์หม่อนบุรีรัมย์ 60

วิธีการ

1.สำรวจข้อมูลและคัดเลือกเกษตรกรที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ

เกณฑ์การคัดเลือกเกษตรกรที่สนใจเข้าร่วมโครงการฯ

1.1 คุณสมบัติเกษตรกร

1.1.1 มีความสมัครใจทำการเกษตรตามแนวทฤษฎีใหม่ (ระเบิดจากข้างใน)

1.1.2 มีความพร้อมที่จะทำการเกษตรตามแนวทฤษฎีใหม่ด้วยตนเองตามฐานะ (แรงงาน ทุน)

1.2 พื้นที่

1.2.1 เป็นพื้นที่ Start Zero (เป็นพื้นที่ที่ไม่เคยทำการเกษตรตามแนวทฤษฎีใหม่มาก่อนและต้องการที่จะปรับเปลี่ยนจากพื้นที่เกษตรเชิงเดี่ยว/พื้นที่ว่างเปล่า โดยทำทั้งแปลง หรือทำบางส่วน

1.2.2 เป็นพื้นที่ที่ทำการเกษตรตามแนวทฤษฎีใหม่มาก่อน (ทำแล้วมีความสมบูรณ์/ยังไม่สมบูรณ์)

1.2.3 มีแหล่งน้ำของตนเองหรือแหล่งน้ำธรรมชาติหรือคลองชลประทาน และต้องมีน้ำใช้เพียงพอในการทำการเกษตรทฤษฎีใหม่ตลอดทั้งปี

1.2.4 เป็นพื้นที่ที่มีปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการทำการเกษตรมีความพร้อม เช่น ความเหมาะสมของดิน เป็นต้น

โดยเกษตรกรที่สมัครเข้าร่วมโครงการฯ จะต้องมีแหล่งน้ำในพื้นที่อย่างใดอย่างหนึ่ง ได้แก่ บ่อบาดาล สระน้ำเก็บน้ำที่ตนเองสร้างขึ้นหรือสระน้ำที่ส่วนราชการสนับสนุน และร่องสวน โดยเกษตรกรที่สนใจสามารถสมัครเข้าร่วมโครงการฯ ได้ที่สำนักงานเกษตรอำเภอในพื้นที่ที่ตนเองอยู่

2.อบรมเกษตรกรที่ได้คัดเลือกเข้าร่วมโครงการฯ

บรรยายความรู้ ศาสตร์พระราชา เช่น ความรู้เศรษฐกิจพอเพียง หลักการทรงงาน และเกษตรทฤษฎีใหม่ การจัดทำผังแปลง และแผนการผลิตของเกษตรกร การทำบัญชีครัวเรือนและต้นทุนอาชีพ ความรู้การเลี้ยงปลากินพืชและการทำอาหารปลาด้วยตนเอง การเลี้ยงไก่ไข่และการทำอาหารไก่ด้วยตนเองการลดละเลิกในการใช้สารเคมีในการผลิต การสื่อสารและปฏิสัมพันธ์จิตอาสาและการสร้างเครือข่ายเกษตรกร และฝึกปฏิบัติทำแผนการผลิตเกษตรทฤษฎีใหม่

3.จัดทำผังแปลงของเกษตรกรและวางแผนการผลิต

4.ส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่มและสร้างเครือข่าย

5.สนับสนุนปัจจัยการผลิตตามความต้องการและแผนการผลิตของเกษตรกร

6.ติดตามและสำรวจแปลงของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ

สถานที่ทำการทดลอง อ.เวียงเก่า จ.ขอนแก่น

ผลการทดลองและวิจารณ์

ได้จัดการประชุมคณะทำงานระดับอำเภอ ครั้งที่ 1 เพื่อชี้แจงแนวทางปฏิบัติโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ปีงบประมาณ 2561 (พบปะ 5 ประสานสืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ถวายในหลวง อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น) ครั้งที่ 3/2560 ในวันจันทร์ ที่ 30 ตุลาคม 2560 เวลา 09:00 น. ณ ห้องประชุมที่ว่าการอำเภอเวียงเก่า อ.เวียงเก่า จ.ขอนแก่น การรับสมัครและคัดเลือกเกษตรกรที่เข้าร่วม (รายใหม่) โครงการ " 5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง" ปีงบประมาณ 2561 อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น โดยมีเกษตรกรของ อ.เวียงเก่า สมัครเข้าร่วมโครงการฯ ทั้งสิ้น 306 ราย คณะกรรมการฯได้พิจารณาโดยเน้นการมีสระน้ำของตนเอง มีน้ำเพียงพอตลอดทั้งปีและต้องขึ้นทะเบียนบ่อกับกรมประมง พบว่ามีเกษตรกรเข้ามาตรฐานเกณฑ์ดังกล่าว จำนวน 73 ราย และจะพิจารณาเพิ่มเติมอีก 5 ราย เพื่อให้ครบตามจำนวน 79 ราย (ตารางที่ 1) จัดการประชุม ครั้งที่ 2 ในวันที่ 22 ม.ค.61 ณ ที่ว่าการอำเภอเวียงเก่า เพื่อประเมินศักยภาพและจัดกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ "5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง" ปีงบประมาณ 2561 (เกษตรกรรายเดิม ปี 2560) ที่ประชุมมีมติให้เกษตรกรฯกลุ่มที่พร้อมมาก จำนวน 24 ราย เป็นเกษตรกรกลุ่ม A

และกลุ่มที่พร้อมปานกลาง จำนวน 55 ราย เป็นเกษตรกรกลุ่ม B ได้กรอกข้อมูลเกษตรกรที่เข้าโครงการฯ จำนวน 79 ราย เข้าในระบบ online ของกระทรวงฯ รายงานความก้าวหน้าของดำเนินงาน

จัดฝึกอบรมเกษตรกรหลักสูตรกลาง การปรับเปลี่ยนแนวคิดเกษตรทฤษฎีใหม่ เมื่อวันที่ 22-23 มี.ค.61 ที่ห้องประชุม ชั้น 2 ณ ที่ว่าการอำเภอเวียงเก่า อ.เวียงเก่า จ.ขอนแก่น มีเกษตรกรโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่เข้าร่วม จำนวน 79 ราย ก่อนการเข้าฝึกอบรม พบว่า เกษตรกรที่เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้อยู่ในระดับดี (8-10 คะแนน) ร้อยละ 56 และระดับน้อย (0-7 คะแนน) ร้อยละ 44 โดยหลังการเข้าฝึกอบรม พบว่า เกษตรกรที่เข้ารับการฝึกอบรมมีความรู้อยู่ในระดับดี (8-10 คะแนน) ร้อยละ 91 และระดับน้อย (0-7 คะแนน) ร้อยละ 9 การได้รับความรู้เพิ่มขึ้นในระดับใด หลังจากที่ได้เข้ารับการฝึกอบรมพบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้ความคิดเห็นว่า อยู่ในระดับที่ดีมาก ร้อยละ 45 ในระดับดี ร้อยละ 46 และในระดับพอใช้ ร้อยละ 9 การนำองค์ความรู้จากการฝึกอบรมไปประยุกต์ใช้งานได้ พบว่าผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้ความคิดเห็นว่า อยู่ในระดับที่ดีมาก ร้อยละ 50 ในระดับดี ร้อยละ 40 และในระดับพอใช้ ร้อยละ 10 และได้จัดทำผังแปลงของเกษตรกรโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ ทั้ง 79 ราย แล้วนำเข้าระบบ online ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การแจกปัจจัยการผลิตให้เกษตรกรโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ ปี 2561 (รายใหม่) ในวันที่ 7 สิงหาคม 2561 และ เกษตรกรโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ ปี 2560 (รายเก่า) ในวันที่ 30 สิงหาคม 2561 ณ หอประชุมพญาไดโนเสาร์ อ.เวียงเก่า จ.ขอนแก่น สรุปการแจกปัจจัยการผลิตให้เกษตรกรฯ ได้ดังนี้

ครั้งที่ 1 เกษตรกรโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ ปี 2561 (รายใหม่) ได้รับปัจจัยการผลิตจากหน่วยงานต่างๆ ดังนี้ กรมวิชาการเกษตร แจกเมล็ดพันธุ์ผัก 4 ชนิด กรมพัฒนาที่ดิน แจกถังน้ำหมัก 1 ถัง น้ำหมัก 20 ลิตรและเมล็ดพันธุ์ปอเทือง 5 กิโลกรัม กรมส่งเสริมการเกษตร แจกต้นมะขามเปรี้ยวและมะนาว ชนิดละ 1 ต้น กรมประมง แจกปลากินพืช 1,500 ตัวต่อราย กรมปศุสัตว์ แจก ไก่ไข่ อายุ 10 สัปดาห์ 5 ตัว อาหารไก่ 3 กิโลกรัมและยาปฏิชีวนะ 2 ซองต่อราย และกรมหม่อนไหมฯ แจกท่อนพันธุ์หม่อนบุรีรัมย์ 60 จำนวน 50 ท่อนต่อราย โดยให้เกษตรกรลงรายมือชื่อในการรับปัจจัย

ครั้งที่ 2 เกษตรกรโครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ ปี 2560 (รายเก่า) ได้รับปัจจัยการผลิตจากหน่วยงานต่างๆ ดังนี้ กรมวิชาการเกษตร แจกท่อนพันธุ์หญ้าเนเปียร์ 50 ท่อน กรมพัฒนาที่ดิน แจกน้ำหมัก 20 ลิตร กรมประมง แจกปลากินพืช 1,000 ตัวต่อราย และกรมหม่อนไหมฯ แจกท่อนพันธุ์หม่อนบุรีรัมย์ 60 จำนวน 50 ท่อนต่อราย โดยให้เกษตรกรลงรายมือชื่อในการรับปัจจัย

การติดตามและสำรวจแปลงของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ พบว่า สามารถติดตาม ตรวจเยี่ยมแปลงและวัดพิกัดตำแหน่งบ่อหรือสระน้ำของเกษตรกรโครงการฯ ทั้ง ต.ในเมือง และ ต.เมืองเก่าพัฒนา อ.เวียงเก่า จ.ขอนแก่น จำนวน 58 ราย โดยเกษตรกรให้ความร่วมมือดีมาก ได้นำพาคณะติดตามไปเยี่ยมชมแปลงและมีการปรึกษาเรื่องแผนการผลิตของตนเอง

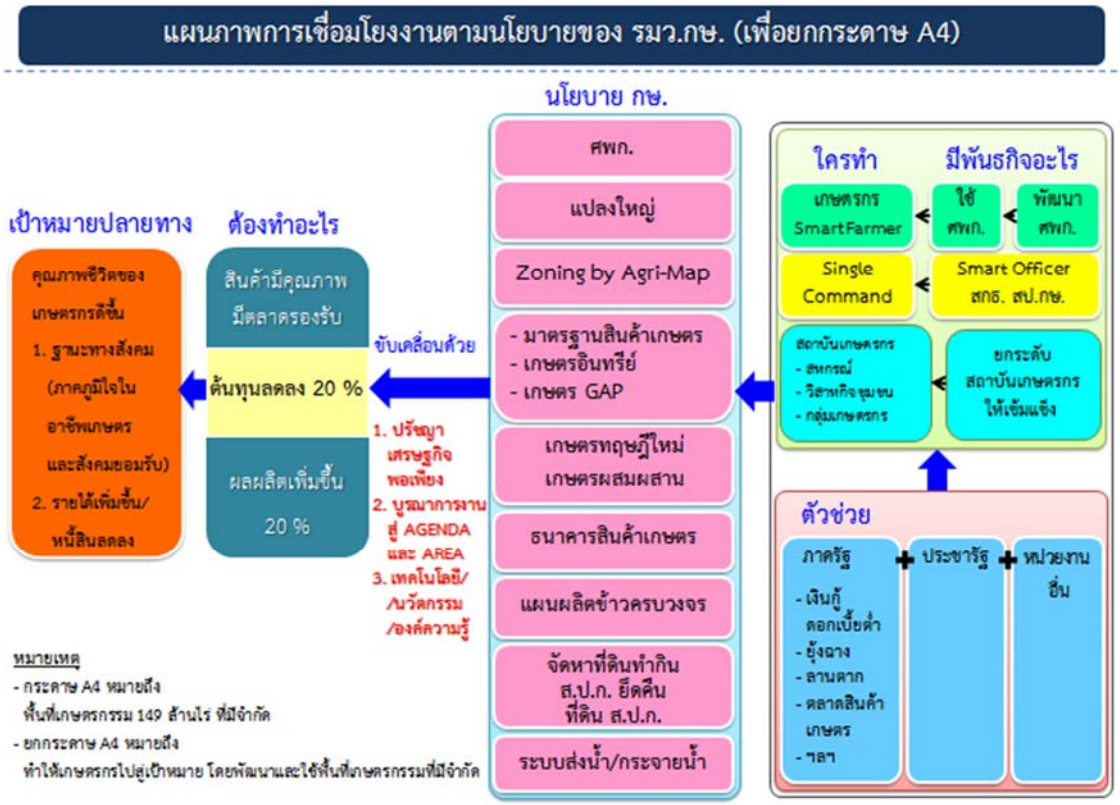


Figure 1 Project under the policy of the Ministry of Agriculture and Cooperative 2018

Table 1 Farmers interested in participating in project at Wiang Kao District, Khon Kaen Province

No.	Name – Surname	Identification Number	Address				
			Home Number	Village No.	Locality	District	Province
1	นายสุนทร หล้าบาง	3 4016 00478 83 3	25	1	เมืองเก่าพัฒนา	เวียงเก่า	ขอนแก่น
2	น.ส.นงเยาว์ ชนะบุญ	3 4016 00474 88 9	17	1	เมืองเก่าพัฒนา	เวียงเก่า	ขอนแก่น
3	นางอัมพร แซงบุญเรือง	3 4016 00540 90 3	80	9	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
4	นางอารีย์ ทุยสุวรรณ	3 4016 00479 13 9	80	1	เมืองเก่าพัฒนา	เวียงเก่า	ขอนแก่น
5	นางวาสนา รักษา	3 4016 00474 24 2	138	1	เมืองเก่าพัฒนา	เวียงเก่า	ขอนแก่น
6	นายประเวทย์ โม้แซง	3 4004 00427 31 2	77	1	เมืองเก่าพัฒนา	เวียงเก่า	ขอนแก่น
7	นายชาติชาย โคตรมี	3 4016 00497 68 4	122	1	เมืองเก่าพัฒนา	เวียงเก่า	ขอนแก่น
8	นางเข็มพร กิติยะวงษ์	3 4016 00539 19 1	150	9	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
9	นายปรีชา ชาวงษ์	3 4016 00539 73 5	39	9	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
10	นายทองใบ บุรีมาศ	5 4016 99001 12 7	1	6	เมืองเก่าพัฒนา	เวียงเก่า	ขอนแก่น
11	นายเนียม วรวงษ์	3 4016 00638 33 4	7	6	เมืองเก่าพัฒนา	เวียงเก่า	ขอนแก่น
12	นายวัฒนา ธนะภูมิชัย	1 4016 00081 50 3	41	9	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
13	น.ส.จีรนันท์ ซ้ายหนองขาม	3 4016 00097 89 9	31	2	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
14	นายเบียน แก้วหาวงษ์	3 4016 00113 88 6	81	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
15	นางบรรจง สิมมาคำ	3 4016 00111 04 2	37	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
16	นายสุรศักดิ์ แพ่งศรีสาร	3 4016 00103 15 5	31	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
17	นายเคน นามจันดี	3 4016 00112 25 1	53	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
18	นายสุรพล สิงห์ทอง	3 4016 00101 35 7	114	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
19	นางเรียบ โคตรจันดี	0 3401 60055 37 1	130	9	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
20	นายพรชัย โนนภักดี	3 4016 00111 57 3	44	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
21	นางแจ่มจันทร์ สอนโพธิ์	3 4016 00113 67 3	76	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
22	น.ส.พยอม สิมมาคำ	3 4016 00112 90 1	65	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
23	นางทองวัน สอนโพธิ์	5 4016 00003 72 6	67	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
24	นายภักดี ชาญกว้าง	3 4016 00552 50 2	114	9	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
25	นายจำปี จิตบาล	3 4016 00233 90 3	101	10	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
26	นางอำพันธ์ แนวโสภณ	3 4016 00158 05 7	12	10	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
27	นายตุ๊ วงษ์เงิน	3 4016 00158 21 9	13	10	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
28	นางสมจิตร สิมมาคำ	3 4016 00103 87 2	41	13	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
29	นายนิรันต์ สอนโพธิ์	3 4016 00113 07 0	68	3	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
30	นายสมศรี กิติยะวงษ์	3 4016 00539 25 5	5	9	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
31	นายอุดม สอนโพธิ์	3 4016 00106 23 5	184	13	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
32	นายอนันต์ สอนโพธิ์	3 4016 00106 26 0	198	13	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น

33	นายสัมฤทธิ์ ชนะบุญ	3 4016 00241 67 1	46	15	ในเมือง	เวียงเก่า	ขอนแก่น
34	นางบุญโฮม ศรีบุญ	3 4016 00392 01 7	4	6	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
35	นายกองสิน ฝ่ายบุญ	3 4016 00619 41 1	63	1	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
36	นางสมหมาย ทำยา	3 4016 00541 35 7	8	1	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
37	นางทองสา ราชาวงษ์	3 4016 00551 25 5	146	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
38	น.ส.คำไสย์ จันทะสุทธา	3 4016 00538 56 9	44	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
39	นางพรทิพย์ ชารีขันธ์	3 4016 00552 09 0	165	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
40	นายไสว ศรีทน	3 4016 00553 19 3	126	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
41	นางผนึก งอบคำ	3 4016 00392 40 8	9	6	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
42	นายทองอินทร์ วงษ์ปัญญา	3 4113 00436 13 2	147	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
43	นายเฉลิม ฮามพิทักษ์	3 4016 00553 86 0	140	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
44	นายศิลปชัย พรมตู้	3 4016 00620 28 1	76	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
45	นางลำโยน ภาระบาล	3 4016 00538 88 7	51	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
46	นางสุนัน ฮามพิทักษ์	3 1704 00104 93 1	46	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
47	นางสุคนธ์ กิติยะวงษ์	3 4016 00538 93 3	52	9	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
48	นางจารุณี สุธะปัญญา	5 4016 00037 49 3	69	6	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
49	นายละมัย เมฆสงค์	3 4016 00551 55 7	152	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
50	นางจรัส ทุมแก้ว	3 4016 00633 10 5	81	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
51	น.ส.มลิลา มาลัยขวัญ	3 4016 00535 82 9	7	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
52	นางสุทิน สวนหนองกุง	3 4016 00535 48 9	1	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
53	นางราตรี ทุมแก้ว	3 4016 00521 37 2	78	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
54	นางขวัญใจ เหลืองอร่าม	3 4016 00538 41 1	42	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
55	นางลำไย รู้เกณฑ์	3 4016 00551 61 1	97	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
56	นางอัมพวัน ธนะภูมิชัย	3 4016 00535 93 4	143	3	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
57	นางสีคูณ ราชาวงษ์	5 4016 99011 17 3	25	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
58	นายยศทร สมโภชน์	3 1005 00662 88 0	22	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
59	นางจารุณี น้อยโนนทอง	3 4016 00521 51 8	114	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
60	นางคำปุ่น มาชน	3 4016 00550 74 7	156	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
61	นายไพจิตร โพธิดา	3 4016 00522 52 2	8	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
62	นางประไพ สอนโพธิ์	3 4016 00521 42 9	113	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
63	นายอำนวย ทอนสูงเนิน	3 4016 00609 74 1	88	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
64	นางบุญเสริม ป้องคำสิงห์	3 4016 00611 04 5	70	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
65	นางกุหลาบ เพชรศรี	3 4016 00521 93 3	125	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
66	นายธงชัย ราชาวงษ์	3 4016 00571 67 1	154	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
67	นางกฤษณา โพธิดา	3 4016 00609 36 9	44	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น

68	นางกองสิน จันทิมา	3 4016 00137 13 1	27	4	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
69	น.ส.วันเพ็ญ เฮ้าเส็ง	1 4016 99001 20 5	154	5	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
70	นางคำใหม่ น้อยคุณ	3 4016 00392 54 8	36	6	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
71	นายเจริญ ฮามพิทักษ์	3 4016 00515 31 3	13	5	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
72	น.ส.ขนิษฐา บูรภา	3 4016 00511 31 8	9	5	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
73	นางสุภาวดี ชนะบุญ	3 4016 00514 10 4	40	5	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
74	นายคูณ มาแดง	3 4016 00513 55 8	50/1	5	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
75	นางจิรพร หมื่นแอด	3 4016 00512 07 5	133	5	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
76	นายทองมา ธาตุบุรมย์	3 4016 00546 63 4	17	5	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
77	นางบุญสุข ศุภรมย์	3 4016 00512 01 2	7	10	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
78	นายเดชา แซงบุญเรือง	3 4016 00541 18 7	41	10	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น
79	นายสมเพชร ศรีอุทธา	3 4016 00512 66 7	14	10	เขาน้อย	เวียงเก่า	ขอนแก่น

สรุปผลการทดลอง

โครงการเกษตรทฤษฎีใหม่ ปีงบประมาณ 2561 (พบปะ 5 ประสานสืบสาน เกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง อำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น) ได้คัดเลือกเกษตรกรเข้าร่วมโครงการฯ จำนวน 79 ราย จัดกลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ "5 ประสาน สืบสานเกษตรทฤษฎีใหม่ ถวายในหลวง" เกษตรกรรายเดิม ปี 2560 เกษตรกรที่อยู่ในกลุ่มที่พร้อมมาก มีจำนวน 24 ราย เป็นเกษตรกรกลุ่ม A และกลุ่มที่พร้อมปานกลาง จำนวน 55 ราย เป็นเกษตรกรกลุ่ม B จัดฝึกอบรมเกษตรกรหลักสูตรกลาง การปรับเปลี่ยนแนวคิดเกษตรทฤษฎีใหม่ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้ความคิดเห็นว่าได้รับความรู้เพิ่มขึ้น อยู่ในระดับที่ดีมาก ร้อยละ 45 ในระดับดี ร้อยละ 46 ส่วนการนำองค์ความรู้จากการฝึกอบรมไปประยุกต์ใช้งานได้ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมให้ความคิดเห็นว่า อยู่ในระดับที่ดีมาก ร้อยละ 50 ในระดับดี ร้อยละ 40 เกษตรกรได้ปัจจัยการผลิตต่างๆ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ผัก ถังน้ำหมัก น้ำหมัก เมล็ดพันธุ์ปอเทือง ต้นมะขามเปรี้ยว มะนาว ปลากินพืช ไก่ไข่ อายุ 10 สัปดาห์ อาหารไก่ ยาปฏิชีวนะ และพันธุ์หม่อนบุรีรัมย์ 60 ซึ่งเป็นต้นทุนในทำเกษตรทฤษฎีใหม่สามารถสร้างรายได้และลดต้นทุนการผลิตภายในครัวเรือนของตนเอง และสามารถการติดตามสำรวจ วัดพิกัดตำแหน่งบ่อหรือสระน้ำแปลงของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ ได้ จำนวน 58 ราย

ข้อเสนอแนะ และการนำไปใช้ประโยชน์

1. กลุ่มเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการฯ สามารถผลิตพืช สัตว์ และปลาที่มีคุณภาพดีไว้บริโภคเองและกระจายในท้องถิ่นในปีต่อไป ช่วยลดต้นทุนและ มีรายได้เพิ่มขึ้น

2. อบรมกลุ่มเกษตรกร ประมาณ 79 ราย พื้นที่ 3 ตำบล ของอำเภอเวียงเก่า จังหวัดขอนแก่น สามารถจัดทำผังแปลงของเกษตรกรและวางแผนการผลิตของตนเองได้

3. ช่วยให้เกษตรกรที่มีความเข้มแข็ง สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน จำนวน 79 ราย และเป็นแหล่งเรียนรู้แปลงเกษตรทฤษฎีใหม่ ให้แก่เกษตรกรคนอื่นๆ ในพื้นที่ได้

ผลงานวิชาการ
ภาคโปสเตอร์

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง

Effect of Incomplete Degraded Organic Fertilizer on Growth of Pak Choi Seedlings

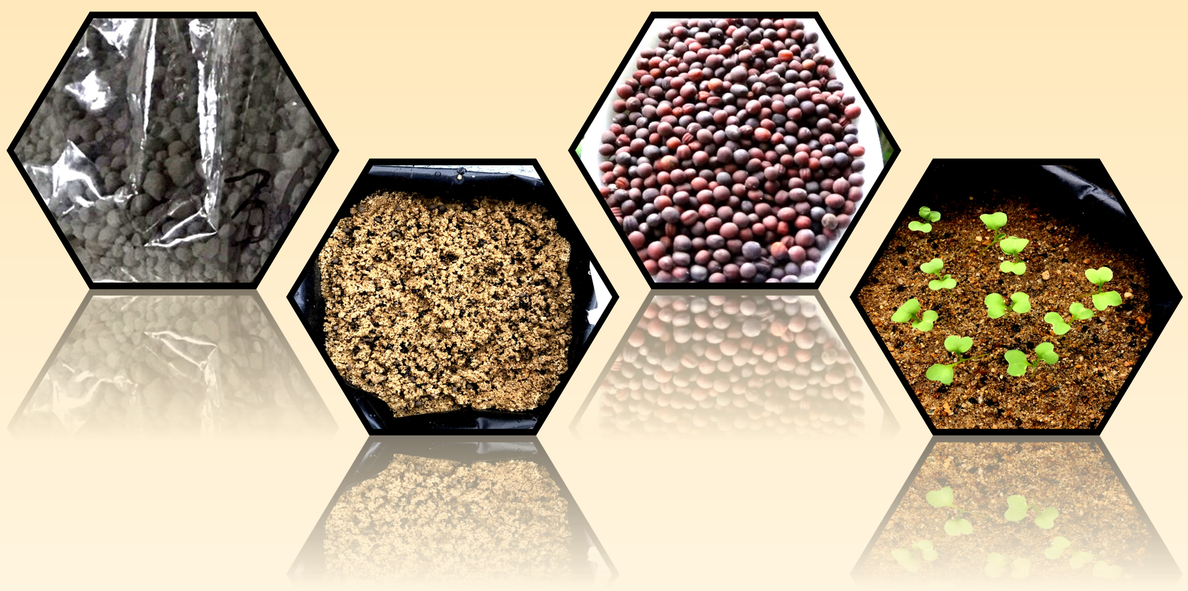
ทิพวรรณ แก้วหนู พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ ทิวาพร ผดุง ศรีสุดา รื่นเจริญ ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม กมลชนก เจริญศรี
กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง โดยนำปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 มาทดลองปลูกผักกวางตุ้ง เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับเปลี่ยนหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบ 5 x 3 factorials in RCB จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยแรก คือ การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก ปัจจัยที่สอง คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม จากการทดลองพบว่า การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ความสูงของต้นกล้าผักกวางตุ้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6.37 เซนติเมตร รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 10 และ 5 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีค่าความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 6.16 และ 5.89 เซนติเมตร ตามลำดับ

วิธีการดำเนินงาน

1. ชั่งปุ๋ยอินทรีย์ 5 10 และ 15 กรัม
2. ชั่งทราย 1 กิโลกรัม บรรจุลงในถุงปลูกพลาสติกสีดำ
3. คลุกปุ๋ยอินทรีย์บ่มทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด
4. ปลูกผักกวางตุ้งหลังจากบ่มปุ๋ยอินทรีย์ถึงระยะเวลาต่าง ๆ
5. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต
6. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม irristat



ผลการทดลองและวิจารณ์

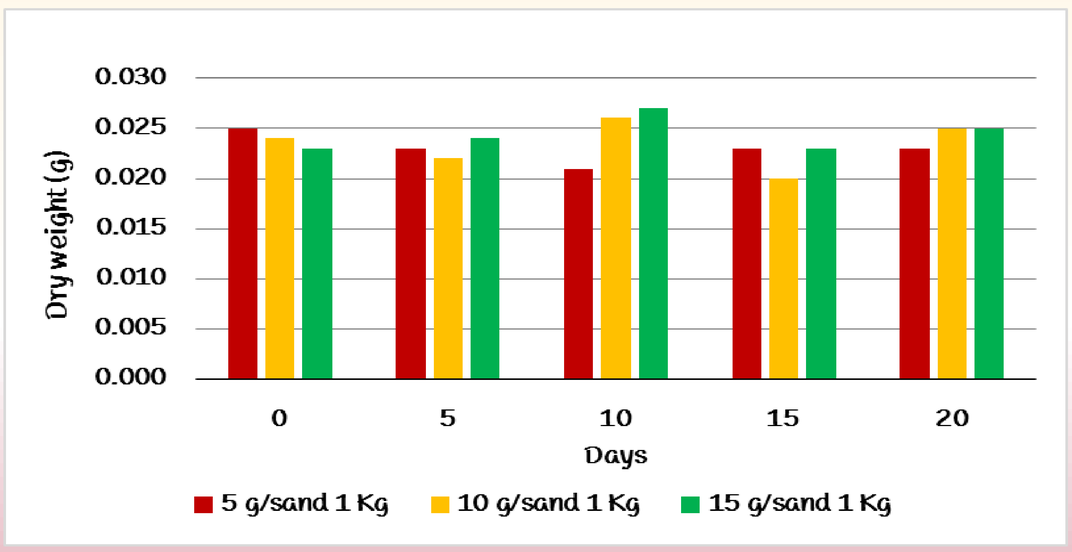


Figure 1. Dry weight (g) of Pak Choi seedlings

จากการทดลองพบว่า การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้งไม่แตกต่างกัน (Figure 1)

การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก มีผลให้ค่าความสูงของต้นกล้าผักกวางตุ้งไม่แตกต่างกัน และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งแตกต่างกัน โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6.37 เซนติเมตร (Figure 2)

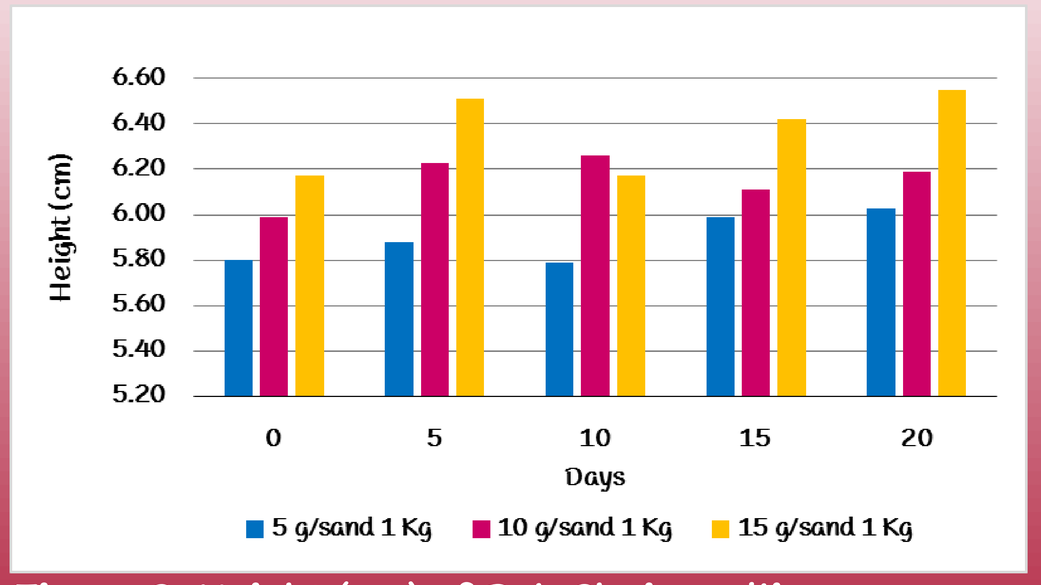


Figure 2. Height (cm) of Pak Choi seedlings

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม ไม่มีผลทำให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้งแตกต่างกัน ในขณะที่การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลทำให้ความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งมีค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น และการนำปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ไปใช้ประโยชน์นั้น ควรมีการบ่มปุ๋ยอย่างน้อยเป็นระยะเวลา 5 วันก่อนการนำไปใช้

ผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง
Effect of Incomplete Degraded Organic Fertilizer on Growth of Pak Choi Seedlings

ทิพวรรณ แก้วหนู พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ ทิวาพร ผดุง ศรีสุดา รื่นเจริญ ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม กมลชนก เจริญศรี

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Effect of incomplete degraded organic fertilizer on growth of Pak Choi seedlings by organic fertilizer using with germination index of 62.9 percent to guide the modified rules for organic fertilizers registration. The experimental designed 5x3 factorials in RCB, which consisting 2 factors with 5 replications. The first factor was the incubated of organic fertilizers with germination index of 62.9 percent at period 0, 5, 10, 15 and 20 days before planting. The second factor was the organic fertilizer in the rate of 5, 10 and 15 g per 1 kg of sand. The results showed on both factors in the dry weight of Pak Choi seedlings not significant. On the other hand, organic fertilizers were used at the rate of 5, 10 and 15 g per 1 kg of sand resulted in the Pak Choi seedlings height highly significant. That is organic fertilizer was used at the rate 15 g per 1 kg of sand resulted the highest of Pak Choi seedlings average height was 6.37 cm, following by organic fertilizers at the rate on both 10 and 5 g per 1 kg of sand were 6.16 and 5.89 cm respectively.

Keyword: complete degradation, organic fertilizer, germination index

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการย่อยสลายไม่สมบูรณ์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง โดยนำปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 มาทดลองปลูกผักกวางตุ้ง เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับเปลี่ยนหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ วางแผนการทดลองแบบ 5 x 3 factorials in RCB จานวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วย 2 ปัจจัย ปัจจัยแรก คือ การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก ปัจจัยที่สอง คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม จากการทดลองพบว่า การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ความสูงของต้นกล้าผักกวางตุ้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6.37 เซนติเมตร รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 10 และ 5 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีค่าความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 6.16 และ 5.89 เซนติเมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ: การย่อยสลายสมบูรณ์ ปุ๋ยอินทรีย์ ดัชนีการงอกของเมล็ด

คำนำ

การผลิตปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการค้าที่มีคุณภาพถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐาน จะต้องผ่านเกณฑ์การขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ ตามพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งหลักเกณฑ์หนึ่งในการพิจารณาการขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ โดยต้องเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่ย่อยสลายสมบูรณ์ ซึ่งการทดสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การวัดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การวัดกิจกรรมของเอนไซม์ดีไฮโดรจีเนส (dehydrogenase) การทดสอบดัชนีการงอกของเมล็ด เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันการทดสอบการย่อยสลายที่สมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์โดยวิธีทดสอบดัชนีการของเมล็ด (Germination index) เป็นวิธีที่สามารถวัดสารที่เป็นพิษต่อพืช (Phytotoxic substance) ที่ตกค้างอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ได้โดยตรงที่สะดวกและง่ายต่อการปฏิบัติ ซึ่งสารสำคัญที่เป็นพิษต่อพืช ได้แก่ แก๊สแอมโมเนีย และกรดอินทรีย์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมักปุ๋ย และปุ๋ยหมักที่มีการย่อยสลายยังไม่สมบูรณ์ Zucconi *et al*. (1981b) รายงานว่า การประเมินความเป็นพิษของปุ๋ยหมักโดยใช้วิธีการวัดดัชนีการงอกของเมล็ดนั้น ปุ๋ยหมักจะปราศจากสารพิษต่อพืช เมื่อค่าดัชนีการงอกของเมล็ดมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปุ๋ยหมักที่ย่อยสลายสมบูรณ์ มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ โดยความสัมพันธ์ของความยาวรากกับค่าดัชนีการงอกของเมล็ดจะเป็นตัวบ่งชี้ความอ่อนไหวต่อความเป็นพิษของพืช และจากการศึกษาค่าดัชนีการงอกของเมล็ดของพืชทุกชนิดที่ใช้ทดสอบที่มีค่ามากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ แสดงถึงสภาพของปุ๋ยที่พร้อมนำไปใช้ประโยชน์ (Tiquia *et al*., 1996) เช่นเดียวกับ Wei *et al*. (2000) ที่รายงานว่า ดัชนีการงอกของเมล็ดมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นปุ๋ยหมักที่มีการย่อยที่สมบูรณ์พร้อมนำไปใช้ประโยชน์และไม่มีสารพิษต่อพืช ต่อมา Emino *et al*. (2004) ได้ศึกษาดัชนีการงอกของเมล็ด พบว่าปุ๋ยหมักที่มีความเป็นพิษต่อการงอกของเมล็ดสูงจะมีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และค่าดัชนีการงอกของเมล็ดมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์จะไม่มีสารพิษต่อการงอกของเมล็ด Barral and Paradelo (2011) รายงานว่า การพิจารณาการย่อยสลายสมบูรณ์ของปุ๋ยหมักที่พร้อมนำไปใช้ประโยชน์นั้น พิจารณาได้จากผลของค่าความงอกและความยาวราก ที่มีค่าไม่น้อยกว่า 80 ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ ค่าดัชนีการงอกของเมล็ด ที่ใช้ในการประเมินช่วงอายุของปุ๋ยหมักจะมีค่าเพิ่มขึ้นระหว่างการหมักปุ๋ยและขึ้นอยู่กับอัตราการลดลงของปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4^+-N) ปริมาณสังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) ในปริมาณที่ต่ำ และการเพิ่มขึ้นของปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (NO_3^-N) (Selim *et al*., 2012) ดังนั้น การทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษาการย่อยสลายสมบูรณ์ของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดมากกว่าร้อยละ 50 เพื่อเป็นแนวทางในการพิจารณาปรับเปลี่ยนหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนปุ๋ยอินทรีย์ต่อไป

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1) ปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการวัดค่าการย่อยสลายที่สมบูรณ์มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดที่ร้อยละ 62.9 จากกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

2) เมล็ดพันธุ์ผักกวางตุ้งที่มีความงอกไม่ต่ำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์

3) ถุงปลูกพลาสติกสีดำขนาด 5 x 9 นิ้ว

4) ทรายสำหรับใช้เป็นวัสดุเพาะปลูก

5) อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการให้น้ำต้นกล้าผักกวางตุ้ง

วิธีการ

ทำการทดลองในโรงเรือนทดลอง วางแผนการทดลองแบบ 5 x 3 factorials in RCB จำนวน 5 ซ้ำ ประกอบด้วยปัจจัยแรก คือ การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีค่าดัชนีการงอกของเมล็ดที่ร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก ปัจจัยที่สอง คือ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม โดยการชั่งปุ๋ยอินทรีย์ 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม และบรรจุลงในถุงปลูกพลาสติกสีดำขนาด 5 x 9 นิ้ว บ่มทิ้งไว้ตามระยะเวลาที่กำหนดในแผนการทดลอง

ทำการปลูกผักกวางตุ้งหลังจากบ่มปุ๋ยอินทรีย์ถึงระยะเวลาต่าง ๆ ตามกรรมวิธี จำนวน 10 เมล็ดต่อถุง ในทุกกรรมวิธี ให้น้ำ 100 มิลลิลิตรต่อถุง ทุก ๆ สองวัน

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้งที่อายุ 15 วันหลังปลูก คือ น้ำหนักแห้งและความสูงของต้นกล้าผักกวางตุ้ง

วิเคราะห์ข้อมูลโดย หาค่าความแปรปรวนทางสถิติโดยใช้โปรแกรม irristat และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าของเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan' s Multiple Range Test (DMRT)

ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลา: 17 ตุลาคม 2561 – 20 พฤศจิกายน 2561

สถานที่ดำเนินการ: กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้ง โดยการบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก เพื่อทดสอบการเจริญเติบโตของต้นกล้าผักกวางตุ้งที่อายุ 15 วันหลังปลูก ปรากฏผลดังนี้ คือ

1. น้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้ง

จากการทดลองพบว่า การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่โดยเฉลี่ยแล้วพบว่า น้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอัตราปุ๋ยที่เพิ่มขึ้น และการบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อน้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้ง (Table 1)

Table 1 Dry weight (g) of Pak Choi seedlings

Organic fertilizer rates	Incubation period prior to planting (Day)					
(g/sand 1 kg)	0	5	10	15	20	Mean (A)
5	0.025	0.023	0.021	0.023	0.023	0.023
10	0.024	0.022	0.026	0.020	0.025	0.024
15	0.023	0.024	0.027	0.023	0.025	0.024
Mean (B)	0.024	0.023	0.025	0.022	0.025	0.024

F-test: ns, CV. (%) = 12.9

2. ความสูงของต้นกล้าผักกวางตุ้ง

การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก มีผลให้ค่าความสูงของต้นกล้าผักกวางตุ้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าการบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่ระยะเวลา 20 วันก่อนปลูก มีแนวโน้มให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งมีค่าสูงสุด (6.26 เซนติเมตร) แต่ไม่แตกต่างกับการบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่ระยะเวลา 5 10 และ 15 วัน ในขณะที่การนำปุ๋ยอินทรีย์ไปใช้ทันทีนั้น ให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งน้อยที่สุด (5.97 เซนติเมตร) และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ค่าความสูงเฉลี่ยของต้นกล้าผักกวางตุ้งมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 6.37 เซนติเมตร รองลงมาเป็นการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 10 และ 5 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีค่าความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 6.16 และ 5.89 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก กับการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม ไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อความสูงของต้นกล้าผักกวางตุ้ง (Table 2)

Table 2 Height of Pak Choi seedlings

Organic fertilizer rates	Incubation period prior to planting (Day)					
(g/sand 1 kg)	0	5	10	15	20	Mean (A)
5	5.80a	5.88a	5.79a	5.99a	6.03a	5.89c
10	5.99a	6.23a	6.26a	6.11a	6.19a	6.16b
15	6.17a	6.51a	6.17a	6.42a	6.55a	6.37a
Mean (B)	5.97b	6.21a	6.07ab	6.17ab	6.26a	6.14
CV. (%)	4.6					

Note: Means in a Column followed by a common letter are not significantly different at 5% level by DMRT

สรุปผลการทดลอง

การบ่มปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ที่ระยะเวลา 0 5 10 15 และ 20 วันก่อนปลูก และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 5 10 และ 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม ไม่มีผลให้น้ำหนักแห้งของต้นกล้าผักกวางตุ้งแตกต่างกันทางสถิติ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 15 กรัมต่อทราย 1 กิโลกรัม มีผลให้ความสูงของต้นกล้าผักกวางตุ้งมีค่าสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีอื่น

ข้อเสนอแนะ และการนำไปใช้ประโยชน์

การนำปุ๋ยอินทรีย์ที่มีดัชนีการงอกของเมล็ดร้อยละ 62.9 ไปใช้ประโยชน์นั้น ควรมีการบ่มปุ๋ยอย่างน้อยเป็นระยะเวลา 5 วันก่อนการนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้เมล็ดพืชสามารถงอกและเจริญเติบโตได้ตามปกติ

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2551. *คู่มือวิธีวิเคราะห์ปุ๋ยอินทรีย์*. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร 49 หน้า.

Barral, M.T. and R. Paradelo. 2011. A Review on the Use of Phytotoxicity as a Compost Quality Indicator. *Dynamic Soil Dynamic Plant* 5: 36-44.

Emino, E.R. and P.R. Warman. 2004. Biological Assay for Compost Quality. *Compost Science & Utilization* 12(4): 342-348.

Selim, S. M., M. S. Zayed and H. M. Atta. 2012. Evaluation of Phytotoxicity of Compost during Domposting Process. *Nature and Science* 10(2): 69-77.

Tiquia, S.M., N. F. Y. Tam and I. J. Hodgkiss. 1996. Effects of Composting on Phytotoxicity of Spent Pig-manure Sawdust Litter. *Environmental Pollution* 93(3): 249-256.

Wei, Y. S., Y. B. Fan, M.J. Wang and J.S. Wang. 2000. Composting and Compost Application in China. *Resources, Conservation and Recycling* 30(4): 277-300.

Zucconi, F., A. Pera, M. Forte and M. de Bertoldi. 1981b. Evaluating Toxicity of Immature Compost. *BioCycle* 22(4): 54-57.

ศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปาย

อมรรัตน์ ใจยะเสน จิตรา เกาะแก้ว อำนาจ เอี่ยมวิจารณ์

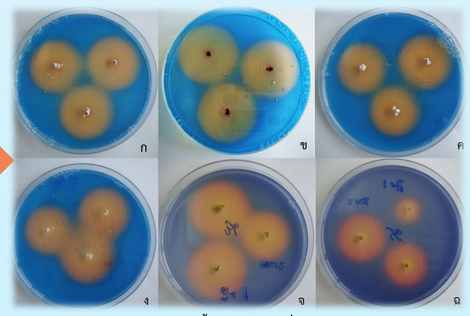
กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

เรื่องย่อ : ศึกษาศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินพื้นที่ลุ่มน้ำปาย จ. แม่ฮ่องสอน 4 แหล่ง คือ 1) พื้นที่ป่าปลายน้ำ 2) ดินพื้นที่ทำการเกษตรปลายน้ำ 3) พื้นที่ป่าต้นน้ำ และ 4) ดินพื้นที่ทำการเกษตรต้นน้ำ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใน 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ทดสอบคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การสร้าง siderophore ความสามารถในการละลายฟอสเฟต และการสร้างกรดอินโดลอะซีติก (IAA) พบว่า สายพันธุ์ WF 4-1 สามารถสร้าง siderophore ได้สูงสุด สายพันธุ์ WF 10-1 สามารถละลายฟอสเฟตได้สูงที่สุด ส่วนแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝนที่สามารถสร้างกรดอินโดลอะซีติกมีจำนวน 42 32 และ 29 สายพันธุ์ ตามลำดับ ทำการคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีประสิทธิภาพ 10 สายพันธุ์ เพื่อทดสอบความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่า สายพันธุ์ WF 4-1 สามารถยับยั้งการเจริญของ *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* และ *X. oryzae* pv. *oryzae* ได้ดีที่สุด ส่วนสายพันธุ์ WA 20-3 สามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคพืช *X. campestris* pv. *campestris* ได้ดีที่สุด ด้านการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืช ได้แก่ *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia* sp. และ *Sclerotium rolfsii* พบว่า สายพันธุ์ RF 23-1 สามารถยับยั้งเชื้อราก่อโรคทดสอบได้ทุกชนิด นอกจากนี้ยังพบว่า สายพันธุ์ WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิด คือ *Bradyrhizobium japonicum* DASA 02006, *B. liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084 จึงสามารถใช้แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ดังกล่าวร่วมกับการใช้ไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิดได้

วิธีการ

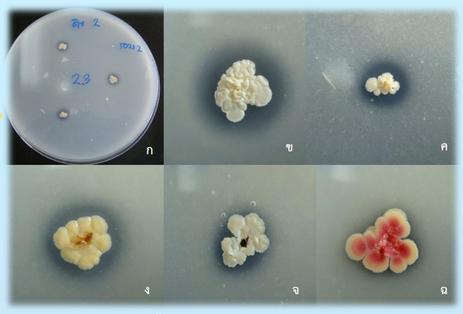
การทดสอบที่ 1: คุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

การสร้าง siderophore → CAS-MGs-1 agar → บ่ม 10 วัน 28°C + วัดเส้นผ่านศูนย์กลางวงสีส้ม



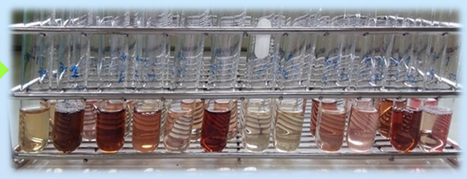
ภาพที่ 1 ลักษณะการสร้างวงสีส้มรอบโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่สร้าง siderophore ก.-ช. ด้านหน้าและด้านหลังจานอาหารเลี้ยงเชื้อ WA 20-3 ค. WA 21-3 ง. WA 22-3 จ. HF 36-1 ฉ. HF 35-1

การละลายฟอสเฟต → Pikovskaya agar → บ่ม 10 วัน 28°C + วัดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใส



ภาพที่ 2 ลักษณะวงใสรอบโคโลนีของเชื้อแอคติโนมัยสีทที่มีความสามารถในการละลายฟอสเฟต ก. HA 23-2 ข. HF 23-1 ค. HA 23-2 ง. HF 5-4 จ. HA 7-3 และ ฉ. HF 22-4

การสร้างกรดอินโดลอะซีติก → Tryptone yeast extract broth + L-Tryptophane 2 mg/ml → บ่ม 7 วัน 30°C + Salkowski reagent + บันทึกการเกิดสีชมพู



ภาพที่ 3 การสร้างกรดอินโดลอะซีติก (IAA) ของเชื้อแอคติโนมัยสีท เมื่อนำน้ำเลี้ยงเชื้อมาทำปฏิกิริยากับ Salkowski reagent จะเปลี่ยนเป็นสีชมพู

Table 1 Indole acetic acid (IAA) production of actinomycetes strains that have the ability to produce siderophore and phosphate solubility

Isolates	Siderophore production (cm)	IAA production*	Isolates	Phosphate solubility (mm)	IAA production*
WF 4-1	5.63	-	WF 10-1	4.0	+
WF 3-1	3.73	+	HF 23-1	3.3	-
WA 20-3	3.20	+	RA 15-3	3.3	-
WA 22-3	3.13	+	HF 35-1	3.2	+
HF 37-1	3.10	+	HF 37-1	3.0	+
RF 10-1	3.07	+	HF 26-4	3.0	+
WA 21-3	3.00	+	HF 24-1	3.0	+
HF 36-1	2.97	+	HA 23-2	3.0	+
RF 23-1	2.50	-	WF 6-4	3.0	+
HF 35-1	2.47	+	WA 23-3	3.0	+

* + = appearance of pink color indicated IAA production, - = pink color not appear indicated no IAA production

การทดสอบที่ 1: คุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

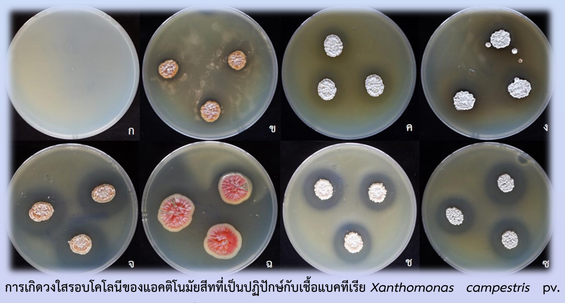
เชื้อแอคติโนมัยสีทที่มีการสร้าง siderophore ได้สูงที่สุด คือ สายพันธุ์ WF 4-1 ส่วนสายพันธุ์มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตได้ดีที่สุด คือ สายพันธุ์ WF 10-1 เมื่อนำผลการทดสอบคุณสมบัติของเชื้อแอคติโนมัยสีทในการสร้าง siderophore และการละลายฟอสเฟตได้สูงที่สุดจำนวน 10 อันดับแรกไปพิจารณาร่วมกับการสร้าง IAA ของแอคติโนมัยสีท พบว่า ส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการสร้าง IAA (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sreevidya et al. (2016) ที่พบว่า แอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมักเศษซากพืชและดินรอบรากถั่วลูกไก่ สามารถสร้าง siderophore, cellulase, lipase, protease, chitinase, hydrocyanic acid, indole acetic acid และ β-1,3-glucanase และยังช่วยเพิ่มจำนวนปมราก น้ำหนักลำต้น และผลผลิตถั่วเช่นกัน

การทดสอบที่ 2 ความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืชและเชื้อไรโซเบียม

ผลการทดสอบพบว่า แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ WF 4-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคพืช *E. carotovora* pv. *carotovora*, *R. solanacearum*, *X. axonopodis* pv. *glycines* และ *X. oryzae* pv. *oryzae* ได้ดีที่สุด ส่วนสายพันธุ์ WA 20-3 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *X. campestris* pv. *campestris* ได้ดีที่สุด (Table 2) การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืช พบว่า สายพันธุ์ RF 23-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชได้ทุกสายพันธุ์ (Table 3) เนื่องจากแอคติโนมัยสีทสามารถผลิตเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (lytic enzymes) จำพวก α หรือ β-glucanases, proteases, peptidases, cellulases, chitinases และ lipases (El-Gammal et al., 2014) และพบว่า สายพันธุ์ WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิด คือ *B. japonicum* DASA 02006, *B. liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084 (Table 4) สอดคล้องกับ Mukerji et al. (2006) ที่พบว่า เชื้อแอคติโนมัยสีท *Streptomyces lydicus* เข้าสู่รากถั่วและสร้างสปอร์ภายในชั้นผิวของปมราก ทำให้ขนาดของปมรากโดยเฉลี่ยใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงของไรโซเบียมในปมรากโดยเสริมการดูดใช้ธาตุเหล็กและสารอาหารอื่น ๆ ในดินได้ (Tokala et al., 2002)

การทดสอบที่ 2 ความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืชและเชื้อไรโซเบียม

การยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช



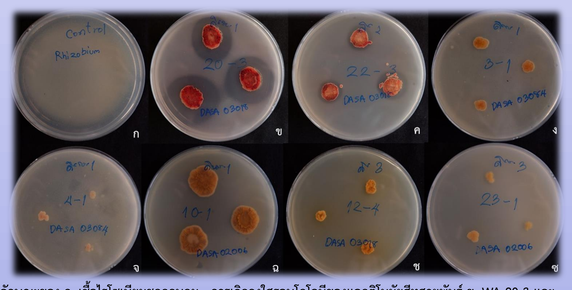
ภาพที่ 4 การเกิดวงใสรอบโคโลนีของแอคติโนมัยสีทที่เป็นปฏิปักษ์กับเชื้อแบคทีเรีย *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* สาเหตุโรคเน่าดำของกะหล่ำ ก. แบคทีเรียสาเหตุโรคพืชชุดควบคุม แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ ข. WF 3-1 ค. RF 12-4 ง. RF 10-1 จ. WA 22-3 ฉ. RF 22-1 ช. WA 21-3 และ ซ. WF 4-1

การยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช



ภาพที่ 5 การเกิดบริเวณยับยั้งรอบโคโลนีของแอคติโนมัยสีทที่เป็นปฏิปักษ์กับเชื้อรา *Phytophthora palmivora* สาเหตุโรครากและโคนเน่า ก. เชื้อราสาเหตุโรคพืชชุดควบคุม แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ ข. WF 4-1 ค. WA 20-3 ง. WA 22-3 จ. RF 10-1 ฉ. RF 12-4 ช. RF 22-1 และ ซ. RF 23-1

การไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียม



ภาพที่ 6 ลักษณะของ ก. เชื้อไรโซเบียมชุดควบคุม การเกิดวงใสรอบโคโลนีของแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ ข. WA 20-3 และ ค. WA 22-3 ที่เป็นปฏิปักษ์กับเชื้อไรโซเบียม และการไม่เป็นปฏิปักษ์กับเชื้อไรโซเบียมของแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ ง. WF 3-1 จ. WF 4-1 ฉ. WF 10-1 ช. RF 12-4 และ ซ. RF 23-1

Table 2 Average bacterial plant pathogenic growth inhibition of selected actinomycetes

Isolates	Inhibition value*				
	Erw	Ral	Xag	Xcc	Xoo
WF 3-1	0.00 c	0.00 c	1.08 d	1.32 b	0.00 b
WF 4-1	3.93 a	3.99 a	2.22 a	2.22 a	2.83 a
WF 10-1	0.00 c	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 b
WA 20-3	1.09 b	1.66 b	1.65 b	2.44 a	0.00 b
WA 21-3	1.08 b	0.00 c	1.08 d	2.22 a	0.00 b
WA 22-3	0.00 c	0.00 c	1.35 c	2.35 a	0.00 b
RF 10-1	0.00 c	0.00 c	1.09 d	1.31 b	0.00 b
RF 12-4	0.00 c	0.00 c	1.11 d	1.08 b	0.00 b
RF 22-1	0.00 c	0.00 c	1.05 d	2.01 a	0.00 b
RF 23-1	0.00 c	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 b
CV. (%)	8.98	23.72	6.65	14.66	25.00

Note: * Erw = *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, Ral = *Ralstonia solanacearum*, Xag = *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, Xcc = *X. campestris* pv. *campestris*, Xoo = *X. oryzae* pv. *oryzae*

Table 3 Average fungal plant pathogenic growth inhibition of selected actinomycetes

Isolates	Inhibition value					
	Rhizoc	Rhizoc sol	Sclero	Colleto	Phytoph	Fusarium
WF 3-1	0.00 d	0.00 g	0.00 b	0.00 g	0.00 g	0.00 e
WF 4-1	0.69 b	0.66 b	0.00 b	0.70 c	0.23 f	0.11 d
WF 10-1	0.00 d	0.00 g	0.00 b	0.00 g	0.00 g	0.00 e
WA 20-3	0.00 d	0.47 f	0.00 b	0.54 e	0.84 b	0.00 e
WA 21-3	0.00 d	0.00 g	0.00 b	0.53 e	0.76 c	0.00 e
WA 22-3	0.00 d	0.53 e	0.00 b	0.63 d	0.90 a	0.00 e
RF 10-1	0.00 d	0.53 e	0.00 b	0.56 e	0.52 e	0.28 b
RF 12-4	0.63 c	0.60 d	0.00 b	0.48 f	0.69 d	0.20 c
RF 22-1	0.71 b	0.65 c	0.00 b	0.76 b	0.54 e	0.00 e
RF 23-1	0.84 a	0.91 a	0.80 a	0.90 a	0.67 d	0.73 a
CV. (%)	2.91	0.73	9.68	2.89	3.69	2.38

Note: Rhizoc = *Rhizoctonia* sp., Rhizoc sol = *Rhizoctonia solani*, Sclero = *Sclerotium rolfsii*, Colleto = *Colletotrichum* sp., Phytoph = *Phytophthora palmivora*, Fusarium = *Fusarium* sp.

Table 4 Average rhizobium growth inhibition of selected actinomycetes

Isolates	Inhibition value		
	B. japonicum	*B. liaoningense*	*B. daqingense*
WF 3-1	0.00 a	0.00 a	0.00 a
WF 4-1	0.00 a	0.00 a	0.00 a
WF 10-1	0.00 a	0.00 a	0.00 a
WA 20-3	1.94 c	2.07 c	1.70 d
WA 21-3	0.00 a	1.27 b	0.00 a
WA 22-3	1.38 b	1.40 b	1.36 c
RF 10-1	1.34 b	0.00 a	0.00 a
RF 12-4	0.00 a	0.00 a	0.00 a
RF 22-1	1.22 b	1.91 c	1.17 b
RF 23-1	0.00 a	0.00 a	0.00 a
CV. (%)	15.17	19.05	12.94

เอกสารอ้างอิง: - El-Gammal, E.W., H.A. Shalaby, H.M. Ashry and A.I. El-Diwany. 2014. In vitro action of *Streptomyces griseolus* proteases as bio-control on *Fasciola gigantic* Eggs. *J. Bacteriol. Parasitol.* 5: 192. doi: 10.4172/2155-9597.1000192.

- Mukerji K.G., C. Manoharachary and J. Singh. 2006. *Microbial activity in the rhizosphere*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 349 p.

- Sreevidya, M. S. Gopalakrishnan, H. Kudapa and R.K. Varshney. 2016. Exploring plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost and rhizosphere soil for yield enhancement in chickpea. *Braz. J. Microbiol.* 47(1): 85–95.

- Tokala, R.K., J.L. Strap, C.M. Jung, D.L. Crawford, M.H. Salove, L.A. Deobald, J.F. Bailey and M.J.Morra. 2002. Novel plant-microbe rhizosphere interaction involving *Streptomyces lydicus* WYEC108 and the pea plant (*Pisum sativum*). *Appl. Environ. Microbiol.* 68(5): 2161-2171.

ศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำปาย
Potential of Actinomycetes Isolated from Pai River Basin Areas

อมรรัตน์ ใจยะเสน จิตรา เกาะแก้ว อำนาจ เอี่ยมวิจารณ์

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The potential of actinomycetes isolated from the soils in Pai river basin, Mae Hong Son province was studied in 4 sources: 1) downstream forest area 2) downstream farming area 3) upstream forest area and 4) upstream farming area. Soil samples were sampled in 3 seasons: winter, hot, and rainy season. The properties of plant growth promoter including siderophore formation, phosphate solubility and indole acic acid (IAA) production were tested. The results found that strains WF 4-1 produced the highest siderophore, strains WF 10-1 can dissolve the highest phosphate, and the actinomycetes strains isolated in winter, summer and rainy season that can produce indole acetic acid were 42 32 and 29 strains, respectively. The ten effective species of actinomycetes were selected to test the antagonistic activity against plant pathogens. The results revealed that strains WF 4-1 had the best growth inhibition of *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, and *X. oryzae* pv. *oryzae* while strains WA 20-3 had the best growth inhibition of *X. campestris* pv. *campestris*. The results of fungal plant pathogenic growth inhibition including *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia* sp., and *Sclerotium rolfsii*, revealed that strains RF 23-1 can inhibit the growth of all tested fungal plant pathogens. Moreover, strains WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4, and RF 23-1 found to be non-antagonistic with 3 rhizobiums species including *Bradyrhizobium japonicum* DASA 02006, *B. liaoningense* DASA 03018 and *B. daqingense* DASA 03084. Therefore, those actinomycetes species can be combination use with such 3 rhizobium species.

บทคัดย่อ

ศึกษาศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินพื้นที่ลุ่มน้ำปาย จ. แม่ฮ่องสอน 4 แหล่ง คือ 1) พื้นที่ป่าปลายน้ำ 2) ดินพื้นที่ทำการเกษตรปลายน้ำ 3) พื้นที่ป่าต้นน้ำ และ 4) ดินพื้นที่ทำการเกษตรต้นน้ำ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างใน 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ทดสอบคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ การสร้าง siderophore ความสามารถในการละลายฟอสเฟต และการสร้างกรดอินโดลอะซีติก (IAA) พบว่า สายพันธุ์ WF 4-1 สามารถสร้าง siderophore ได้สูงสุด สายพันธุ์ WF 10-1 สามารถละลายฟอสเฟตได้สูงที่สุด ส่วนแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝนที่สามารถสร้างกรดอินโดลอะซีติกมีจำนวน 42 32 และ 29 สายพันธุ์ ตามลำดับ ทำการคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีประสิทธิภาพ 10 สายพันธุ์ เพื่อทดสอบความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่า สายพันธุ์ WF 4-1 สามารถยับยั้งการเจริญของ *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines* และ *X. oryzae* pv. *oryzae* ได้ดีที่สุด ส่วนสายพันธุ์ WA 20-3 สามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคพืช *X. campestris* pv. *campestris* ได้ดีที่สุด ด้านการทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืช ได้แก่ *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia* sp. และ *Sclerotium rolfsii* พบว่า สายพันธุ์ RF 23-1 สามารถยับยั้งเชื้อราก่อโรคทดสอบได้ทุกชนิด นอกจากนี้ยังพบว่า สายพันธุ์ WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิด คือ *Bradyrhizobium japonicum* DASA 02006, *B. liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084 จึงสามารถใช้แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ดังกล่าวร่วมกับการใช้ไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิดได้

คำนำ

จุลินทรีย์ดินเป็นแหล่งของสารประกอบธรรมชาติที่น่าสนใจสำหรับเภสัชภัณฑ์ เกษตรกรรมและอุตสาหกรรมอื่น ๆ จุลินทรีย์ดินที่มีความสำคัญกลุ่มหนึ่ง คือ แอคติโนมัยสีทซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่แพร่กระจายอย่างกว้างขวางในธรรมชาติและสามารถสร้างสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพหลายชนิด มีรายงานเกี่ยวกับการใช้แอคติโนมัยสีทเป็นสารควบคุมทางชีวภาพในการทดแทนการใช้สารเคมีทางการเกษตรได้ (Law *et al*., 2017) เนื่องจากแอคติโนมัยสีทสร้างสารควบคุมทางชีวภาพที่มีศักยภาพสูงในการควบคุมเชื้อก่อโรคพืชและไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่เป้าหมาย โดยการผลิตเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อราและแบคทีเรีย หรือการผลิตสารต่อต้านการเจริญของเชื้อก่อโรคพืช นอกจากนี้ยังสามารถผลิตสารส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น Indole acetic acid (IAA) ช่วยในการเจริญเติบโตของราก การผลิต siderophores เพื่อเพิ่มการดูดซึมธาตุอาหาร เป็นต้น งานวิจัยนี้ได้ศึกษาศักยภาพในการการส่งเสริมการเจริญเติบโตและความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืชของแอคติโนมัยสีทที่ดำรงชีวิตอยู่ในสภาพพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย จ.แม่ฮ่องสอน ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันของสภาพภูมิอากาศระหว่างกลางวัน (เฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ 2548 ถึง 2558 เท่ากับ 38.4° C) และกลางคืน (เฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี ตั้งแต่ 2548 ถึง 2558 เท่ากับ 9.8° C) โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบศักยภาพของแอคติโนมัยสีทระหว่างพื้นที่ป่ากับพื้นที่ที่ถูกรบกวนจากการเขตกรรม ในแต่ละฤดูในรอบ 1 ปี รวมถึงแนวทางการใช้ประโยชน์จากแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่ที่ทำการศึกษา ซึ่งเป็นแอคติโนมัยสีทที่ผ่านการปรับตัวให้มีชีวิตอยู่รอดในสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อนำมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย จำนวน 176 สายพันธุ์
2. ตัวอย่างเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช จำนวน 5 สายพันธุ์
3. ตัวอย่างเชื้อราสาเหตุโรคพืช จำนวน 6 สายพันธุ์
4. ตัวอย่างเชื้อไรโซเบียม จำนวน 3 สายพันธุ์
5. สารเคมีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแอคติโนมัยสีท

วิธีการ

1. การทดสอบคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของแอคติโนมัยสีท

1.1 ทดสอบการสร้าง siderophore โดยนำเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้มาเลี้ยงบนอาหาร yeast malt agar (YM) บ่มที่อุณหภูมิ 28° C เป็นเวลา 5 วัน ใช้ไม้จิ้มฟันที่ฆ่าเชื้อแล้วแตะเชื้อแอคติโนมัยสีทและนำไปวางบนอาหาร Chrome azurol S-modified Gaus No.1 (CAS-MGs-1) agar (You *et al*., 2004) บ่มที่อุณหภูมิ 28° C เป็นเวลา 10 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกผลโดยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางวงสีส้มที่เชื้อสร้างขึ้นรอบโคโลนี ซึ่งแสดงว่าเชื้อแอคติโนมัยสีทมีการสร้าง siderophore (Milagres *et al*., 1999)

1.2 ทดสอบความสามารถในการละลายฟอสเฟต โดยนำเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้มาเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ yeast malt agar (YM) บ่มที่อุณหภูมิ 28° C เป็นเวลา 5 วัน ใช้ไม้จิ้มฟันที่ฆ่าเชื้อแล้วแตะเชื้อแอคติโนมัยสีทและนำไปวางบนอาหาร Pikovskaya เป็นเวลา 10 วัน วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสบริเวณรอบโคโลนี

1.3 ทดสอบการสร้างกรดอินโดลอะซีติก (IAA) โดยนำเชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้มาเลี้ยงบนอาหาร tryptone yeast extract agar บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 5 วัน จากนั้นย้ายไปเลี้ยงในอาหาร tryptone yeast extract broth ที่เติม L-tryptophane 2 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร นำไปบ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 7 วัน นำสารละลายแขวนลอยเชื้อไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ดูดส่วนใส 2 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติม Salkowski reagent 4 มิลลิลิตร การทดสอบเชื้อแต่ละสายพันธุ์ทำจำนวน 3 ซ้ำ บันทึกการเปลี่ยนแปลงของสีของสารละลาย หากสารละลายเกิดสีชมพูแสดงว่ามีการสร้างกรดอินโดลอะซีติก (Bric *et al*., 1991)

2. การทดสอบความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช

2.1 การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืชที่ใช้ในการทดสอบ จำนวน 5 สายพันธุ์ ในอาหารเหลว Nutrient Broth (NB) นำไปบ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปรับความขุ่นของเซลล์ให้มีค่าเท่ากับ 0.25 ด้วยเครื่องตรวจวัดสารด้วยการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร เลี้ยงแอคติโนมัยสีทให้เจริญบนอาหาร International Streptomyces Project (ISP) medium 3 จากนั้นขูดสปอร์และเซลล์ผสมลงในสารละลาย ¼ Ringer's solution ให้เข้ากัน หยดสปอร์แขวนลอย 10 ไมโครลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร ISP medium 2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นดูดสารแขวนลอยของแบคทีเรียทดสอบที่เตรียมไว้ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียที่มีผงวุ้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปั่นผสมให้เข้ากัน นำไปเทราดทับโคโลนีของแอคติโนมัยสีท ด้วยวิธีเททับ (agar overlay) ซึ่งดัดแปลงจาก Anand *et al. (*2006) ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของบริเวณยับยั้ง (inhibition zone) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีแอคติโนมัยสีท และคำนวนหาค่าการยับยั้ง ตามสูตรดังนี้

ค่าการยับยั้ง = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง/ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีแอคติโนมัยสีท

2.2 การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

เตรียมสปอร์แขวนลอยของแอคติโนมัยสีทตามวิธีที่กล่าวข้างต้น หยดสปอร์แขวนลอยให้ห่างจากขอบจานอาหาร Potato Dextrose Agar (PDA) ประมาณ 1 เซนติเมตร บ่มที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 7 วัน เลี้ยงเชื้อราสาเหตุโรคพืชที่ใช้ในการทดสอบ จำนวน 6 สายพันธุ์ บนจานอาหารแข็ง PDA จนเจริญดี จากนั้นใช้ cork borer เบอร์ 2 (เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 เซนติเมตร) เจาะบริเวณปลายเส้นใยรา นำมาวางบริเวณกลางจานอาหารและห่างจากโคโลนีแอคติโนมัยสีทอายุ 7 วัน เป็นระยะ 3 เซนติเมตร ทำตัวอย่างละ 3 ซ้ำ ส่วนจานอาหารควบคุมให้วางเส้นใยราที่เจาะด้วย cork borer เบอร์เดียวกันบริเวณกลางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA และบ่มที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 3-7 วัน ขึ้นอยู่กับการเจริญของเส้นใยเชื้อราทดสอบ วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ วัดการยับยั้งการเจริญของเส้นใยราเมื่อรัศมีการเจริญของเส้นใยราในจานอาหารควบคุมมีขนาด 3 เซนติเมตร และคำนวนหาค่าการยับยั้ง ตามสูตรดังนี้

ค่าการยับยั้ง = 1 - (รัศมีการเจริญของราในจานอาหารทดลอง/รัศมีการเจริญของราในจานอาหารควบคุม)

3. การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีสมบัติไม่เป็นเชื้อปฏิปักษ์ (non-antagonistic) ต่อไรโซเบียม

เตรียมเชื้อไรโซเบียมที่ใช้ในการทดสอบ จำนวน 3 สายพันธุ์ โดยเลี้ยงเชื้อในอาหาร Yeast Extract Mannitol broth (YEM) บ่มแบบเขย่าที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาปรับความขุ่นของเซลล์ให้มีค่าเท่ากับ 0.2 ด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร หยดสปอร์แขวนลอยของแอคติโนมัยสีท 10 ไมโครลิตร ลงบนผิวหน้าอาหาร ISP medium 2 นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 7 วัน จากนั้นดูดเชื้อไรโซเบียมที่เตรียมไว้ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร เติมลงในอาหาร YEM ที่มีผงวุ้น 0.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ปั่นผสมให้เข้ากัน นำมาเทราดทับโคโลนีของแอคติโนมัยสีท นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 30° C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 3 ซ้ำ วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้งและเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีแอคติโนมัยสีท คำนวนหาค่าการยับยั้ง ตามสูตรดังนี้

ค่าการยับยั้ง = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณยับยั้ง/ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีแอคติโนมัยสีท

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา	ตุลาคม 2559 - กันยายน 2560
สถานที่ดำเนินการ	กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. คุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

เชื้อแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากตัวอย่างดินที่เก็บในฤดูหนาว (เดือนธันวาคม) ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) และฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) ที่มีความสามารถในการสร้าง siderophore มีจำนวนทั้งหมด 54 59 และ 63 สายพันธุ์ ตามลำดับ โดยเชื้อแอคติโนมัยสีทกลุ่มที่มีการสร้าง siderophore ได้สูงที่สุดในจำนวน 10 อันดับแรก คือ สายพันธุ์ WF 4-1 ที่แยกได้จากดินที่เก็บในฤดูหนาว โดยมีค่าการสร้างวงสีส้มรอบโคโลนี เท่ากับ 5.63 เซนติเมตร (Table 1) ส่วนสายพันธุ์มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตได้ดีที่สุด คือ สายพันธุ์ WF 10-1 สามารถสร้างความกว้างของวงใสได้มากที่สุดเท่ากับ 4.0 มิลลิเมตร โดยส่วนใหญ่มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตมีค่าน้อยกว่า 6 มิลลิเมตร เมื่อนำผลการทดสอบคุณสมบัติในการสร้าง siderophore และการละลายฟอสเฟตไปพิจารณาร่วมกับการสร้าง IAA ของเชื้อแอคติโนมัยสีท พบว่า เชื้อแอคติโนมัยสีทกลุ่มที่มีการสร้าง siderophore และมีความสามารถละลายฟอสเฟตได้ดีส่วนใหญ่จะมีความสามารถในการสร้าง IAA จากข้อมูลของ Sreevidya *et al*. (2016) ที่พบว่า แอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากกองปุ๋ยหมักเศษซากพืชและดินรอบรากถั่วลูกไก่ สามารถสร้าง siderophore, cellulase, lipase, protease, chitinase, hydrocyanic acid, indole acetic acid และ β-1,3-glucanase และยังช่วยเพิ่มจำนวนปมราก น้ำหนักลำต้น และผลผลิตถั่วเช่นกัน จากผลการทดสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้นจึงสามารถเป็นข้อมูลในการคัดเลือกสายพันธุ์เพื่อนำไปศึกษาความเป็นปฏิปักษ์ของเชื้อแอคติโนมัยสีทต่อเชื้อสาเหตุโรคพืชและเชื้อไรโซเบียมต่อไป

Table 1 Indole acetic acid (IAA) production of actinomycetes strains that have the ability to produce siderophore and phosphate solubility

Isolates	Siderophore production (cm)	IAA production*	Isolates	Phosphate solubility (mm)	IAA production*
WF 4-1	5.63	-	WF 10-1	4.0	+
WF 3-1	3.73	+	HF 23-1	3.3	-
WA 20-3	3.20	+	RA 15-3	3.3	-
WA 22-3	3.13	+	HF 35-1	3.2	+
HF 37-1	3.10	+	HF 37-1	3.0	+
RF 10-1	3.07	+	HF 26-4	3.0	+
WA 21-3	3.00	+	HF 24-1	3.0	+
HF 36-1	2.97	+	HA 23-2	3.0	+
RF 23-1	2.50	-	WF 6-4	3.0	+
HF 35-1	2.47	+	WA 23-3	3.0	+

* + = appearance of pink color indicated IAA production, - = pink color not appear indicated no IAA production

2. ความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช

2.1 แอคติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช

การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคพืชทั้ง 5 ชนิด พบว่าแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ WF 4-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคพืชที่นำมาทดสอบได้ดีที่สุดเกือบทุกชนิด ส่วนสายพันธุ์ WA 20-3 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *X. campestris* pv. *campestris* ได้ดีที่สุด แต่ไม่แตกต่างจากสายพันธุ์ WF 4-1, WA 21-3, WA 22-3 และ RF 22-1 (Table 2)

Table 2 Average bacterial plant pathogenic growth inhibition of selected actinomycetes

Isolates	Inhibition value				
	Erw	Ral	Xag	Xcc	Xoo
WF 3-1	0.00 c	0.00 c	1.08 d	1.32 b	0.00 b
WF 4-1	3.93 a	3.99 a	2.22 a	2.22 a	2.83 a
WF 10-1	0.00 c	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 b
WA 20-3	1.09 b	1.66 b	1.65 b	2.44 a	0.00 b
WA 21-3	1.08 b	0.00 c	1.08 d	2.22 a	0.00 b
WA 22-3	0.00 c	0.00 c	1.35 c	2.35 a	0.00 b
RF 10-1	0.00 c	0.00 c	1.09 d	1.31 b	0.00 b
RF 12-4	0.00 c	0.00 c	1.11 d	1.08 b	0.00 b
RF 22-1	0.00 c	0.00 c	1.05 d	2.01 a	0.00 b
RF 23-1	0.00 c	0.00 c	0.00 e	0.00 c	0.00 b
CV. (%)	8.98	23.72	6.65	14.66	25.00

Note: Erw = *Erwinia carotovora* pv. *carotovora*, Ral = *Ralstonia solanacearum*, Xag = *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycines*, Xcc = *X. campestris* pv. *campestris*, Xoo = *X. oryzae* pv. *oryzae*

* Average plant pathogenic bacteria inhibition within the same plant pathogenic bacterial species, means followed by the same letter are not signifcantly different at α = 0.05 by Tukey's post hoc multiple mean comparison tests.

2.2 การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา

การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืช 6 ชนิด พบว่า แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ RF 23-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืชได้ทุกสายพันธุ์ (Table 3) เนื่องจากแอคติโนมัยสีท สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราโดยการผลิตเอนไซม์ที่ย่อยสลายผนังเซลล์ของเชื้อรา (lytic enzymes) จำพวก α หรือ β-glucanases, proteases, peptidases, cellulases, chitinases และ lipases (El-Gammal *et al*., 2014) ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khamna *et al*. (2009) ซึ่งได้ทำการคัดแยกเชื้อแอคติโนมัยสีทจากรอบรากพืชสมุนไพร 16 ชนิด ในพื้นที่จังหวัดลำพูน และพบว่า แอคติโนมัยสีทกลุ่ม Streptomyces สามารถต้านการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืชอย่างน้อย 1 ใน 5 ชนิด ได้แก่ *Alternaria brassicicola*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium digitatum* และ *Sclerotium rolfsii* เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Soltanzadeh *et al*. (2016) ที่พบว่าการใช้แอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินสามารถควบคุมการเกิดโรคเหี่ยวของถั่วลูกไก่ที่เกิดจากเชื้อรา *Fusarium solani* f.sp. *pisi* ได้

Table 3 Average fungal plant pathogenic growth inhibition of selected actinomycetes

Isolates	Inhibition value					
	Rhizoc	Rhizoc sol	Sclero	Colleto	Phytoph	Fusarium
WF 3-1	0.00 d	0.00 g	0.00 b	0.00 g	0.00 g	0.00 e
WF 4-1	0.69 b	0.66 b	0.00 b	0.70 c	0.23 f	0.11 d
WF 10-1	0.00 d	0.00 g	0.00 b	0.00 g	0.00 g	0.00 e
WA 20-3	0.00 d	0.47 f	0.00 b	0.54 e	0.84 b	0.00 e
WA 21-3	0.00 d	0.00 g	0.00 b	0.53 e	0.76 c	0.00 e
WA 22-3	0.00 d	0.53 e	0.00 b	0.63 d	0.90 a	0.00 e
RF 10-1	0.00 d	0.53 e	0.00 b	0.56 e	0.52 e	0.28 b
RF 12-4	0.63 c	0.60 d	0.00 b	0.48 f	0.69 d	0.20 c
RF 22-1	0.71 b	0.65 c	0.00 b	0.76 b	0.54 e	0.00 e
RF 23-1	0.84 a	0.91 a	0.80 a	0.90 a	0.67 d	0.73 a
CV. (%)	2.91	0.73	9.68	2.89	3.69	2.38

Note: Rhizoc = *Rhizoctonia* sp., Rhizoc sol = *Rhizoctonia solani*, Sclero = *Sclerotium rolfsii*, Colleto = *Colletotrichum* sp., Phytoph = *Phytophthora palmivora*, Fusarium = *Fusarium* sp.

* Average plant pathogenic fungi inhibition within the same plant pathogenic fungal species, means followed by the same letter are not signifcantly different at α = 0.05 by Tukey's post hoc multiple mean comparison tests.

3. การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีสมบัติไม่เป็นเชื้อปฏิปักษ์ (non-antagonistic) ต่อไรโซเบียม

การคัดเลือกแอคติโนมัยสีทที่มีสมบัติไม่เป็นเชื้อปฏิปักษ์ (non-antagonistic) ต่อไรโซเบียม พบว่า แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียมทั้ง 3 สายพันธุ์ คือ *Bradyrhizobium japonicum* DASA 02006, *B. liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084 (Table 4) ในขณะที่แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ WA 21-3 ไม่เป็นปฏิปักษ์กับ *B. japonicum* DASA 02006 และ *B. daqingense* DASA 03084 ส่วนแอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ RF 10-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์กับ *B. liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084 ดังนั้นจึงสามารถใช้แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ดังกล่าวร่วมกับการปลูกเชื้อไรโซเบียมได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานเกี่ยวกับการเพิ่มความถี่ของการเกิดปมรากจากเชื้อ *Rhizobium* sp. ในการปลูกเชื้อร่วมกับแอคติโนมัยสีท *Streptomyces lydicus* พบว่า *S. lydicus* เข้าสู่รากและสร้างสปอร์ภายในชั้นผิวของปมราก (Mukerji et al., 2006) การเข้าสู่รากถั่วของแอคติโนมัยสีทตามธรรมชาติ ทำให้ขนาดของปมรากโดยเฉลี่ยใหญ่ขึ้น และเพิ่มความแข็งแรงของแบคทีเรียในปมรากโดยการเสริมการดูดใช้ธาตุเหล็กและสารอาหารอื่น ๆ ในดิน (Tokala *et al*., 2002)

Table 4 Average rhizobium growth inhibition of selected actinomycetes

Isolates	Inhibition value		
	B. japonicum	*B. liaoningense*	*B. daqingense*
WF 3-1	0.00 a	0.00 a	0.00 a
WF 4-1	0.00 a	0.00 a	0.00 a
WF 10-1	0.00 a	0.00 a	0.00 a
WA 20-3	1.94 c	2.07 c	1.70 d
WA 21-3	0.00 a	1.27 b	0.00 a
WA 22-3	1.38 b	1.40 b	1.36 c
RF 10-1	1.34 b	0.00 a	0.00 a
RF 12-4	0.00 a	0.00 a	0.00 a
RF 22-1	1.22 b	1.91 c	1.17 b

Isolates	Inhibition value		
	B. japonicum	*B. liaoningense*	*B. daqingense*
RF 23-1	0.00 a	0.00 a	0.00 a
CV. (%)	15.17	19.05	12.94

* Average rhizobium inhibition within the same rhizobium species, means followed by the same letter are not signifcantly different at α = 0.05 by Tukey's post hoc multiple mean comparison tests.

สรุปผลการทดลอง

แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ WF 4-1 มีความสามารถในการสร้าง siderophore ดีที่สุด สายพันธุ์ WF 10-1 มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตดีที่สุด ส่วนสายพันธุ์แอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝนที่มีการสร้างกรดอินโดลอะซีติกมีจำนวนทั้งหมด 42 32 และ 29 สายพันธุ์ ตามลำดับ เมื่อคัดเลือกสายพันธุ์แอคติโนมัยสีทที่มีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช 10 สายพันธุ์ มาทดสอบความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุโรคพืช พบว่า แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ WF 4-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคพืช *E. carotovora* pv. *carotovora*, *R. solanacearum*, *X. axonopodis* pv. *glycines* และ *X. oryzae* pv. *oryzae* ได้ดีที่สุด ส่วนสายพันธุ์ WA 20-3 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *X. campestris* pv. *campestris* ได้ดีที่สุด การทดสอบการยับยั้งการเจริญของเชื้อราก่อโรคพืช พบว่า แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ RF 23-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชดังกล่าวได้ทุกสายพันธุ์ และพบว่าแอคติโนมัยสีท สายพันธุ์ WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิด คือ *B. japonicum* DASA 02006, *B. liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084 ดังนั้นจึงสามารถใช้แอคติโนมัยสีทสายพันธุ์ WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ร่วมกับการใช้ไรโซเบียมทั้ง 3 ชนิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพและนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Anand, T.P., A.W.Bhat, Y.S.Shouche, U. Roy, J. Siddharth and S.P. Sarma. 2006. Antimicrobial activity of marine bacteria associated with sponges from the waters off the coast of South East India. *Microbiol. Res.* 161(3): 252-262.

Bric, J.M., R.M. Bostock and S.E. Silverstone. 1991. Rapid *in situ* assay for indole acetic acid production by bacteria immobilized on a nitrocellulose membrane. *Appl. Environ. Microbiol*. 57: 535-538.

El-Gammal, E.W., H.A. Shalaby, H.M. Ashry and A.I. El-Diwany. 2014. In vitro action of *Streptomyces griseolus* proteases as bio-control on *Fasciola gigantic* Eggs. *J. Bacteriol. Parasitol.* 5: 192. doi: 10.4172/2155-9597.1000192.

Khamna, S., A. Yokota and S. Lumyong. 2009. Actinomycetes isolated from medicinal plant rhizosphere soils: diversity and screening of antifungal compounds, indole-3-acetic acid and siderophore production. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 25: 649–655.

Law, J.W.F., H.L. Ser, T.M. Khan, L.H. Chuah, P. Pusparajah, K.G. Chan, B.H. Goh and L.H. Lee. 2017. The potential of Streptomyces as biocontrol agents against the rice blast fungus, *Magnaporthe oryzae* (*Pyricularia oryzae*). *Front. Microbiol.* 8: 3. doi: 10.3389/fmicb.2017.00003.

Milagres, A.M.F., M. Angela and N. Diovana. 1999. Detection of siderophore production from several fungi and bacteria by a modification of chrome azurol S (CAS) agar plate assay. *J. Microbiol. Methods.* 37: 1-6.

Mukerji K.G., C. Manoharachary and J. Singh. 2006. *Microbial activity in the rhizosphere*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 349 p.

Soltanzadeh, M., M.S. Nejad and G.H.S. Bonjar. 2016. Application of soil-borne actinomycetes for biological control against *Fusarium* wilt of chickpea (*Cicer arietinum*) caused by *Fusarium solani* fsp *pisi*. *J. Phytopathol.* 194: 967–978.

Sreevidya, M. S. Gopalakrishnan, H. Kudapa and R.K. Varshney. 2016. Exploring plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost and rhizosphere soil for yield enhancement in chickpea. *Braz. J. Microbiol.* 47(1): 85–95.

Tokala, R.K., J.L. Strap, C.M. Jung, D.L. Crawford, M.H. Salove, L.A. Deobald, J.F. Bailey and M.J.Morra. 2002. Novel plant-microbe rhizosphere interaction involving *Streptomyces lydicus* WYEC108 and the pea plant (*Pisum sativum*). *Appl. Environ. Microbiol.* 68(5): 2161-2171.

You, J.L., L.X. Cao, G.F. Liu, S.N. Zhou, H.M. Tan and Y.C. Lin. 2004. Isolation and characterization of actinomycetes antagonistic to pathogenic *Vibrio* spp. from nearshore marine sediments. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 21: 679–682.

การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและพืช ต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน

Fertilizer Management by Soil and Plant Analysis on Growth and Yield of Baby Corn

ทิวาพร ผดุง[1] ปัญจพร เลิศรัตน์[1] และภาณุมาศ โคตรพงศ์[2]
[1]กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
[2]กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

บทคัดย่อ

การจัดการปุ๋ยโดยพิจารณาจากปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินร่วมกับการปรับอัตราการใช้ปุ๋ยให้สอดคล้องกับความต้องการธาตุอาหารของพืชสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนปุ๋ยและเพิ่มผลตอบแทนจากการผลิตพืชได้ การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและพืชเปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยของเกษตรกรในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกข้าวโพดฝักอ่อน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร อัตรา 36-8-8 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 2) ใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช (0.75 FSPA) อัตรา 24-8-17 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3) ใส่ปุ๋ย 1 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช (1FSPA) อัตรา 32-11-23 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ 4) ใส่ปุ๋ย 1.25 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช (1.25 FSPA) อัตรา 40-14-29 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ผลการศึกษา พบว่า การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีให้การสะสมมวลชีวภาพน้ำหนักสดและมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของข้าวโพดฝักอ่อนไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช ให้ปริมาณผลผลิตฝักทั้งเปลือกและผลผลิตฝักปอกเปลือกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร เมื่อพิจารณาผลตอบแทนและผลกำไรที่ได้รับ พบว่า การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายปุ๋ยและให้ผลกำไรเพิ่มขึ้น 3,023 บาท/ ไร่

คำนำ

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชที่มีอายุสั้นจึงมีความต้องการปุ๋ยน้อยกว่าข้าวโพดที่บริโภคเมล็ดและข้าวโพดอาหารสัตว์ การให้ปุ๋ยในปริมาณมากเกินไปนอกจากไม่ได้ช่วยเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตแล้วธาตุอาหารจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังส่วนของต้นที่จะแปรสภาพเป็นส่วนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (Meneghetti *et al.*, 2012) สำหรับการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนของเกษตรกรโดยทั่วไปจะมีการให้ปุ๋ยตามอัตราที่แนะนำซึ่งเป็นการใช้ปุ๋ยอย่างกว้างๆ อาจไม่ตรงตามความต้องการของพืช เนื่องจากแต่ละพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่เท่ากันรวมทั้งสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกได้เปลี่ยนแปลงไป (Ross *et al.*, 2013) การให้ปุ๋ยในปริมาณเท่ากับที่พืชใช้ไปในแต่ละระยะการเจริญเติบโตทำให้มีการสูญเสียปุ๋ยน้อยลงส่งผลให้พืชใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการทดลองนี้จึงทำการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวโพดฝักอ่อนใช้ในการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตเพื่อให้พืชสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้

วิธีดำเนินการ

ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ SG 20 ซุปเปอร์ ใน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม จำนวน 3 แปลงๆ ละ 1 ไร่ ดินมีลักษณะเป็นดินร่วน pH 8.09 ECe 1.39 dS/m OM 1.51% มี Avail. P และ Exch.Ca สูงมาก มี Exch.K และ Exch.Mg ปานกลาง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 0.75 เท่า 1 เท่า และ 1.25 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช (Table 1) โดยกำหนดอัตราปุ๋ยจากผลการวิเคราะห์ดินและผลการประเมินความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพดฝักอ่อน (ทิวาพร และคณะ, 2559) ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ SG 20 ซุปเปอร์ แบบแถวคู่ ระยะปลูก 40 x 50 x 75 ซม. เก็บตัวอย่างต้นข้าวโพดฝักอ่อนในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะใบธง และระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตนำไปประเมินค่าร้อยละมวลแห้งต่อมวลสดวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหาร ปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ย

Table 1 Fertilizer treatments applied to baby corn throughout growing season.

Treatment	Nutrient rate (kg/rai)			Amount of fertilizer (kg/rai)			Total fertilizer
	N	P_2O_5	K_2O	16-16-16	46-0-0	0-0-60	
Farmer's practice	36	8	8	50	60		110
0.75FSPA	24	8	17	50	35	15	100
1FSPA	32	11	23	69	46	20	135
1.25FSPA	40	14	29	86	57	25	168

FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสะสมมวลชีวภาพ

ข้าวโพดฝักอ่อนมีมวลชีวภาพน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโต (Table 2, 3 และ 4) โดยต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่ใส่ปุ๋ย 1.25 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช มีแนวโน้มการสะสมมวลชีวภาพน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบสูงกว่าการให้ปุ๋ยในกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณที่มากกว่า ทั้งนี้เพราะปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการสังเคราะห์แสงจึงทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบที่เป็นแหล่งสร้างสารอาหารเพิ่มขึ้น

Table 2 Fresh and dry biomass of baby corn in the different fertilizer treatments at vegetative growth stage.

Treatments	Fresh biomass (g/plant)		Dry biomass (g/plant)	
	Stem and leaf	Root	Stem and leaf	Root
Farmers' practice	17.85	2.14	1.21	0.17
0.75FSPA	15.84	1.82	1.21	0.16
1FSPA	15.60	1.70	1.27	0.16
1.25FSPA	16.72	1.88	1.36	0.17
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	14.92	14.85	26.42	23.95

ns = non significant different, FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis



Table 3 Fresh and dry biomass of baby corn in the different fertilizer treatments at detasseling stage.

Treatments	Fresh biomass (g/plant)			Dry biomass (g/plant)		
	Stem and leaf	Flag leaf	Root	Stem and leaf	Flag leaf	Root
Farmers' practice	206.82	48.90	19.83	32.88	8.42	3.88
0.75FSPA	239.31	40.53	22.15	30.06	7.88	3.92
1FSPA	259.90	46.89	22.37	34.40	7.54	4.37
1.25FSPA	273.28	55.82	27.45	33.33	8.78	4.35
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	12.23	15.99	22.50	6.68	8.56	17.13

ns = non significant different, FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

Table 4 Fresh and dry biomass of baby corn in the different fertilizer treatments at harvesting stage.

Treatments	Fresh biomass (g/plant)			Dry biomass (g/plant)		
	Stem and leaf	Flag leaf	Root	Stem and leaf	Flag leaf	Root
Farmers' practice	316.05	24.60	14.93	61.90	5.77	1.79
0.75FSPA	341.05	29.38	16.88	57.63	6.49	2.01
1FSPA	327.99	29.33	16.06	61.48	6.84	1.91
1.25FSPA	365.03	33.18	16.01	64.50	7.19	2.00
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.61	33.21	13.28	9.94	31.64	11.51

ns = non significant different, FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

2. ปริมาณผลผลิต

2.1 น้ำหนักผลผลิตฝักทั้งเปลือก

การใส่ปุ๋ยกรรมวิธีต่างๆ ให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย 1.25 เท่าของอัตราประเมิน ให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกสูงที่สุด ส่วนการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกรให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกต่ำสุด (Table 5)

2.2 น้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือก

การใส่ปุ๋ยกรรมวิธีต่างๆ ให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือกแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของอัตราประเมิน ให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือกสูงที่สุด ส่วนการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร ให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือกต่ำสุด (Table 5)

2.3 ขนาดของผลผลิตฝักสดปอกเปลือก

คัดแยกขนาดฝักสดปอกเปลือกตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2551) พบว่า ต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่ได้รับปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธีให้ฝักขนาดกลาง (M) ซึ่งเป็นขนาดที่ผู้ส่งออกต้องการมากที่สุด (Table 5)

Table 5 Yield and yield components of baby corn in the different fertilizer treatments.

Treatments	Unhusked ear (kg/rai)	Husked ear (kg/rai)	Standard ears (%)		
			4-7 cm	7-9 cm	9-13 cm
Farmers' practice	1,792b	286.66b	13b	48b	39a
0.75FSPA	2,026a	324.10a	13b	51a	36a
1FSPA	1,915ab	308.35ab	17a	45b	38a
1.25FSPA	2,090a	307.39ab	19a	58a	23b
F-test	*	*	*	*	*
C.V. (%)	10.57	12.56	24.66	23.56	19.55

Mean within the same column followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.
* = significantly different at P<0.05, FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

3. ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ

การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของอัตราประเมิน มีค่าใช้จ่ายปุ๋ยและต้นทุนการผลิตทั้งหมดน้อยที่สุด สามารถลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยได้และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร (Table 6)

Table 6 Cost and economic returns of baby corn in the different fertilizer treatments.

Treatments	Fertilizer cost (Baht/rai)	Total cost (Baht/rai)	Yield price (Baht/rai)	Profit (Baht/rai)
Farmers' practice	1,380	3,580	5,733	2,153
0.75FSPA	1,259	3,459	6,482	3,023
1FSPA	1,702	3,902	6,167	2,265
1.25FSPA	2,145	4,345	6,148	1,803

สรุปผลการทดลอง

การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของอัตราประเมิน เป็นอัตราที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อนสามารถลดปริมาณการใช้ปุ๋ยและลดต้นทุนการผลิตได้เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร ซึ่งการใส่ปุ๋ยในอัตราดังกล่าวให้ปริมาณผลผลิตสูงและไม่ได้ทำให้คุณภาพผลผลิตและคุณค่าทางโภชนาการของผลผลิตฝักสดลดลง

เอกสารอ้างอิง

ทิวาพร ผดุง ภาณุมาศ โคตรพงศ์ ปัญจพร เลิศรัตน์ ศุภกาญจน์ หล่ายแปด และ การิตา จงเจือกลาง. 2559. การประเมินความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพดฝักอ่อนโดยการวิเคราะห์พืช. ว.วิทย์. กษ. 47(2)(พิเศษ): 657-660.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกษ. 1504-2550: ข้าวโพดฝักอ่อน. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Meneghetti, A. M., L.H.P. Nóbrega, S.C. Sampaio and R.G. Ferques. 2012. Mineral composition and growth of babycorn under swine wastewater combined with chemical fertilization. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental. 16(11): 1198-1205.

Ross, R.B., J.W. Haegele, M.L. Ruffo and F.E. Below. 2013. Modern corn hybrids' nutrient uptake pattern. Better Crops. 97(1): 7-10.

การจัดการปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและพืชต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน

Fertilizer Management by Soil and Plant Analysis on Growth and Yield of Baby Corn

ทิวาพร ผดุง ปัญจพร เลิศรัตน์ ภาณุมาศ โคตรพงศ์

[1]กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา
[2]กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the application of fertilizer through soil and plant analysis with farmer's practice. Baby corn were grown in the farmer field, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD) with 4 treatments consisted of 1) farmer's practice at the rate of 36-8-8 kg N-P_2O_5-K_2O/ rai 2) 0.75 fold of fertilizer based on soil and plant analysis at the rate of 24-8-17 kg N-P_2O_5-K_2O/ rai (0.75FSPA) 3) 1 fold of fertilizer based on soil and plant analysis at the rate of 32-11-23 kg N-P_2O_5-K_2O/ rai (1FSPA) and 4) 1.25 fold of fertilizer based on soil and plant analysis at the rate of 40-14-29 kg N-P_2O_5-K_2O/ rai) (1.25FSPA). The results showed that, there were no significant difference in fresh biomass and dry biomass. As for the baby corn yield, the application of 0.75 fold of fertilizer based on soil and plant analysis recorded higher number of unhusked ears and husked ear than the other treatments. Regarding the economic cost and net benefits, baby corn receiving 0.75 fold of fertilizer based on soil and plant analysis could reduced fertilizer cost and gave the greatest net profit of 3,023 baht/ rai.

Keywords: baby corn, fertilizer management, soil analysis, plant analysis

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินและพืชเปรียบเทียบกับการให้ปุ๋ยของเกษตรกรในการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกข้าวโพดฝักอ่อน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อคสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร อัตรา 36-8-8 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 2) ใส่ปุ๋ย 0.75 เท่า ของค่าวิเคราะห์ดินและพืช อัตรา 24-8-17 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (0.75FSPA) 3) ใส่ปุ๋ย 1 เท่า ของค่าวิเคราะห์ดินและพืช อัตรา 32-11-23 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (1FSPA) และ 4) ใส่ปุ๋ย 1.25 เท่า ของค่าวิเคราะห์ดินและพืช อัตรา 40-14-29 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (1.25FSPA) ผลการศึกษาพบว่า การใส่ปุ๋ยทุกกรรมวิธีให้การสะสมมวลชีวภาพน้ำหนักสดและมวลชีวภาพน้ำหนักแห้งของข้าวโพดฝักอ่อนไม่แตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่า ของค่าวิเคราะห์ดินและพืช ให้ปริมาณผลผลิตฝักทั้งเปลือกและผลผลิตฝักปอกเปลือกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร เมื่อพิจารณาผลตอบแทนและผลกำไรที่ได้รับ พบว่า การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช สามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายปุ๋ยและให้ผลกำไรเพิ่มขึ้น 3,023 บาท/ ไร่

คำสำคัญ: ข้าวโพดฝักอ่อน การจัดการปุ๋ย การวิเคราะห์ดิน การวิเคราะห์พืช

คำนำ

ข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชที่มีอายุสั้นจึงมีความต้องการปุ๋ยน้อยกว่าข้าวโพดที่บริโภคเมล็ดและข้าวโพดอาหารสัตว์ การให้ปุ๋ยในปริมาณมากเกินไปนอกจากไม่ได้ช่วยเพิ่มความสามารถในการให้ผลผลิตแล้วธาตุอาหารจะถูกเคลื่อนย้ายไปยังส่วนของต้นที่จะแปรสภาพเป็นส่วนที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (Meneghetti *et al*., 2012) สำหรับการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนของเกษตรกรโดยทั่วไปจะมีการให้ปุ๋ยตามอัตราที่แนะนำซึ่งเป็นการใช้ปุ๋ยอย่างกว้างๆ อาจไม่ตรงตามความต้องการของพืช เนื่องจากแต่ละพื้นที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่เท่ากันรวมทั้งสภาพแวดล้อมในการเพาะปลูกได้เปลี่ยนแปลงไป (Ross *et al*., 2013) การให้ปุ๋ยในปริมาณเท่ากับที่พืชใช้ไปในแต่ละระยะการเจริญเติบโตทำให้มีการสูญเสียปุ๋ยน้อยลง ส่งผลให้พืชใช้ปุ๋ยได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทดลองของ ทิวาพร และคณะ (2559) พบว่า ข้าวโพดฝักอ่อนมีความต้องการปริมาณธาตุอาหารที่ใช้ในการเจริญเติบโตในรูปปุ๋ยธาตุอาหารหลัก 15.32-4.92- 12.38 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และมีปริมาณปุ๋ยที่สูญเสียไปกับผลผลิต 1 ตัน เท่ากับ 2.73-1.02-1.55 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ดังนั้นการทดลองนี้จึงทำการให้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการประเมินปริมาณธาตุอาหารที่ข้าวโพดฝักอ่อนใช้ในการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียไปกับผลผลิตเพื่อให้พืชสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์และสามารถลดต้นทุนการผลิตได้

วิธีดำเนินการ

วิธีการ

ดำเนินการทดลองในแปลงปลูกข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ SG 20 ซุปเปอร์ ในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม จำนวน 3 แปลงๆ ละ 1 ไร่ ดินมีลักษณะเป็นดินร่วน pH 8.09 EC 1.39 dS/m OM 1.51% มี Avail. P และ Exch.Ca สูงมาก มี Exch.K และ Exch.Mg ปานกลาง วางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ ใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร ใส่ปุ๋ย 0.75 เท่า 1 เท่า และ 1.25 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช (Table 1) โดยกำหนดอัตราปุ๋ยจากผลการวิเคราะห์ดินและผลการประเมินความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพดฝักอ่อน (ทิวาพร และคณะ, 2559) ปลูกข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ SG20 ซุปเปอร์ แบบแถวคู่ ระยะปลูก 40 x 50 x 75 ซม. เก็บตัวอย่างต้นข้าวโพดฝักอ่อนในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้น ระยะใบธงและระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตนำไปประเมินค่าร้อยละมวลแห้งต่อมวลสดวิเคราะห์ความเข้มข้นธาตุอาหาร ปริมาณผลผลิตและผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ย

ระยะเวลา: มกราคม 2558 – ธันวาคม 2558

สถานที่ดำเนินการ:
1. แปลงเกษตรกร ตำบลหนองกระทุ่ม อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
3. กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
4. กลุ่มวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวพืชสวน กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

Table 1 Fertilizer treatments applied to baby corn throughout growing season

Treatments	Nutrient rate (kg/rai)			Amount of fertilizer (kg/rai)			Total fertilizer
	N	P_2O_5	K_2O	16-16-16	46-0-0	0-0-60	(kg/rai)
Farmer's practice	36	8	8	50	60	-	110
0.75FSPA	24	8	17	50	35	15	100
1FSPA	32	11	23	69	46	20	135
1.25FSPA	40	14	29	86	57	25	168

FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การสะสมมวลชีวภาพ

ข้าวโพดฝักอ่อนมีมวลชีวภาพน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโต (Table 2, 3 และ 4) โดยต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่ใส่ปุ๋ย 1.25 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช มีแนวโน้มการสะสมมวลชีวภาพน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของลำต้นและใบสูงกว่าการให้ปุ๋ยในกรรมวิธีอื่นๆ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการได้รับปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณมาก เพราะปุ๋ยไนโตรเจนมีผลต่อการสังเคราะห์แสงจึงทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบที่เป็นแหล่งสร้างสารอาหารเพิ่มขึ้น

Table 2 Fresh and dry biomass of baby corn in the different fertilizer treatments at vegetative growth stage

Treatments	Fresh biomass (g/plant)		Dry biomass (g/plant)	
	Stem and leaf	Root	Stem and leaf	Root
Farmer's practice	17.85	2.14	1.21	0.17
0.75FSPA	15.84	1.82	1.21	0.16
1FSPA	15.60	1.70	1.27	0.16
1.25FSPA	16.72	1.88	1.36	0.17
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	14.92	14.85	26.42	23.95

ns = non significant different, FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

Table 3 Fresh and dry biomass of baby corn in the different fertilizer treatments at detasseling stage

Treatments	Fresh biomass (g/plant)			Dry biomass (g/plant)		
	Stem and leaf	Flag leaf	Root	Stem and leaf	Flag leaf	Root
Farmer's practice	206.82	48.90	19.83	32.88	8.42	3.88
0.75FSPA	239.31	40.53	22.15	30.06	7.88	3.92
1FSPA	259.90	46.89	22.37	34.40	7.54	4.37
1.25FSPA	273.28	55.82	27.45	33.33	8.78	4.35
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	12.23	15.99	22.50	6.68	8.56	17.13

ns = non significant different, FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

Table 4 Fresh and dry biomass of baby corn in the different fertilizer treatments at harvesting stage

Treatments	Fresh biomass (g/plant)			Dry biomass (g/plant)		
	Stem and leaf	Root	Ear	Stem and leaf	Root	Ear
Farmer's practice	316.05	24.60	14.93	61.90	5.77	1.79
0.75FSPA	341.05	29.38	16.88	57.63	6.49	2.01
1FSPA	327.99	29.33	16.06	61.48	6.84	1.91
1.25FSPA	365.03	33.18	16.01	64.50	7.19	2.00
F-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	11.61	33.21	13.28	9.94	31.64	11.51

ns = non significant different, FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

3. ปริมาณผลผลิต

2.1 น้ำหนักผลผลิตฝักทั้งเปลือก

การใส่ปุ๋ยกรรมวิธีต่างๆ ให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ย 1.25 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืชให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกสูงที่สุด คือ 2,090 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกรให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดทั้งเปลือกต่ำสุดคือ 1,792 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 5)

2.2 น้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือก

การใส่ปุ๋ยกรรมวิธีต่างๆ มีน้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือกแตกต่างกันทางสถิติ การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืชให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือกสูงที่สุด คือ 324.10 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกรให้น้ำหนักผลผลิตฝักสดปอกเปลือกต่ำสุด คือ 286.66 กิโลกรัมต่อไร่ (Table 5)

2.3 ขนาดของผลผลิตฝักสดปอกเปลือก

คัดแยกขนาดฝักสดปอกเปลือกตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2551) เป็น 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดเล็ก (S) มีความยาว 4-7 เซนติเมตร ขนาดกลาง (M) มีความยาว 7-9 เซนติเมตร และขนาดใหญ่ (L) มีความยาว 9-13 เซนติเมตร พบว่า ต้นข้าวโพดฝักอ่อนที่ได้รับปุ๋ยในแต่ละกรรมวิธีให้ฝักขนาดกลาง (M) ซึ่งเป็นขนาดที่ผู้ส่งออกต้องการมากที่สุด

Table 5 Yield and yield components of baby corn in the different fertilizer treatments

Treatments	Unhusked ear (kg/rai)	Husked ear (kg/rai)	Standard ears (%)		
			4-7 cm	7-9 cm	9-13 cm
Farmer's practice	1,792 b	286.66 b	13 b	48 b	39 a
0.75FSPA	2,026 a	324.10 a	13 b	51 a	36 a
1FSPA	1,915 ab	308.35 ab	17 a	45 b	38 a
1.25FSPA	2,090 a	307.39 ab	19 a	58 a	23 b
F-test	*	*	*	*	*
CV (%)	10.57	12.56	24.66	23.56	19.55

Means within the column followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$

* = significantly different at $P < 0.05$, FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

3. ต้นทุนและผลตอบแทนจากการผลิตข้าวโพดฝักอ่อน

การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช มีค่าใช้จ่ายปุ๋ยและต้นทุนการผลิตทั้งหมดน้อยที่สุด สามารถลดต้นทุนจากการใช้ปุ๋ยได้ 9% หรือ 121 บาทต่อไร่ และให้ผลผลิตสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร 13% หรือ 37 กิโลกรัมต่อไร่ มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายผลผลิต 749 บาทต่อไร่ และมีกำไรมากกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร 40% หรือ 870 บาทต่อไร่ (Table 6)

Table 6 Cost and economic returns of baby corn in the different fertilizer treatments

Treatments	Fertilizer cost (Baht/rai)	Total cost (Baht/rai)	Yield value (Baht/rai)	Profit (Baht/rai)
Farmer's practice	1,380	3,580	5,733	2,153
0.75FSPA	1,259	3,459	6,482	3,023
1FSPA	1,702	3,902	6,167	2,265
1.25FSPA	2,145	4,345	6,148	1,803

FSPA = fertilizer based on soil and plant analysis

สรุปผลการทดลอง

การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืชให้ปริมาณผลผลิตฝักทั้งเปลือกและผลผลิตฝักปอกเปลือกสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร เมื่อประเมินค่าใช้จ่ายปุ๋ยและต้นทุนการผลิตทั้งหมด พบว่า การใส่ปุ๋ย 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืชสามารถลดค่าใช้จ่ายปุ๋ยได้และให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นทำให้มีกำไรสูงกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

การใส่ปุ๋ยอัตรา 0.75 เท่าของค่าวิเคราะห์ดินและพืช (24-8-17 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่) เป็นอัตราที่เหมาะสมในการปลูกข้าวโพดฝักอ่อนในดินร่วนที่มีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำและมีปฏิกิริยาดินเป็นด่างปานกลาง ซึ่งการใส่ปุ๋ยในอัตราดังกล่าวไม่ได้มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและปริมาณผลผลิตของข้าวโพดฝักอ่อน แต่สามารถลดปริมาณปุ๋ยได้ประมาณ 7% และลดต้นทุนการผลิตได้ 9% เมื่อเปรียบเทียบกับการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร

เอกสารอ้างอิง

ทิวาพร ผดุง, ภาณุมาศ โคตรพงศ์, ปัญจพร เลิศรัตน์ และศุภกาญจน์ หล่ายแปด. 2559. การประเมินความต้องการธาตุอาหารของข้าวโพดฝักอ่อนโดยการวิเคราะห์พืช. *ว. วิทย์. กษ.* 47(2)(พิเศษ): 657-660.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2551. *มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกษ. 1504-2550: ข้าวโพดฝักอ่อน*. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Meneghetti, A. M., L.H.P. Nóbrega, S.C. Sampaio and R.G. Ferques. 2012. Mineral Composition and Growth of Babycorn under Swine Wastewater Combined with Chemical Fertilization. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental.* 16(11): 1198-1205.

Ross, R.B., J.W. Haegele, M.L. Ruffo and F.E. Below. 2013. Modern corn hybrids' nutrient uptake pattern. Better Crops. 97(1): 7-10

ผลของพืชอาศัยต่อการเพิ่มปริมาณสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

EFFECT OF HOSTS ON SPORE PRODUCTION OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGUS

นิศารัตน์ ทวีนุต ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

การทดสอบการเพิ่มปริมาณสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (*Glomus intraradices*) ในสภาพโรงเรือน โดยปลูกพืชอาศัย 8 ชนิด ได้แก่ 1) ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 2) ข้าวโพดตากฟ้า3 3) หญ้ารูซี่ 4) หญ้ากินีสีม่วง 5) หญ้าอะตราตัม 6) หญ้าพลิแคทูลัม 7) ถั่วคาวาลเคด และ 8) ถั่วท่าพระสไตโล ในช่วงเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม 2560 (ชุดที่ 1) และมิถุนายนถึงกันยายน 2560 (ชุดที่ 2) ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มปริมาณสปอร์โดยใช้หญ้ารูซี่ทำให้มีปริมาณสปอร์มากที่สุด คือ 66 และ 49 สปอร์ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม ในการทดลองชุดที่ 1 การปลูกข้าวโพดนครสวรรค์3 หญ้ากินีสีม่วง หญ้าอะตราตัม หญ้าพลิแคทูลัม และข้าวโพดตากฟ้า3 ทำให้มีปริมาณสปอร์รองมาจากการปลูกหญ้ารูซี่ คือ 59 49 44 31 และ 30 สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนการปลูกถั่วท่าพระสไตโลและถั่วคาวาลเคด ทำให้ปริมาณสปอร์เพิ่มได้น้อยที่สุด คือ 25 และ 18 สปอร์ต่อกรัม ในการทดลองชุดที่ 2 หญ้าพลิแคทูลัม หญ้าอะตราตัม หญ้ากินีสีม่วง ถั่วท่าพระสไตโล และถั่วคาวาลเคด ทำให้การเพิ่มปริมาณของสปอร์รองลงมาจากหญ้ารูซี่ คือ 46 44 37 34 และ 26 สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 และข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 ทำให้มีปริมาณสปอร์น้อยที่สุด 18 และ 21 สปอร์ต่อกรัม

Abstract

In greenhouse experiment, the spore production of mycorrhiza (*Glomus intraradices*) was carried out by growing 8 host plant species (Maize (Nakhon Sawan 3), Maize (Takfa 3), Ruzi grass, Purple guinea grass, Atratum grass, Plicatulum grass, Cavalcade and Thapra-stylo) from April to July in 2017 (set 1) and from June to September in 2017 (set 2). In both experiments, the results show that the amount of spores in pot with Ruzi grass planting were the most (66 and 49 spores/1 g medium). In set 1, the spores in pots grown with Maize (Nakhon Sawan 3), Purple guinea grass, Atratum grass, Plicatulum grass and Maize (Takfa 3) were less than that of Ruzi grass such as 59, 49, 44, 31 and 30 spores/g medium, respectively. Meanwhile the spores in pots grown with Thapra-stylo and Cavalcade were the lowest such as 25 and 18 spores/g medium. In set 2, Plicatulum grass, Atratum grass, Purple guinea grass, Thapra-stylo and Cavalcade treatments show that the spore production were less than Ruzi grass treatment such as 46, 44, 37, 34 and 26 spores/g medium, respectively. In addition, Maize (Nakhon Sawan 3) and Maize (Takfa 3) treatments showed the lowest spore production (18 and 21 spores/g medium).

คำนำ

ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นกลุ่มราที่อยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัย โดยที่ราให้ประโยชน์ในด้านธาตุอาหาร เพิ่มความต้านทานหรือทนต่อความเครียดที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงช่วยในด้านป้องกันโรคให้แก่พืช ดังนั้นราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจึงถูกผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร โดยทั่วไปปริมาณสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสภาพธรรมชาติจะมีปริมาณน้อยกว่าเมื่อมีการเพาะปลูกร่วมกับพืชในสภาพเรือนทดลอง ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติที่ไม่สามารถควบคุมได้ พืชอาศัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเพิ่มปริมาณสปอร์ เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงและกระทบต่อการเจริญเติบโตของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยตรงอันเนื่องมาจากเป็นการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย ถึงแม้ว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะสามารถอยู่ร่วมกับพืชได้อย่างกว้างขวางและสามารถสร้างสปอร์ขึ้นได้ก็ตาม แต่เพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพให้ได้ประสิทธิภาพ การทดลองจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาพืชอาศัยที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการสร้างสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้มากที่สุด



Spore production of arbuscular mycorrhzal fungus by pot culture method, A) set 1: experiment in April - July, 2017, B) set 2: experiment in June - September, 2017.

วิธีดำเนินการ

เตรียมราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (*Glomus intraradices*) เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อให้ได้ 25 สปอร์ต่อกรัม และเมล็ดพืชอาศัยจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 ข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 หญ้ารูซี่ หญ้ากินีสีม่วง หญ้าอะตราตัม หญ้าพลิแคทูลัม ถั่วคาวาลเคด และถั่วท่าพระสไตโล ล้างเมล็ดพืชก่อนนำไปปลูกด้วย sodium hypochlorite 1 เปอร์เซ็นต์ และเตรียมวัสดุปลูก (ดิน:ทราย, 1:1 (v/v)) นึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปใส่ในกระถางทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร

ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกระถางพร้อมกับการปลูกพืชอาศัยตามกรรมวิธีทดลอง ทำการทดลอง 2 ชุด ชุดที่ 1 ปลูกพืชในเดือนเมษายน ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ชุดที่ 2 ปลูกในเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน พ.ศ. 2560 ทั้งสองชุดวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 6 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ได้แก่ 1.ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 (แบบเดิม) 2.ข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 3.หญ้ารูซี่ 4. หญ้ากินีสีม่วง 5.หญ้าอะตราตัม 6.หญ้าพลิแคทูลัม 7.ถั่วคาวาลเคด 8.ถั่วท่าพระสไตโล เมื่อพืชมีอายุครบ 13 สัปดาห์ ตรวจนับจำนวนสปอร์ในวัสดุปลูกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบการเพิ่มปริมาณสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาด้วยการปลูกพืชอาศัยในกระถาง พบว่า การเพิ่มปริมาณสปอร์โดยใช้หญ้ารูซี่ทำให้มีปริมาณสปอร์มากที่สุด คือ 66 และ 49 สปอร์ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม ในการทดลองชุดที่ 1 การปลูกข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 หญ้ากินีสีม่วง หญ้าอะตราตัม หญ้าพลิแคทูลัม และข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 ทำให้มีปริมาณสปอร์รองมาจากการปลูกหญ้ารูซี่ คือ 59 49 44 31 และ 30 สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนการปลูกถั่วท่าพระสไตโลและถั่วคาวาลเคด ทำให้ปริมาณสปอร์เพิ่มได้น้อยที่สุด คือ 25 และ 18 สปอร์ต่อกรัม ในการทดลองชุดที่ 2 หญ้าพลิแคทูลัม หญ้าอะตราตัม หญ้ากินีสีม่วง ถั่วท่าพระสไตโล และถั่วคาวาลเคด ทำให้การเพิ่มปริมาณของสปอร์รองลงมาจากหญ้ารูซี่ คือ 46 44 37 34 และ 26 สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 และข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 ทำให้มีปริมาณสปอร์น้อยที่สุด 18 และ 21 สปอร์ต่อกรัม (Table 1) จากการทดลองของ Kaushish *et al.* (2011a; 2011b) ได้ทดสอบผลของพืชอาศัยสามชนิด ได้แก่ ตะไคร้ หัวหอม และโสน ต่อการสร้างสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่า *Acaulospora laevis* เกิดการสร้างสปอร์ได้ดีที่สุดในโสน ส่วน *Glomus mosseae* สร้างสปอร์ได้ดีที่สุดในตะไคร้ ในการทดสอบของ Mangla *et al.* (2012) ทดสอบการผลิตสปอร์ของ *Acaulospora laevis* และ *Glomus mosseae* ด้วยการใช้ข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ พบว่า ราทั้งสองสร้างสปอร์ได้ดีในข้าวสาลีมากกว่าในข้าวบาร์เลย์ ดังนั้นจากผลการทดลองที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่าพืชอาศัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การผลิตสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการผลิตสปอร์ เช่น วัสดุในการเพาะปลูก และระยะเวลาในการเพาะปลูก เป็นต้น ดังนั้นในการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด จะต้องนำพืชอาศัยที่เหมาะสมต่อชนิดของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไปทดลองร่วมกับปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการสร้างสปอร์ต่อไป

Table 1 Effect of plant hosts on *Glomus intraradices* spore production during April - July B.E. 2560 and June - September B.E. 2560 in greenhouse trial.

Hosts	Planting period	
	April-July	June-September
	Spores/g medium	Spores/g medium
Maize (Nakhon Sawan 3)	59 ab	18 b
Maize (Takfa 3)	30 cd	21 b
Ruzi grass	66 a	49 a
Purple guinea grass	49 ab	37 ab
Atratum grass	44 bc	44 a
Plicatulum grass	31 cd	46 a
Cavalcade	18 d	26 ab
Thapra-stylo	25 d	34 ab
C.V. (%)	16.5	29.2

Means within the same columns, followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

สรุปผลการทดลอง

หญ้ารูซี่เป็นพืชอาศัยที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* ภายใต้สภาพเรือนทดลอง และทำให้การผลิตสปอร์ได้มากทั้งสองช่วงเวลาการเพาะปลูก ซึ่งมีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

Kaushish, S., A. Kumar and A. Aggarwal. 2011a. Influence of Hosts and Substrates on Mass Multiplication of *Glomus mosseae*. *Afri. J. of Agric. Res.* 6(13): 2971-2977.

Kaushish, S., A. Kumar, C. Mangla and A. Aggarwal. 2011b. Mass Multiplication of AM Inoculum: Effect of Hosts and Substrates in Rapid Culturing of *Acaulospora laevis*. *Indian Phytopath.* 64(2): 159-163.

Mangla, C., A. Kumar and A. Aggarwal. 2012. Inoculum Production of Endophytic Mycorrhiza Using Mustard Seed Waste as Substrate. *J. on New Biol. Reports* 1(2): 61-66.

ผลของพืชอาศัยต่อการเพิ่มปริมาณสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา
Effect of Hosts on Spore Production of Arbuscular Mycorrhizal Fungus

นิศารัตน์ ทวีนุต *ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต*

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

In greenhouse experiment, the spore production of mycorrhiza (*Glomus intraradices*) was carried out by growing 8 host plant species (Maize (Nakhon Sawan 3), Maize (Takfa 3), Ruzi grass, Purple guinea grass, Atratum grass, Plicatulum grass, Cavalcade and Thapra-stylo) from April to July in 2017 (set 1) and from June to September in 2017 (set 2). In both experiments, the results showed that the amount of spores in pot with Ruzi grass planting were the most (66 and 49 spores/1 g medium). In set 1, the spores in pots grown with Maize (Nakhon Sawan 3), Purple guinea grass, Atratum grass, Plicatulum grass and Maize (Takfa 3) were lower than that of Ruzi grass such as 59, 49, 44, 31 and 30 spores/g medium, respectively. Meanwhile the spores in pots grown with Thapra-stylo and Cavalcade were the lowest such as 25 and 18 spores/g medium. In set 2, Plicatulum grass, Atratum grass, Purple guinea grass, Thapra-stylo and Cavalcade treatments showed that the spore production were lower than Ruzi grass treatment such as 46, 44, 37, 34 and 26 spores/g medium, respectively. In addition, Maize (Nakhon Sawan 3) and Maize (Takfa 3) treatments showed the lowest spore production (18 and 21 spores/g medium).

Keywords: Arbuscular mycorrhizal fungi, Host plant, Spore production

บทคัดย่อ

การทดสอบการเพิ่มปริมาณสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (*Glomus intraradices*) ในสภาพโรงเรือน โดยปลูกพืชอาศัย 8 ชนิด ได้แก่ 1) ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 2) ข้าวโพดตากฟ้า3 3) หญ้ารูซี่ 4) หญ้ากินีสีม่วง 5) หญ้าอะตราตัม 6) หญ้าพลิแคทูลัม 7) ถั่วคาวาลเคด และ 8) ถั่วท่าพระสไตโล ในช่วงเดือนเมษายนถึงกรกฎาคม 2560 (ชุดที่ 1) และมิถุนายนถึงกันยายน 2560 (ชุดที่ 2) ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มปริมาณสปอร์โดยใช้หญ้ารูซี่ทำให้มีปริมาณสปอร์มากที่สุด คือ 66 และ 49 สปอร์ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม ในการทดลองชุดที่ 1 การปลูกข้าวโพด นครสวรรค์3 หญ้ากินีสีม่วง หญ้าอะตราตัม หญ้าพลิแคทูลัม และข้าวโพดตากฟ้า3 ทำให้มีปริมาณสปอร์รองมาจากการปลูกหญ้ารูซี่ คือ 59 49 44 31 และ 30 สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนการปลูกถั่วท่าพระสไตโลและถั่วคาวาลเคด ทำให้ปริมาณสปอร์เพิ่มได้น้อยที่สุด คือ 25 และ 18 สปอร์ต่อกรัม ในการทดลองชุดที่ 2 หญ้าพลิแคทูลัม หญ้าอะตราตัม หญ้ากินีสีม่วง ถั่วท่าพระสไตโล และถั่วคาวาลเคด ทำให้การเพิ่มปริมาณของสปอร์รองลงมาจากหญ้ารูซี่ คือ 46 44 37 34 และ 26 สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 และข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 ทำให้มีปริมาณสปอร์น้อยที่สุด 18 และ 21 สปอร์ต่อกรัม

คำสำคัญ: การเพิ่มจำนวนสปอร์ พืชอาศัย ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

คำนำ

ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาเป็นกลุ่มราที่อยู่ร่วมกับพืชแบบพึ่งพาอาศัย โดยที่ราให้ประโยชน์ในด้านธาตุอาหาร เพิ่มความต้านทานหรือทนต่อความเครียดที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม รวมไปถึงช่วยในด้านป้องกันโรคให้แก่พืช ดังนั้นราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจึงถูกผลิตเป็นปุ๋ยชีวภาพเพื่อใช้ประโยชน์ทางการเกษตร ดังนั้นการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจึงต้องมีวิธีการผลิตที่รวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ปุ๋ยชีวภาพที่เพียงพอต่อความต้องการ ในการเจริญเติบโตของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซามีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการสร้างเส้นใยและการผลิตสปอร์ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ความเป็นเกลือของดิน แสงแดด และฤดูกาล เป็นต้น (Sylvia and Neal, 1990; Silva and Uchida, 2000; Al-Khaliel, 2010; Ghorbani *et al*., 2012; Stoklosa and Madani, 2013) ยิ่งไปกว่านั้นชนิดของพืชก็เป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตสปอร์เช่นกัน ซึ่งพบได้กับทั้งพืชที่ปลูกในสภาพกระถางและในแปลง (Smith and Read, 1997) Chaurasia and Khare (2005) ได้ทดสอบการผลิตราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาที่เก็บจากสภาพธรรมชาติกับพืชสี่ชนิด พบว่า ข้าวบาร์เล่ย์ (*Hordeum vulgare*) มีการสร้างเส้นใยและสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้มากที่สุด ถึงแม้ว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะสามารถอยู่ร่วมกับพืชได้หลายชนิด อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Klironomos (2000) พบว่า ระดับการตอบสนองระหว่างราต่างชนิดและพืชต่างชนิดนั้นจะมีระดับที่แตกต่างกัน ดังนั้นการค้นหาปัจจัยที่เหมาะสมที่สุดต่อการผลิตจึงเป็นการลดเวลาและต้นทุนเพื่อปรับปรุงและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพต่อไป

โดยทั่วไปปริมาณสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในสภาพธรรมชาติจะมีปริมาณสปอร์น้อยกว่าในสภาพเรือนทดลอง เนื่องจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติไม่สามารถควบคุมได้ พืชอาศัยและธาตุอาหารในดินเป็นปัจจัยที่มีการควบคุมและปรับเปลี่ยนได้ง่ายและมีต้นทุนต่ำ ดังนั้น การจัดการดังกล่าวน่าจะเพิ่มศักยภาพในการผลิตสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้สูงขึ้นได้ในสภาพเรือนทดลอง พืชอาศัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการเพิ่มปริมาณสปอร์ เนื่องจากพืชอาศัยมีการเปลี่ยนแปลงและกระทบต่อการเจริญเติบโตของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาโดยตรงอันเนื่องมาจากเป็นการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย ในการผลิตควรเลือกชนิดพืชที่มีคุณสมบัติดังนี้ เหมาะสมกับสภาพอากาศในเรือนเพาะชำที่มีอยู่ สามารถปลูกในดินได้หลายชนิด มีอัตราการเจริญเติบโตของรากปานกลาง มีระบบรากที่แตกแขนงมาก มีการสังเคราะห์แสงได้สูง และทนต่อโรคและแมลง ถึงแม้ว่าราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาจะสามารถอยู่ร่วมกับพืชได้อย่างกว้างขวางและสามารถสร้างสปอร์ขึ้นได้ก็ตาม แต่เพื่อวัตถุประสงค์ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพให้ได้ประสิทธิภาพ การทดลองจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบหาพืชอาศัยที่เหมาะสมที่ทำให้เกิดการสร้างสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาได้มากที่สุด

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

เมล็ดพืชอาศัย กระถาง วัสดุปลูก สารเคมี ตะแกรงร่อนสปอร์ เครื่องปั่นเหวี่ยง กล้องจุลทรรศน์ และหม้อนึ่งความดันไอน้ำ

วิธีการ

เตรียมราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา (*Glomus intraradices*) เพื่อใช้เป็นหัวเชื้อให้ได้ 25 สปอร์ต่อกรัม และเตรียมเมล็ดพืชอาศัยจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 ข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 หญ้ารูซี่ หญ้ากินีสีม่วง หญ้าอะตราตัม หญ้าพลิแคทูลัม ถั่วคาวาลเคด และถั่วท่าพระสไตโล ล้างเมล็ดพืชก่อนนำไปปลูกด้วย sodium hypochlorite 1 เปอร์เซ็นต์ และเตรียมวัสดุปลูก (ดิน:ทราย, 1:1 (v/v)) นึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วนำไปใส่ในกระถางทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร

ใส่ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในกระถางพร้อมกับการปลูกพืชอาศัยตามกรรมวิธีทดลอง ทำการทดลอง 2 ชุด (Figure 1) ชุดที่ 1 ปลูกพืชในเดือนเมษายน ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ชุดที่ 2 ปลูกในเดือนมิถุนายน ถึง กันยายน พ.ศ. 2560 ทั้งสองชุดวางแผนการทดลองแบบ RCB จำนวน 6 ซ้ำ 8 กรรมวิธี ได้แก่

1. ข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์ 3 (แบบเดิม)
2. ข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า 3
3. หญ้ารูซี่
4. หญ้ากินีสีม่วง
5. หญ้าอะตราตัม
6. หญ้าพลิแคทูลัม
7. ถั่วคาวาลเคด
8. ถั่วท่าพระสไตโล

เมื่อพืชมีอายุครบ 13 สัปดาห์ สุ่มเก็บวัสดุปลูกเพื่อตรวจสอบปริมาณสปอร์ โดยแยกสปอร์จากวัสดุปลูกด้วยวิธี wet sieving and decanting method (Gerdemann and Nicolson, 1963) จากนั้นตรวจนับจำนวนสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

วิเคราะห์ข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เวลาและสถานที่

ระยะเวลา ตุลาคม 2559 ถึง กันยายน 2560

สถานที่ดำเนินการ กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการทดสอบการเพิ่มปริมาณสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาด้วยการปลูกพืชอาศัยในกระถาง พบว่า การเพิ่มปริมาณสปอร์โดยใช้หญ้ารูซี่ทำให้มีปริมาณสปอร์มากที่สุด คือ 66 และ 49 สปอร์ต่อวัสดุปลูก 1 กรัม ในการทดลองชุดที่ 1 การปลูกข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 หญ้ากินีสีม่วง หญ้าอะตราตัม หญ้าพลิแคทูลัม และข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 ทำให้มีปริมาณสปอร์รองมาจากการปลูกหญ้ารูซี่ คือ 59 49 44 31 และ 30 สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนการปลูกถั่วท่าพระสไตโลและถั่วคาวาลเคด ทำให้ปริมาณสปอร์เพิ่มได้น้อยที่สุด คือ 25 และ 18 สปอร์ต่อกรัม ในการทดลองชุดที่ 2 หญ้าพลิแคทูลัม หญ้าอะตราตัม หญ้ากินีสีม่วง ถั่วท่าพระสไตโล และถั่วคาวาลเคด ทำให้การเพิ่มปริมาณของสปอร์รองลงมาจากหญ้ารูซี่ คือ 46 44 37 34 และ 26 สปอร์ต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนข้าวโพดพันธุ์นครสวรรค์3 และ ข้าวโพดพันธุ์ตากฟ้า3 ทำให้มีปริมาณสปอร์น้อยที่สุด 18 และ 21 สปอร์ต่อกรัม (Table 1) จากการทดลองของ Kaushish *et al.* (2011a; 2011b) ได้ทดสอบผลของพืชอาศัยสามชนิด ได้แก่ ตะไคร้ หัวหอม และโสน ต่อการสร้างสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาพบว่า *Acaulospora laevis* เกิดการสร้างสปอร์ได้ดีที่สุดในโสน ส่วน *Glomus mosseae* สร้างสปอร์ได้ดีที่สุดในตะไคร้ ในการทดสอบของ Mangla *et al.* (2012) ทดสอบการผลิตสปอร์ของ *Acaulospora laevis* และ *Glomus mosseae* ด้วยการใช้ข้าวสาลีและข้าวบาร์เลย์ พบว่า ราทั้งสองสร้างสปอร์ได้ดีในข้าวสาลีมากกว่าในข้าวบาร์เลย์ ดังนั้นจากผลการทดลองที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่าพืชอาศัยเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้การผลิตสปอร์ของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาแต่ละชนิดแตกต่างกัน ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการผลิตสปอร์ เช่น วัสดุในการเพาะปลูก และระยะเวลาในการเพาะปลูก เป็นต้น ดังนั้นในการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด จะต้องนำพืชอาศัยที่เหมาะสมต่อชนิดของราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาไปทดลองร่วมกับปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการสร้างสปอร์ต่อไป

Table 1 Effect of plant hosts on *Glomus intraradices* spore production during April - July B.E. 2560 and June - September B.E. 2560 in greenhouse trial.

Hosts	Planting period	
	April-July	June-September
	Spores/g medium	Spores/g medium
Maize (Nakhon Sawan 3)	59 ab	18 b
Maize (Takfa 3)	30 cd	21 b
Ruzi grass	66 a	49 a
Purple guinea grass	49 ab	37 ab
Atratum grass	44 bc	44 a
Plicatulum grass	31 cd	46 a
Cavalcade	18 d	26 ab
Thapra-stylo	25 d	34 ab
C.V. (%)	16.5	29.2

Means within the same columns, followed by the same letters are not significantly different at the 5% level by DMRT.

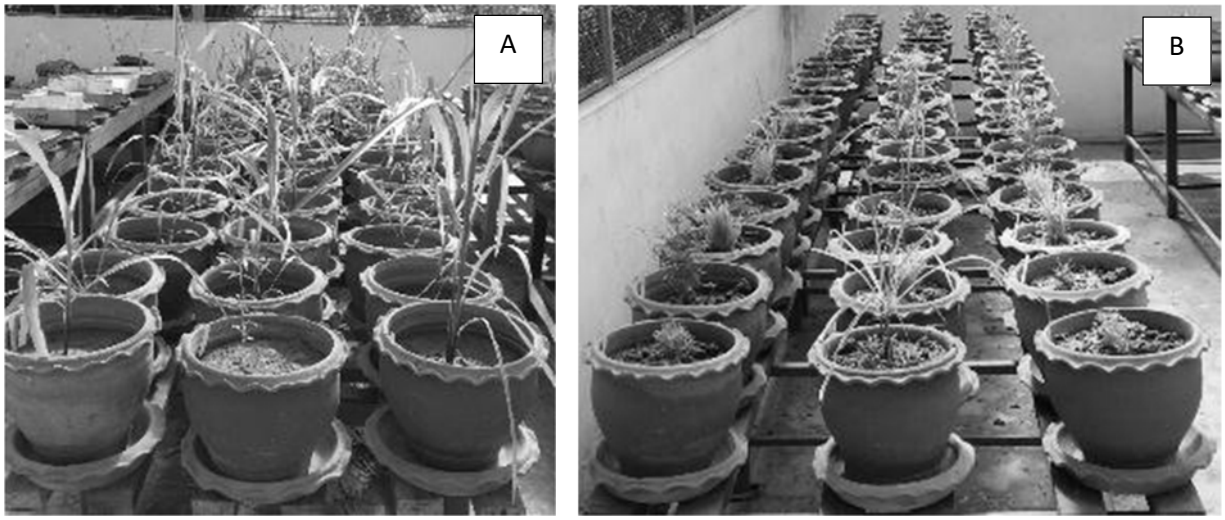


Figure 1 Spore production of arbuscular mycorrhizal fungi by pot culture method, A) set 1: experiment in April - July, 2017, B) set 2 : experiment in June - September, 2017.

สรุปผลการทดลอง

หญ้ารูซี่เป็นพืชอาศัยที่เหมาะสมในการเพิ่มปริมาณสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* ภายใต้สภาพเรือนทดลอง และทำให้การผลิตสปอร์ได้มากทั้งสองช่วงเวลาการเพาะปลูก ซึ่งมีสภาพอากาศที่แตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

จากการทดลองนี้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับพืชอาศัยที่เหมาะสมต่อการเพิ่มปริมาณสปอร์ราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา *Glomus intraradices* และสามารถนำพืชอาศัยที่ได้ไปทดสอบต่อเนื่องร่วมกับปัจจัยอื่น ได้แก่ อัตราธาตุอาหาร และวัสดุปลูก ที่มีผลต่อการผลิตปุ๋ยชีวภาพอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซาในลำดับต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Al-Khaliel, A.S. 2010. Effect of Salinity Stress on Mycorrhizal Association and Growth Response of Peanut Infected by *Glomus mossseae. Plant Soil Env.* 56: 318-324.

Chaurasia, B. and P.K. Khare. 2005. *Hordeum vulgare*: A Suitable Host for Mass Production of Arbuscular Mycorrhizal Fungi from Natural Soil. *Appl. Ecol. Env. Res.* 4(1): 45-53.

Gerdemann, J.W. and T.H. Nicolson. 1963. Spores of Mycorrhizal, Endogone Species Extracted from Soil by Wet Sieving and Decanting. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 46: 235-244.

Ghorbani, M., J. Khara and N. Abbaspour. 2012. Effects of Season and Soil Conditions on the Mycorrhizal Status and Colonization of Seven Grass Species. *Iran. J. Plant Phys.* 2: 387-393.

Kaushish, S., A. Kumar and A. Aggarwal. 2011a. Influence of Hosts and Substrates on Mass Multiplication of *Glomus mosseae. Afri. J. of Agric. Res*. 6(13): 2971-2977.

Kaushish, S., A. Kumar, C. Mangla and A. Aggarwal. 2011b. Mass Multiplication of AM Inoculum: Effect of Hosts and Substrates in Rapid Culturing of *Acaulospora laevis. Indian Phytopath.* 64(2): 159-163.

Klironomos, J. 2000. Host-Specificity and Functional Diversity among Arbuscular Mycorrhizal Fungi. In: Bell CR, Brylinsky M, Johnson-Green P, eds. Proceedings of the Eighth International Symposium on Microbial Ecology. Microbial Biosystems: New Frontiers. Halifax, Canada: *Atlantic Canada Society for Micro. Eco.*, 845–851.

Mangla, C., A. Kumar and A. Aggarwal. 2012. Inoculum Production of Endophytic Mycorrhiza Using Mustard Seed Waste as Substrate. *J. on New Biol. Reports* 1(2): 61-66.

Silva, J.A. and R. Uchida. 2000. Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils: Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture. Honolulu University of Hawaii. 7 p.

Smith, S.E. and D.J. Read. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. 2nd Ed., Academic Press, London, UK. 604 p.

Stoklosa, A. and H. Madani. 2013. Effect of Ultraviolet-B Radiation on Arbuscular Mycorrhizal Colonization of Two Rangeland Weeds. *Afri. J. Micro. Res.* 7: 5484-5488.

Sylvia, D.M. and L.H. Neal. 1990. Nitrogen Affects the Phosphorus Response of VA Mycorrhiza. *New Phytol.* 115: 303-310.

การใช้แหนแดงแห้งเพื่อเป็นปุ๋ยในการปลูกผักกวางตุ้ง

Using Dry Azolla as Fertilizer Source on Growth of Pak Choi

ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต[1*] ประไพ ทองระอา[1] นิศารัตน์ ทวีนุต[1] และ กานดา ฉัตรไชยศิริ[2]
Sirilak Kaewsuralikhit[1] Praphai Thongra-ar[1] Nisarat Thaweenut[1] and Kanda Chatchaisiri[2]

บทคัดย่อ

แหนแดงสามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนให้แก่พืชได้ เนื่องจากในโพรงใบแหนแดงมีไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ โดยทั่วไปมีการใช้แหนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว ส่วนการนำแหนแดงไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชชนิดอื่นนั้นยังคงพบได้น้อย เกษตรกรทั่วไปไม่เข้าใจถึงวิธีการขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณ วิธีการนำไปใช้และอัตราการใช้แหนแดงในพืชชนิดอื่น ดังนั้น จึงศึกษาผลของอัตราการใช้แหนแดงแห้งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 9 กรรมวิธี จำนวน 8 ซ้ำ ประกอบด้วยแหนแดงแห้งอัตรา 0 5 10 15 20 30 40 50 และ 60 ก./ดิน 1 กก. พบว่า แหนแดงแห้งที่อัตราตั้งแต่ 20 ก. ขึ้นไป มีผลทำให้ผักกวางตุ้งมีน้ำหนักสดรวม น้ำหนักสดและแห้งของราก และน้ำหนักใบแห้งสูงกว่าการใส่แหนแดงแห้งที่อัตรา 0-15 ก. และการใช้แหนแดงแห้งที่อัตรา 30 ก. ขึ้นไป มีผลทำให้น้ำหนักใบสดสูงสุดและไม่ต่างจากที่อัตรา 20 ก. แต่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณไนโตรเจนในใบของผักกวางตุ้งพบว่า การใช้แหนแดงแห้งที่อัตรา 60 ก. มีปริมาณสูงที่สุดคือ 4.50% ไม่ต่างจากการใช้แหนแดงที่อัตรา 50 ก. คือ 4.42% และจะลดลงตามอัตราการใช้แหนแดงที่ลดลงตามลำดับ การใส่แหนแดงอัตรา 0 ก. มีปริมาณไนโตรเจนในใบต่ำสุด คือ 1.05% ซึ่งสอดคล้องกับความเขียวของใบ (SPAD) นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ค่าอินทรียวัตถุในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า มีค่าสูงขึ้นตามอัตราการใส่แหนแดงแห้งที่เพิ่มขึ้น โดยแหนแดงแห้งที่อัตรามากกว่า 20 ก. จะทำให้ในดินปลูกมีอินทรียวัตถุมากกว่า 3% และมีค่าสูงที่สุดเมื่อใส่แหนแดงแห้งอัตรา 60 ก./ดิน 1 กก. คือ 3.80%

คำสำคัญ: แหนแดง ปุ๋ยชีวภาพ ไนโตรเจน ผักกวางตุ้ง

Abstract

Azolla is a natural nitrogen source for crop production due to cyanobacteria existing in the leaf resulting in common use as a bio-fertilize in rice production. However, there has been very few studies and use of Azolla for other crop production. This research aims to investigate how proportion of dry Azolla affects growth of Pak Choi. The experiment was conducted in CRD with 8 replications and 9 treatments as 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 or 60 g of dry Azolla/kg soil media for Pak Choi growing. The results showed that media with dry Azolla of 20 g or more yielded the Pak Choi with higher total weight, fresh and dry root weight, and dry leaf weight than those with less Azolla. The medium with 30 g Azolla significantly yielded the highest fresh leaf weight but similar to those with 20 g Azolla. The 60 g Azolla-medium provided the highest leaf nitrogen (4.50%) while 4.42% leaf nitrogen found in the 50 g Azolla-medium and lower as less proportion coincided with SPAD reading. The lowest leaf nitrogen was 1.05% found in the 0 g Azolla medium. In addition, the soil media with over 20% Azolla were accumulated more 3% organic matter. The highest organic matter accumulation was 3.80% revealed in the 60 g Azolla medium.

Keyword : Azolla, bio-fertilizer, nitrogen, Pak choi

บทนำ

แหนแดงเป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่งที่มีไซยาโนแบคทีเรียชนิดที่ตรึงไนโตรเจนได้อาศัยอยู่ในโพรงใบ ทำให้แหนแดงมีปริมาณของไนโตรเจนสูงถึงประมาณ 4.5% สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเป็นแหล่งธาตุไนโตรเจนให้แก่พืชได้ โดยมีรายงานว่าแหนแดงสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างต่อเนื่องในนาข้าว 22 ครั้ง/ปี ได้ชีวมวล 1,280 กก./ไร่ และไนโตรเจน 75 กก./ไร่ (Watanabe *et al*., 1980) และแหนแดงสามารถเพิ่มปริมาณได้ถึง 40 เท่า จาก 80 เป็น 3,200 กก./ไร่ ในระยะเวลาเพียง 2 สัปดาห์ ซึ่งความรวดเร็วต่อการเพิ่มปริมาณนี้ จะทำให้เกษตรกรสามารถผลิตแหนแดงเป็นแหล่งของธาตุไนโตรเจนจากธรรมชาติเพื่อใช้ได้เอง ทำให้เกิดการเกษตรที่ยั่งยืนและยังเป็นการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีได้อีกทางหนึ่ง

โดยทั่วไปพืชผักรับประทานใบและลำต้นจะมีความต้องการธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นธาตุอาหารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และทำให้ใบผักมีสีเขียวสด มีความแข็งแรง โตเร็ว หากพืชผักขาดธาตุไนโตรเจนจะทำให้ใบมีคลอโรฟิลล์น้อย ขนาดลำต้นเล็ก คุณภาพของผักเลวลง มีเปอร์เซ็นต์เส้นใยเพิ่มขึ้น ทำให้ผักเหนียวไม่น่ารับประทาน จากความต้องการธาตุไนโตรเจนในผักรับประทานใบและลำต้น จึงมีแนวคิดในการนำแหนแดงมาใช้เป็นแหล่งธาตุไนโตรเจนให้แก่พืชผัก เนื่องจากแหนแดงมีองค์ประกอบของธาตุไนโตรเจนสูงกว่าพืชทั่วไป และมีสัดส่วนของ C/N แคบ สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาได้รวดเร็ว ทันต่อการดูดใช้ของพืชผัก ทำให้ช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิต นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงบำรุงดินในระยะยาวและทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการนำแหนแดงแห้งไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชผักรับประทานใบและลำต้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการใช้ที่เหมาะสม และผลของแหนแดงแห้งต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมแหนแดงแห้ง เพาะเลี้ยงแหนแดงในกระชังขนาด 4x8 ตร.ม. หว่านแหนแดงอัตรา 300 ก./ตร.ม. ลงในกระชัง เป็นเวลา 15 วัน เก็บเกี่ยวแหนแดงที่เพาะเลี้ยงและนำไปอบจนแห้งที่อุณหภูมิ 70 C สุ่มเก็บตัวอย่างแหนแดงที่เพาะเลี้ยงได้ไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (micro Kjeldahl) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (molybdate-vanadate) ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมทั้งหมด และแมกนีเซียมทั้งหมด วัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ปริมาณคาร์บอน โดยวิธี Walkley & Black และปริมาณลิกนิน โดยวิธี Goering and van Soest

การวิเคราะห์ดิน วิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนทำการทดลอง โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH; ดินต่อน้ำ 1:1) ค่าการนำไฟฟ้า (EC; ดินต่อน้ำ 1:5) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray II ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธีสกัดดินด้วย NH_4OAc pH 7 ก่อนและหลังทำการทดลอง

การทดสอบการใช้แหนแดงแห้งต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 9 กรรมวิธี 8 ซ้ำ โดยใช้แหนแดงแห้งอัตราต่าง ๆ คือ 0 5 10 15 20 30 40 50 และ 60 ก./ดิน 1 กก. จากนั้นเพาะเมล็ดผักกวางตุ้งในถาดเพาะชำ ขนาด 104 หลุม เมื่อกล้าผักอายุได้ 15 วัน ย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงพลาสติกสีขาวขุ่นขนาด 10×13 นิ้ว และเมื่อผักกวางตุ้งมีอายุ 30 วัน หลังจากย้ายปลูก บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ได้แก่ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ของต้น ใบ และราก จำนวนใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความหนาใบ ขนาดพื้นที่ใบ ความเขียวของใบ (SPAD-502 meter, Konica-Minolta, Japan) และประเมินความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ โดยบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำหนักแห้งของพืช วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในส่วนของ ใบ ลำต้น และราก คำนวณปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พืชดูดใช้โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของพืช} \times \text{ความเข้มข้นของธาตุอาหาร}}{100}$$

และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผลและวิจารณ์ผล

ปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนจากแหนแดงแห้งของผักกวางตุ้ง: พบว่า การใส่แหนแดงแห้งลงในดินมีผลทำให้ผักกวางตุ้งมีการดูดใช้ไนโตรเจนในส่วนของใบ ลำต้น และราก สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่แหนแดงแห้งอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนรวมในผักกวางตุ้งจะสูงขึ้นเมื่อมีการใส่แหนแดงแห้งอัตราสูงขึ้น (Table 3) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณไนโตรเจนจะสะสมอยู่ในส่วนของใบ > ลำต้น > ราก และเมื่อพิจารณาปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบพบว่า มีการสะสมไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่แหนแดงแห้งที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่เพิ่มขึ้น (Figure 1) เนื่องจากปริมาณของอินทรียวัตถุในดินเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้บ่งชี้ถึงปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ยิ่งไปกว่านั้นการที่แหนแดงมี C/N ratio แคบเพียง 9.95 ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงอัตราการย่อยสลายของอินทรียวัตถุและอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สุนทรี, 2536) จึงทำให้ดินที่ใส่แหนแดงแห้งสามารถปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกมาได้รวดเร็ว ทันต่อการดูดใช้ของผักกวางตุ้ง ส่งผลให้ผักกวางตุ้งดูดใช้ไนโตรเจนได้เพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการใส่แหนแดงแห้งอัตราต่าง ๆ ลงไปในดินมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยพบว่าเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงขึ้นตามอัตราแหนแดงแห้งที่ใส่เพิ่มขึ้นและสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่แหนแดงแห้งอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1)

ผลของแหนแดงแห้งต่อการเจริญเติบโตของกวางตุ้ง: พบว่า การใส่แหนแดงแห้งที่อัตราตั้งแต่ 20 ก. ขึ้นไป มีผลทำให้น้ำหนักสดของต้นกวางตุ้งสูงที่สุดใกล้เคียงกันระหว่าง 200.6-210.8 ก. ส่วนแหนแดงแห้งอัตรา 5-15 กรัม มีน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 125.0-164.9 ก. ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใส่แหนแดงแห้งมีน้ำหนักสดเพียง 77.8 ก. และพบว่าพื้นที่ใบและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักสดของต้น (Table 4) จากข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการใส่แหนแดงแห้งลงไปในดินในอัตราที่เหมาะสมคือตั้งแต่ 20-30 ก. สามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตให้แก่ต้นผักกวางตุ้งได้ดี ซึ่งเป็นผลมาจากการที่แหนแดงมีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงถึง 4.58% (Table 1) กอปรกับมี C/N ratio แคบ ทำให้มีไนโตรเจนปลดปล่อยออกมาสู่ดินโดยกระบวนการ mineralization ตั้งแต่ช่วงแรกที่ย่อยสลาย (Palm *et al*., 2001) พืชจึงสามารถดูดใช้ไนโตรเจนได้ทันที ซึ่งส่งผลถึงความเขียวของใบพืชด้วยเช่นกัน สำหรับการใส่แหนแดงแห้งอัตราที่ต่ำกว่า 20 ก. ลงมา มีการเจริญเติบโตแตกต่างจากการใส่แหนแดงแห้งที่สูงกว่า 20 ก. อย่างชัดเจน (Table 4 และ Figure 2) อาจเนื่องจากการใส่แหนแดงแห้งอัตราที่ต่ำดังกล่าวนั้น มีปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช อาจจะทำให้ผักกวางตุ้งได้รับปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำกว่าปริมาณที่เหมาะสม (marginal concentration) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของค่าอินทรียวัตถุดังกล่าวแล้วข้างต้น และจากการทดลองพบว่า ความเขียวของใบ (SPAD) จะเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราการใส่แหนแดงแห้งที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยแหนแดงแห้งอัตรา 60 ก. ให้ค่าความเขียวของใบสูงที่สุด คือ 65.0 และในดินที่ไม่ใส่แหนแดงแห้ง มีค่าต่ำที่สุด คือ 41.7 (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ที่กล่าวข้างต้น

Table 1 Chemical contents of azolla in this experiment

	Total-N (%)	Carbon (%)	C/N ratio	Lignin (%)	Total-P (%)	Total-K (%)	Total-Ca (%)	Total-Mg (%)
Azolla	4.58	45.6	9.95	24.2	0.64	5.08	2.59	0.39

Table 2 Chemical and physical properties of initial soil

Soil series	pH (1:1)	EC (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Texture
Pak Chong	7.18	0.046	2.1	157.4	355.2	2,283.8	240.9	clay

Table 3 Effect of dry azolla on dry matter and N uptake on leaf, stem and root of Pak choi

Azolla (g	Total fresh weight (g)	Leaf fresh weight (g)	Leaf number	Leaf area (cm^2)	Shoot diameter (mm)	Greenness of leaf (SPAD-Unit)
0	77.8^{d}	40.1^{e}	16.5	142.9^{e}	13.7^{d}	41.7^{e}
5	125.0^{c}	68.2^{d}	16.4	227.5^{d}	14.8^{cd}	43.0^{e}
10	149.0^{b}	76.3^{cd}	15.5	224.1^{d}	14.8^{cd}	47.4^{de}
15	164.9^{b}	85.1^{c}	17.4	304.1^{c}	18.5^{ab}	45.5^{de}
20	201.4^{a}	104.5^{b}	17.1	448.2^{a}	21.3^{a}	46.0^{de}
30	210.8^{a}	119.9^{a}	17.2	462.1^{a}	20.1^{a}	50.5^{cd}
40	209.2^{a}	118.4^{a}	17.0	388.8^{b}	18.7^{ab}	53.9^{bc}
50	204.6^{a}	115.3^{ab}	17.5	267.5^{cd}	16.6^{bc}	56.5^{b}
60	200.6^{a}	110.7^{ab}	17.6	219.3^{d}	17.2^{bc}	65.0^{a}
C.V.	12.36	11.06	16.4	7.78	6.82	5.04

Table 4 Effects of azolla on total fresh weight, leaf fresh weight, leaf number, leaf area, leaf thickness, stem diameter and greenness of leaf of Pak choi at 45 day after sowing

Azolla (g)	Dry matter (g)			N uptake (gN $Plant^{-1}$)			
	Leaf	Stem	Root	Leaf	Stem	Root	Total
0	6.82^{c}	3.32^{c}	1.05^{d}	0.071^{e}	0.038^{e}	0.016^{d}	0.125
5	9.04^{b}	4.18^{b}	1.34^{cd}	0.202^{d}	0.054^{de}	0.024^{c}	0.280
10	9.88^{b}	4.95^{ab}	1.48^{c}	0.221^{d}	0.088^{de}	0.026^{cd}	0.335
15	9.86^{b}	4.99^{ab}	1.609^{bc}	0.258^{d}	0.079^{de}	0.027^{cd}	0.365
20	11.93^{a}	5.35^{a}	2.25^{a}	0.356^{c}	0.128^{bcd}	0.041^{bc}	0.524
30	13.07^{a}	5.35^{a}	2.13^{a}	0.400^{c}	0.181^{ab}	0.040^{bc}	0.621
40	12.17^{a}	5.11^{a}	2.25^{a}	0.469^{b}	0.197^{a}	0.046^{ab}	0.712
50	11. 90^{a}	5.08^{a}	1.98^{ab}	0.526^{a}	0.164^{abc}	0.041^{a}	0.731
60	11.84^{a}	5.23^{a}	1.90^{ab}	0.533^{a}	0.116^{cde}	0.040^{a}	0.688
CV %	11.39	16.91	12.325	16.43	26.75	6.51	



Figure 1 Effect of dry azolla on percent OM in soil after planting Pak choi 45 days



Figure 2 Effect of dry azolla proportion on growth of Pak choi at 45 day after sowing

สรุปผล

การใส่แหนแดงแห้งมีผลต่อการดูดใช้ไนโตรเจนของผักกวางตุ้ง ซึ่งการดูดใช้ไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นตามอัตราของแหนแดงแห้งที่ใส่เพิ่มขึ้น โดยการใส่แหนแดงแห้งอัตราตั้งแต่ 20 ก. ขึ้นไป มีผลทำให้ผักกวางตุ้งเจริญเติบโตสูงกว่าที่ใส่แหนแดงแห้งอัตรา 0-15 ก. ทั้งในด้านน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดรวม น้ำหนักสดใบ ขนาดพื้นที่ใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น อีกทั้งการใส่แหนแดงแห้งอัตราที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความเขียวของใบผักกวางตุ้งเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การใส่แหนแดงแห้งอัตราตั้งแต่ 20 ก. ขึ้นไป ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงมากกว่า 3%

เอกสารอ้างอิง

สุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2536. บทปฏิบัติการปฐพีวิทยามูลฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 4. ฝ่ายโรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ. 113 หน้า.

Palm, C.A., C.N. Gachengo, R.J. Delve, G. Cadisch and K.E. Giller. 2001. Organic inputs for soil fertility management in tropical agroecosystems: application of an organic resource database. *Agri. Ecosyst. Env.* 83: 27-42.

Watanabe, I., N.S. Berja and D.C. Del Rosario. 1980. Growth of Azolla in Paddy Field as Affected by Phosphorus Fertilizer. *Soil Sci. Plant Nutr.* 26: 301-307.

[1]กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 [2]สำนักวิจัยและพัฒนาหม่อนไหม กรมหม่อนไหม จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

การใช้แหนแดงแห้งเพื่อเป็นปุ๋ยในการปลูกผักกวางตุ้ง
Using Dry Azolla (*Azolla microphylla*) as Fertilizer Source on Growth of Pak Choi *(Brassica chinensis)*

ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต[1] *ประไพ ทองระอา*[1] *นิศารัตน์ ทวีนุต*[1] *กานดา ฉัตรไชยศิริ*[2]

[1]กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

[2]สำนักวิจัยและพัฒนาหม่อนไหม กรมหม่อนไหม

ABSTRACT

Azolla is a natural nitrogen source for crop production due to cyanobacteria existing in the leaf resulting in common use as a bio-fertilize in rice production. However, there has been very few studies and use of Azolla for other crop production. This research aims to investigate how proportion of dry Azolla affects growth of Pak Choi. The experiment was conducted in CRD with 8 replications and 9 treatments as 0, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50 or 60 g of dry Azolla/kg soil media for Pak Choi growing. The results showed that media with dry Azolla of 20 g or more yielded the Pak Choi with higher total weight, fresh and dry root weight, and dry leaf weight than those with less Azolla. The medium with 30 g Azolla significantly yielded the highest fresh leaf weight but similar to those with 20 g Azolla. The 60 g Azolla-medium provided the highest leaf nitrogen (4.50%) while 4.42% leaf nitrogen found in the 50 g Azolla-medium and lower as less proportion coincided with SPAD reading. The lowest leaf nitrogen was 1.05% found in the 0 g Azolla medium. In addition, the soil media with over 20% Azolla were accumulated more 3% organic matter. The highest organic matter accumulation was 3.80% revealed in the 60 g Azolla medium.

Keywords: Azolla, bio-fertilizer, nitrogen

บทคัดย่อ

แหนแดงสามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนให้แก่พืชได้ เนื่องจากในโพรงใบแหนแดงมีไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ โดยทั่วไปมีการใช้แหนแดงเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าว ส่วนการนำแหนแดงไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชชนิดอื่นนั้นยังคงพบได้น้อย เนื่องจากเกษตรกรทั่วไปไม่เข้าใจถึงวิธีการขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณ วิธีการนำไปใช้ และอัตราการใช้แหนแดงในพืชชนิดอื่น ๆ ดังนั้น จึงศึกษาผลของอัตราการใช้แหนแดงแห้งที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 9 กรรมวิธี จำนวน 8 ซ้ำ ประกอบด้วยแหนแดงแห้งอัตราต่าง ๆ คือ 0 5 10 15 20 30 40 50 และ 60 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม พบว่า แหนแดงแห้งที่อัตราตั้งแต่ 20 กรัม ขึ้นไป มีผลทำให้ผักกวางตุ้งมีน้ำหนักสดรวม น้ำหนักสดและแห้งของราก และน้ำหนักใบแห้ง สูงกว่าการใส่แหนแดงแห้งที่อัตรา 0-15 กรัม และการใช้แหนแดงแห้งที่อัตรา 30 กรัมขึ้นไป มีผลทำให้น้ำหนักใบสดสูงสุด และไม่ต่างจากที่อัตรา 20 กรัม แต่แตกต่างจากกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับปริมาณไนโตรเจนในใบของผักกวางตุ้งพบว่า การใช้แหนแดงที่อัตรา 60 กรัม มีปริมาณสูงที่สุดคือ 4.50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างจากการใช้แหนแดงที่อัตรา 50 กรัม คือ 4.42 เปอร์เซ็นต์ และจะลดลงตามอัตราการใช้แหนแดงที่ลดลงตามลำดับ การใส่แหนแดงอัตรา 0 กรัม ทำให้ปริมาณไนโตรเจนในใบต่ำสุด คือ 1.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับความเขียวของใบ (SPAD) นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ค่าอินทรียวัตถุในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีค่าสูงขึ้น

ตามอัตราการใส่แหนแดงแห้งที่เพิ่มขึ้น โดยแหนแดงแห้งที่อัตรามากกว่า 20 กรัม จะทำให้ในดินปลูกมีอินทรียวัตถุมากกว่า 3 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าสูงที่สุดเมื่อใส่แหนแดงแห้งอัตรา 60 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม คือ 3.80 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก: แหนแดง ปุ๋ยชีวภาพ ไนโตรเจน

คำนำ

แหนแดงเป็นปุ๋ยชีวภาพชนิดหนึ่งที่มีไซยาโนแบคทีเรียชนิดที่ตรึงไนโตรเจนได้อาศัยอยู่ในโพรงใบ ทำให้แหนแดงมีปริมาณของไนโตรเจนสูงถึงประมาณ 4.5 เปอร์เซ็นต์ (Watanabe and Ramirez, 1990; ศิริลักษณ์ และประไพ, 2557) สามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อเป็นแหล่งธาตุไนโตรเจนให้แก่พืชได้ ซึ่งมีการใช้แหนแดงในนาข้าวมาอย่างยาวนานในประเทศจีนและเวียดนาม Watanabe *et al*. (1980) รายงานว่าแหนแดงสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างต่อเนื่องในนาข้าว 22 ครั้ง ในเวลา 1 ปี ได้ชีวมวล 1,280 กิโลกรัมต่อไร่ และไนโตรเจน 75 กิโลกรัมต่อไร่ โดยแหนแดงสามารถเพิ่มปริมาณได้ถึง 40 เท่า จาก 80 เป็น 3,200 กิโลกรัมต่อไร่ ได้ในระยะเวลาเพียง 2 สัปดาห์ (Jumadi *et al*., 2014) ซึ่งความรวดเร็วและง่ายต่อการเพิ่มปริมาณของแหนแดงนี้ จะทำให้เกษตรกรสามารถผลิตแหล่งของธาตุไนโตรเจนจากธรรมชาติเพื่อใช้ได้เอง ทำให้เกิดการทำการเกษตรที่ยั่งยืนและยังเป็นการลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมีได้อีกทางหนึ่ง

โดยทั่วไปพืชผักรับประทานใบและลำต้นจะมีความต้องการธาตุอาหารโดยเฉพาะอย่างยิ่งไนโตรเจนค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นธาตุอาหารที่ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโต และทำให้ใบผักมีสีเขียวสด มีความแข็งแรง โตเร็ว หากพืชผักขาดธาตุไนโตรเจนจะทำให้มีคลอโรฟิลล์ที่ใบน้อย ขนาดลำต้นเล็ก คุณภาพของผักลดลง มีเปอร์เซ็นต์เส้นใยเพิ่มขึ้น ทำให้ผักเหนียวไม่น่ารับประทาน จากความต้องการธาตุไนโตรเจนในผักรับประทานใบและลำต้น จึงมีแนวคิดในการนำแหนแดงมาใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนให้แก่พืชผัก เนื่องจากแหนแดงมีองค์ประกอบของธาตุไนโตรเจนสูงกว่าพืชทั่วไป และมี C/N ratio แคบ สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาได้รวดเร็ว ทันต่อการดูดใช้ของพืช ทำให้ช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิต นอกจากนี้ยังช่วยปรับปรุงบำรุงดินในระยะยาวและทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น (Subedi and Shrestha, 2015) และเพื่อเป็นแนวทางในการนำแหนแดงแห้งไปใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชผักรับประทานใบและลำต้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการใช้ที่เหมาะสม และผลของแหนแดงแห้งต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

วิธีดำเนินการ

เตรียมแหนแดงแห้งสำหรับใช้ในการทดลอง ทำโดยการเพาะเลี้ยงแหนแดงในกระชังขนาด 4x8 ตารางเมตร หว่านแหนแดงอัตรา 300 กรัมต่อตารางเมตร ลงในกระชังที่เตรียมไว้ เป็นเวลา 15 วัน เก็บรวบรวมแหนแดงได้ประมาณ 300 กิโลกรัม นำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จนแห้ง (แหนแดงสดน้ำหนักประมาณ 15 กิโลกรัม เท่ากับแหนแดงแห้ง 1 กิโลกรัม จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างแหนแดงที่เพาะเลี้ยงได้ไปวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (micro Kjeldahl) ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (molybdate-vanadate) โพแทสเซียมทั้งหมด แคลเซียมทั้งหมด และแมกนีเซียมทั้งหมด (atomic absorption spectrophotometer) ปริมาณคาร์บอน โดยวิธี Walkley and Black และปริมาณลิกนิน โดยวิธี Goering and van Soest

วิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนทำการทดลอง โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH; ดินต่อน้ำ 1:1) ค่าการนำไฟฟ้า (EC; ดินต่อน้ำ 1:5) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน โดยวิธี Walkley and Black ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โดยวิธี Bray II ปริมาณโพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ โดยวิธี สกัดดินด้วย NH_4OAc pH 7

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) จำนวน 9 กรรมวิธี 8 ซ้ำ โดยใช้แหนแดงแห้งอัตราต่าง ๆ คือ 0 5 10 15 20 30 40 50 และ 60 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม จากนั้นเพาะเมล็ดผักกวางตุ้งในถาดเพาะชำ ขนาด 104 หลุม เมื่อกล้าผักอายุได้ 15 วัน ย้ายต้นกล้าลงปลูกในถุงพลาสติกสีขาวขุ่นขนาด 10×13 นิ้ว และเมื่อผักกวางตุ้งมีอายุ 30 วัน หลังจากย้ายปลูก บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ได้แก่ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง ของต้น ใบ และราก จำนวนใบ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น ความหนาใบ ขนาดพื้นที่ใบ ความ

เขียวของใบ (SPAD-502 meter, Konica-Minolta, Japan) และประเมินความเป็นประโยชน์ของธาตุไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ โดยบันทึกข้อมูลปริมาณน้ำหนักแห้งของพืช วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในส่วนของ ใบ ลำต้น และราก คำนวณปริมาณธาตุไนโตรเจนที่พืชดูดใช้โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งของพืช} \times \text{ความเข้มข้นของธาตุอาหาร}}{100}$$

และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของแต่ละกรรมวิธีโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ระยะเวลา ตุลาคม 2560 ถึง มกราคม 2562

สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. องค์ประกอบทางเคมีของแหนแดง และสมบัติของดินที่ใช้ในการทดลอง

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแหนแดงที่ใช้ในการศึกษา พบว่า มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 4.58 เปอร์เซ็นต์ สัดส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน เท่ากับ 9.95 ปริมาณลิกนิน 24.2 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด 0.64 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโพแทสเซียมทั้งหมด 5.08 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคลเซียมทั้งหมด 2.59 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด 0.39 เปอร์เซ็นต์ (Table 1) และดินที่นำมาใช้ในการทดลองมีเนื้อดินเป็นดินเหนียวสีแดงของชุดดินปากช่อง ซึ่งวิเคราะห์สมบัติของดินก่อนทำการทดลองมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.18 ค่าการนำไฟฟ้า 0.046 dS/m อินทรียวัตถุ 2.1 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 157 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 355 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคลเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 2,284 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 241 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Table 2)

Table 1 Chemical contents of dry azolla in this experiment

	Total-N (%)	Carbon (%)	C/N ratio	Lignin (%)	Total-P (%)	Total-K (%)	Total-Ca (%)	Total-Mg (%)
Azolla	4.58	45.6	9.95	24.2	0.64	5.08	2.59	0.39

Table 2 Chemical and physical properties of initial soil

Soil series	pH (1:1)	EC (1:5) (dS/m)	OM (%)	Avai. P (mg/kg)	Exch. K (mg/kg)	Exch. Ca (mg/kg)	Exch. Mg (mg/kg)	Texture
Pak Chong	7.18	0.046	2.1	157.4	355.2	2,283.8	240.9	clay

2. ปริมาณการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนจากแหนแดงแห้งของผักกวางตุ้ง

จากการศึกษาผลของปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนในผักกวางตุ้งเมื่อใส่แหนแดงแห้งอัตราตั้งแต่ 0 5 10 15 20 30 40 50 และ 60 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม พบว่า การใส่แหนแดงแห้งลงในดินมีผลทำให้ผักกวางตุ้งมีการดูดใช้ไนโตรเจนในส่วนของใบ ลำต้น และราก สูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่แหนแดงแห้งอย่างมีนัยสำคัญ โดยปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนรวมในผักกวางตุ้งจะสูงขึ้นเมื่อมีการใส่แหนแดงแห้งอัตราสูงขึ้น (Table 3) ซึ่งปริมาณการดูดใช้ไนโตรเจนรวมของผักกวางตุ้ง มีค่าเท่ากับ 0.125 0.280 0.335 0.365 0.524 0.621 0.712 0.731 และ 0.688 กรัมไนโตรเจนต่อต้น เมื่อใช้แหนแดงแห้งอัตรา 0 5 10 15 20 30 40 50 และ 60 กรัม ตามลำดับ นอกจากนี้พบว่าปริมาณไนโตรเจนจะสะสมอยู่ในส่วนของใบ > ลำต้น > ราก และเมื่อพิจารณาปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในใบพบว่า มีการสะสมไนโตรเจนเพิ่มขึ้นตามอัตราการใส่แหนแดงอัตราที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอินทรียวัตถุในดินที่เพิ่มขึ้น (Figure 1) เนื่องจากปริมาณของอินทรียวัตถุในดินเป็นพารามิเตอร์ที่ใช้บ่งชี้ถึงปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ยิ่งไปกว่านั้นการที่แหนแดง C/N ratio แคบ

เพียง 9.95 ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงอัตราความเร็วของการย่อยสลายของอินทรียวัตถุและอัตราการปลดปล่อยไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (สุนทรี, 2536) จึงทำให้ดินที่ใส่แหนแดงสามารถปลดปล่อยธาตุไนโตรเจนออกมาได้รวดเร็ว ทันต่อการดูดใช้ของผักกวางตุ้ง ส่งผลให้ผักกวางตุ้งดูดใช้ไนโตรเจนได้เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ในด้านการสะสมปริมาณอินทรียวัตถุในดินพบว่า การใส่แหนแดงอัตราต่าง ๆ ลงไปในดินมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ซึ่งพบว่า ปริมาณอินทรียวัตถุในดินเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีปริมาณสูงขึ้นตามอัตราแหนแดงแห้งที่ใส่เพิ่มขึ้น และสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่ใส่แหนแดงแห้งอย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่า กรรมวิธีที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุดคือที่ใส่แหนแดงแห้ง อัตรา 60 กรัม เท่ากับ 3.80 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกรรมวิธีที่ใส่แหนแดงแห้งอัตรา 50 และ 40 กรัม เท่ากับ 3.44 และ 3.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับ Bhuvaneshwari and Kumar (2013) ทดลองบ่มดินที่ผสมแหนแดงอัตรา 0 10 30 60 และ 90 กรัมต่อกิโลกรัม ในห้องปฏิบัติการพบว่า การใส่แหนแดงอัตราต่าง ๆ สามารถทำให้อินทรียวัตถุในดินเพิ่มขึ้นจากการไม่ใส่แหนแดงอย่างมีนัยสำคัญ (Figure 1)

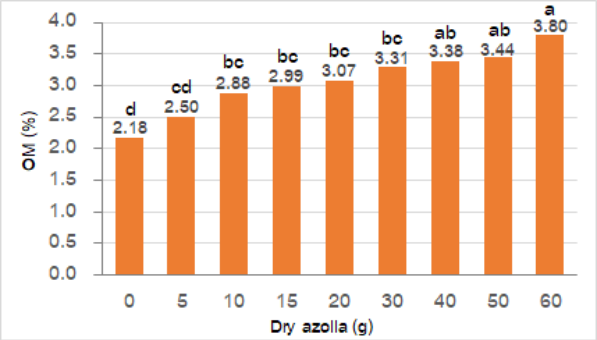


Figure 1 Effect of dry azolla on percent organic matter in soil after planting of Pak choi 45 days

Table 3 Effect of dry azolla on dry matter and nitrogen uptake on leaf, stem and root of Pak choi

Azolla	Dry matter (g)			N uptake (gN Plant^{-1})			
(g)	Leaf	Stem	Root	Leaf	Stem	Root	Total
0	6.82^{c}	3.32^{c}	1.05^{d}	0.071^{e}	0.038^{e}	0.016^{d}	0.125
5	9.04^{b}	4.18^{b}	1.34^{cd}	0.202^{d}	0.054^{de}	0.024^{c}	0.280
10	9.88^{b}	4.95^{ab}	1.48^{c}	0.221^{d}	0.088^{de}	0.026^{cd}	0.335
15	9.86^{b}	4.99^{ab}	1.61^{bc}	0.258^{d}	0.079^{de}	0.027^{cd}	0.365
20	11.93^{a}	5.35^{a}	2.25^{a}	0.356^{c}	0.128^{bcd}	0.041^{bc}	0.524
30	13.07^{a}	5.35^{a}	2.13^{a}	0.400^{c}	0.181^{ab}	0.040^{bc}	0.621
40	12.17^{a}	5.11^{a}	2.25^{a}	0.469^{b}	0.197^{a}	0.046^{ab}	0.712
50	11.90^{a}	5.08^{a}	1.98^{ab}	0.526^{a}	0.164^{abc}	0.041^{a}	0.731
60	11.84^{a}	5.23^{a}	1.90^{ab}	0.533^{a}	0.116^{cde}	0.040^{a}	0.688
CV %	11.39	16.91	12.33	16.43	26.75	6.51	

Means in a column followed by different letters are significantly different at ≤0.05 by DMRT

3. ผลของแหนแดงแห้งต่อการเจริญเติบโตของกวางตุ้ง

จากการทดลองปลูกผักกวางตุ้งที่ใส่แหนแดงแห้งอัตรา 0 5 10 15 20 30 40 50 และ 60 กรัมต่อดิน 1 กิโลกรัม พบว่า การใส่แหนแดงแห้งที่อัตราตั้งแต่ 20 กรัมขึ้นไป มีผลทำให้น้ำหนักสดของต้นกวางตุ้งสูงที่สุดใกล้เคียงกันระหว่าง 200.6-210.8 กรัม ส่วนแหนแดงอัตรา 5-15 กรัม มีน้ำหนักสดอยู่ระหว่าง 125.0-164.9 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีที่ไม่ใส่แหนแดงแห้งมีน้ำหนักสดเพียง 77.8 กรัม และพบว่าพื้นที่ใบและเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับน้ำหนักสดของต้น โดยพบว่าการใส่แหนแดงแห้งอัตรา 20 และ 30 กรัม มีผลทำให้พื้นที่ใบสูงที่สุด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 448.2 และ 462.2 ตารางเซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น มีค่าเท่ากับ 21.3 และ 20.1 มิลลิเมตร ตามลำดับ แต่เมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักสดของใบพบว่าแหนแดงแห้งที่อัตรา 20 กรัม ให้น้ำหนักสดของใบผักกวางตุ้งน้อยกว่าการใส่แหนแดง

แห้งอัตราตั้งแต่ 30 กรัมขึ้นไป โดยแหนแดงแห้งที่อัตรา 30 กรัม ให้น้ำหนักสดของใบสูงที่สุดไม่แตกต่างทางสถิติจากการใส่แหนแดงแห้งที่อัตรา 40 50 และ 60 กรัม คือ 119.9 118.4 115.3 และ 110.7 กรัม ตามลำดับ แต่ไม่พบความแตกต่างของจำนวนใบของผักกวางตุ้ง จากข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้งดังกล่าวจะเห็นได้ว่า การใส่แหนแดงแห้งลงไปในดินในอัตราที่เหมาะสมคือตั้งแต่ 20-30 กรัม สามารถช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตให้แก่ต้นผักกวางตุ้งได้ดี ซึ่งเป็นผลมาจากการที่แหนแดงมีปริมาณไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบสูงถึง 4.58 เปอร์เซ็นต์ กอปรกับมี C/N ratio แคบ (เท่ากับ 9.95) ทำให้มีไนโตรเจนปลดปล่อยออกมาสู่ดินโดยกระบวนการ mineralization ตั้งแต่ช่วงแรกที่ย่อยสลาย (Palm *et al*., 2001) ทำให้พืชสามารถดูดใช้ได้ทันที ซึ่งส่งผลถึงความเขียวของใบพืชด้วยเช่นกัน สำหรับการใส่แหนแดงแห้งอัตราที่ต่ำกว่า 20 กรัม ลงมา มีการเจริญเติบโตแตกต่างจากปริมาณแหนแดงแห้งที่สูงกว่า 20 กรัม อย่างชัดเจน (Table 4 และ Figure 2) อาจเนื่องจากการใส่แหนแดงแห้งอัตราที่ต่ำดังกล่าวนั้น มีปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมาไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช ทำให้ผักกวางตุ้งอาจจะได้รับปริมาณไนโตรเจนที่ต่ำกว่าปริมาณที่เหมาะสม (marginal concentration) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของค่าอินทรียวัตถุดังกล่าวแล้วข้างต้น และจากการทดลองพบว่า ความเขียวของใบ (SPAD) จะเพิ่มสูงขึ้นตามอัตราการใส่แหนแดงแห้งที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยแหนแดงแห้งอัตรา 60 กรัม ให้ค่าความเขียวของใบสูงที่สุด คือ 65.0 และในดินที่ไม่ใส่แหนแดงแห้ง มีค่าต่ำที่สุด คือ 41.7 (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไนโตรเจนที่พืชดูดใช้ที่กล่าวข้างต้น นอกจากนี้ จากการทดลองของ Limantara *et al.* (2015) พบว่า ค่าความเขียวของใบ และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในใบของพืชผักทางการค้าชนิดต่างๆ เช่น คะน้า กวางตุ้ง ปวยเล้ง ผักกาดหอม โหระพา เป็นต้น มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอย่างมาก (R^2=0.98) เนื่องจากไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการเพิ่มขึ้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบพืช (ยงยุทธ, 2543) ซึ่งสอดคล้องกับ สัญญา และอรประภา (2559) รายงานว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของคะน้ามีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับของไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้น

Table 4 Effects of azolla on total frest weight, leaf fresh weight, leaf number, leaf area, leaf thickness, stem diameter and greenness of leaf of Pak choi at 45 day after sowing

Azolla (g)	Total fresh weight (g)	Leaf fresh weight (g)	Leaf number	Leaf area (cm^2)	Leaf thickness (mm)	Stem diameter (mm)	Greenness of leaf (SPAD-Unit)
0	77.8^{d}	40.1^{e}	16.5	142.9^{e}	0.37^{f}	13.7^{d}	41.7^{e}
5	125.0^{c}	68.2^{d}	16.4	227.5^{d}	0.39^{ef}	14.8^{cd}	43.0^{e}
10	149.0^{b}	76.3^{cd}	15.5	224.1^{d}	0.42^{cd}	14.8^{cd}	47.4^{de}
15	164.9^{b}	85.1^{c}	17.4	304.1^{c}	0.42^{cd}	18.5^{ab}	45.5^{de}
20	201.4^{a}	104.5^{b}	17.1	448.2^{a}	0.40^{de}	21.3^{a}	46.0^{de}
30	210.8^{a}	119.9^{a}	17.2	462.1^{a}	0.43^{bc}	20.1^{a}	50.5^{cd}
40	209.2^{a}	118.4^{a}	17.0	388.8^{b}	0.43^{bc}	18.7^{ab}	53.9^{bc}
50	204.6^{a}	115.3^{ab}	17.5	267.5^{cd}	0.46^{a}	16.6^{bc}	56.5^{b}
60	200.6^{a}	110.7^{ab}	17.6	219.3^{d}	0.45^{ab}	17.2^{bc}	65.0^{a}
C.V.	12.36	11.06	16.4	7.78	5.26	6.82	5.04

Means in a column followed by different letters are significantly different at ≤0.05 by DMRT



Figure 2 Effect of dry azolla proportion on growth of Pak choi at 45 day after sowing

สรุปผลการทดลอง

การใส่แหนแดงแห้งมีผลต่อการดูดใช้ไนโตรเจนของผักกวางตุ้ง ซึ่งการดูดใช้ไนโตรเจนจะเพิ่มขึ้นตามอัตราของแหนแดงแห้งที่เพิ่มขึ้น โดยการใส่แหนแดงแห้งอัตราตั้งแต่ 20 ก./ดิน 1 กก. ขึ้นไป มีผลทำให้ผักกวางตุ้งเจริญเติบโตสูงกว่าที่ใส่แหนแดงแห้งอัตรา 0-15 ก./ดิน 1 กก. ทั้งในด้านน้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง น้ำหนักสดรวม น้ำหนักสดใบ ขนาดพื้นที่ใบ และเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น อีกทั้งการใส่แหนแดงแห้งอัตราที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความเขียวของใบผักกวางตุ้งเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้การใส่แหนแดงแห้งอัตราตั้งแต่ 20 ก. ขึ้นไป ทำให้ปริมาณอินทรียวัตถุในดินสูงมากกว่า 3%

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. เกษตรกรสามารถนำข้อมูลการใช้ประโยชน์จากแหนแดงแห้งเพื่อเป็นปุ๋ยในการปลูกผักกวางตุ้งไปปรับใช้กับผักกินใบชนิดอื่น เพื่อลดต้นทุนการใช้ปุ๋ยเคมี โดยที่เกษตรกรสามารถผลิตแหนแดงเพื่อนำมาทำเป็นแหนแดงแห้งเพื่อใช้กับพืชผักกินใบได้ทุกชนิด

2. แหนแดงแห้งนอกจากจะสามารถใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนให้กับพืชผักแล้ว ยังมีคุณสมบัติในการปรับปรุงบำรุงดินสามารถทำให้ดินมีอินทรียวัตถุเพิ่มขึ้น และสามารถใช้เป็นปัจจัยการผลิตสำหรับเกษตรอินทรีย์ได้

เอกสารอ้างอิง

ยงยุทธ โอสถสภา. 2543. ***ธาตุอาหารพืช.*** ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ. 424 หน้า.

ศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต และ ประไพ ทองระอา. 2557. การใช้แหนแดงเพื่อการผลิตพืช. หน้า 128-135. *ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ปี พ.ศ. 2557*. 10-12 มิถุนายน 2557 ณ โรงแรมเดอะกรีนเนอรี่ รีสอร์ท เขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา. สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สัญญา เลห์สิงห์ และอรประภา อนุกูลประเสริฐ. 2559. ประสิทธิภาพของปุ๋ยอินทรีย์คุณภาพสูงต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของคะน้า. ***วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*** 24:320-332.

สุนทรี ยิ่งชัชวาล. 2536. ***บทปฏิบัติการปฐพีวิทยามูลฐาน.*** พิมพ์ครั้งที่ 4. ฝ่ายโรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ. 113 หน้า.

Bhuvaneshwari, K. and A. Kumar. 2013. Agronomic Potential of the Association Azolla-Anabaena. ***Sci. Res. Rep.*** 3(1): 78-82.

Jumadi, O., F. Hiola, Y. Hala, J. Norton, and K. Inubushi. 2014. Influence of Azolla (*Azolla microphylla* Kaulf.) Compost on Biogenic Gas Production, Inorganic Nitrogen and Growth of Upland Kangkong (*Ipomoea aquatica* Forsk.) in a Silt Loam Soil. ***Soil Sci. Plant Nutr.*** 60: 722–730.

Limantara, L., M. Dettling, R. Indrawati, T.H. Indriatmoko, and P. Brotosudarmo. 2015. Analysis on the Chlorophyll Content of Commercial Green Leafy Vegetables. ***Procedia Chem.*** 14: 225-231.

Palm, C.A., C.N. Gachengo, R.J. Delve, G. Cadisch, and K.E. Giller. 2001. Organic Inputs for Soil Fertility Management in Tropical Agroecosystems: Application of an Organic Resource Database. ***Agri. Ecosyst. Env.*** 83: 27-42.

Subedi, P. and J. Shrestha. 2015. "Improving Soil Fertility through Azolla Application in Low Land Rice": A Review. ***Azar. J. Agri.*** 2(2): 35-39.

Watanabe, I., N.S. Berja, and D.C. Del Rosario. 1980. Growth of Azolla in Paddy Field as Affected by Phosphorus Fertilizer. ***Soil Sci. Plant Nutr.*** 26(2): 301-307.

Watanabe, I. and C. Ramirez. 1990. Phosphorus and Nitrogen Contents of Azolla Grown in the Philippines. ***Soil Sci. Plant Nutr.*** 36: 319–331.

วิจัยความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์แมงลักป่าต่อลูกปลานิล

Study on Acute Toxicity of Wild Spikenard Formulation in Nile Tilapia

นางธนิตา ค่ำอำนวย นางพรรณีกา อัตตนนท์ นางสาวศิริพร สอนท่าโก
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

การวิจัยความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่าต่อลูกปลานิล โดยใช้สูตรผลิตภัณฑ์แมงลักป่า จำนวน 2 สูตร คือผลิตภัณฑ์สูตร A 40% EC และผลิตภัณฑ์สูตร B 40% EC โดยเตรียมสูตรผลิตภัณฑ์จากน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากแมงลักป่าที่เก็บในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันด้วยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง เพื่อหาค่าความเข้มข้นของสูตรผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ลูกปลานิลตายครึ่งหนึ่งในเวลา 96 ชั่วโมง(96h-LC_{50}) ผลิตภัณฑ์สูตร A ที่ความเข้มข้น 0-100 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าผลิตภัณฑ์สูตรA มีค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน 27.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนผลิตภัณฑ์สูตร B ที่ความเข้มข้น 0-10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร จากค่าความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตร ผลิตภัณฑ์สูตร B มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกปลานิลสูงกว่าผลิตภัณฑ์สูตร A การใช้จึงต้องมีความระมัดระวัง ไม่ควรใช้ใกล้แหล่งน้ำ

คำนำ

แมงลักป่า เป็นวัชพืชที่มีแนวโน้มว่ามีศักยภาพในการควบคุมวัชพืช อัณศยาและคณะ (2560) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยต่อวัชพืช 4 ชนิด ได้แก่ หญ้าข้าวนก ผักโขมหนาม ถั่วผี และไมยราบเลื้อย ในห้องปฏิบัติการพบว่า อัตราเทียบเท่าสกัดจากแมงลักป่า 100 กรัม(gE) สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญของพืชทดสอบได้สูงสุดมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์) พืชสมุนไพรของไทยมีการนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด เช่น สะเดา หางไหล เป็นต้น อาจนำมาใช้ในรูปแบบอย่างง่าย อาทิเช่น การแช่น้ำแล้วนำสารสกัดนั้นไปใช้พ่น หรือการนำพืชมาเตรียมเป็นสารสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ แล้วนำไปใช้ หรือการวิจัยพัฒนาเพื่อทำในรูปแบบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของสารสกัดพืชนั้นๆ ศิริพรและคณะ (2560) ได้วิจัยสูตรและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่า พบว่าสูตรที่เหมาะสมคือ ผลิตภัณฑ์สูตร A 40%EC และ ผลิตภัณฑ์สูตร B 40%EC ที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการงอก การเจริญของราก และและลำต้นของเมล็ดไมยราบยักษ์และหญ้าข้าวนกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในการทำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนั้นนอกจากข้อมูลด้านคุณภาพ ประสิทธิภาพแล้วจำเป็นต้องมีข้อมูลความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์ เพื่อบ่งบอกความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม สำหรับการศึกษาความเป็นพิษ(LC_{50})ของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อลูกปลานิลเพื่อประเมินผลกระทบหรือความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ในการจะพัฒนาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีการ



ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่า

ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร sabinene, 1,8-cineole และ *trans*-caryophyllene พบว่า ผลิตภัณฑ์สูตร A มีปริมาณสาร sabinene เท่ากับ 7.61 %w/w มี 1,8-cineole เท่ากับ 5.60 %w/w และมี *trans*-caryophyllene เท่ากับ 4.24 %w/w ส่วนผลิตภัณฑ์สูตร B มีปริมาณสาร sabinene เท่ากับ 9.61 %w/w มี 1,8-cineole เท่ากับ 6.94 %w/w และมี *trans*-caryophyllene เท่ากับ 5.22 %w/w

Table1 Mortality of Nile tilapia from various concentration of formulation at 96h

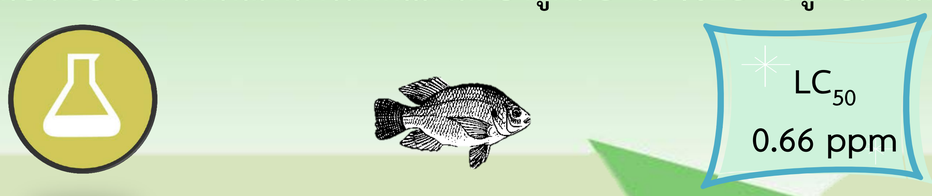
A 40 %EC (ppm)	%Mortality
0 ppm (control)	0
10 ppm	10.00
20 ppm	10.00
40 ppm	73.33
60 ppm	100
80 ppm	100
100 ppm	100

B 40 %EC (ppm)	%Mortality
0 ppm (control)	0
0.5 ppm	45.00
1 ppm	57.50
5 ppm	72.50
10 ppm	80.00
20 ppm	85.00

ความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดแมงลักป่าสูตร A 40 %EC ต่อลูกปลานิล



ความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดแมงลักป่าสูตร B 40 %EC ต่อลูกปลานิล



สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่าต่อลูกปลานิล ทั้ง 2 สูตรผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์สูตร A 40 %EC และผลิตภัณฑ์สูตร B 40 %EC มีค่า LC_{50} (96 ชั่วโมง) 27.28 และ 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากผลที่ได้ผลิตภัณฑ์สูตร A ที่มีความเป็นพิษต่อลูกปลานิลมากกว่าผลิตภัณฑ์สูตร B เนื่องจากมีความแตกต่างกันของส่วนผสมในแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังนั้นควรมีการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติม หรือวิจัยสูตรในรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สูตรที่มีทั้งคุณภาพประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง

อัณศยา พรมมา, ศิริพร สอนท่าโก, ธัญชนก จงรักไทย, ธนิตา ค่ำอำนวย, พรรณีกา อัตตนนท์, ศิริพร ซึงสนธิพร, คมสัน นครศรี, ภัทร์พิชชา รุจิระพงษ์ชัย, จรัญญา ปิ่นสุภา และวิไลวรรณ พรรมคำ. 2560. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตรประจำปี 2560. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 199 หน้า

ศิริพร สอนท่าโก, ธนิตา ค่ำอำนวย และอัณศยา พรมมา. 2560. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2560. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 190

วิจัยความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์แมงลักป่าต่อลูกปลานิล
Study on Acute Toxicity of Wild Spikenard Formulation in Nile Tilapia

นางธนิตา ค่ำอำนวย นางพรรณีกา อัตตนนท์ นางสาวศิริพร สอนท่าโก

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The present study was conducted to provide the acute toxicity of wild spikenard formulation on Nile Tilapia. Wild spikenard was collected from Kanchanaburi province. Then, volatile oil was extracted from wild spikenard and formulated into 2 formulas of 40% emulsifiable concentrate (EC) including formula A and formula B. Wild spikenard formulation was analyzed for quantifying sabinene, 1,8-cineole and trans-caryophyllene. The results showed that sabinene 7.61%w/w, 1,8-cineole 5.60%w/w and *trans*-caryophyllene 4.24%w/w were found in formula A , sabinene 9.61%w/w, 1,8-cineole 6.94%w/w and trans-caryophyllene 5.22%w/w were found in formula B. Acute toxicity testing with static technique of bioassay was assigned to determine their median lethal concentration within 96 hours (96h-LC_{50}). The 96h- LC_{50} were 27.28 mg/L and 0.657 mg/L for formula A and formula B, respectively which indicated that formula B was more toxic for *Nile Tilapia* than formula A. Therefore, it is important to be careful when using the products and do not use these products near water resource.

บทคัดย่อ

การวิจัยความเป็นพิษเฉียบพลันของผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่าต่อลูกปลานิล โดยทำเป็นสูตรสารละลายน้ำมันเข้มข้น (Emulsifiable concentrate : EC) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ใช้ผสมน้ำ จำนวน 2 สูตร คือ ผลิตภัณฑ์สูตร A 40%EC และ ผลิตภัณฑ์สูตร B 40%EC โดยเตรียมตัวอย่างผลิตภัณฑ์สูตรจากน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากแมงลักป่าที่เก็บในพื้นที่จังหวัดกาญจนบุรี ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารและทดสอบความเป็นพิษเฉียบพลันด้วยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static technique) เพื่อหาค่าความเข้มข้นของสูตรผลิตภัณฑ์ที่ทำให้ลูกปลานิลตายครึ่งหนึ่งในเวลา 96 ชั่วโมง (96h-LC_{50}) ในการวิจัยพบว่า ผลิตภัณฑ์สูตร A 40%EC มีปริมาณสาร sabinene,1,8-cineole และ *trans*-caryophyllene เป็น 7.61, 5.60 และ 4.24 %w/w ตามลำดับ และมีค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ 96 เท่ากับ 27.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนผลิตภัณฑ์สูตร B 40%EC มีปริมาณสาร sabinene, 1,8-cineole และ *trans*-caryophyllene เป็น 9.61, 6.94 และ 5.22 %w/w ตามลำดับ มีค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ 96 เป็น 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อพิจารณาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ 96 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 สูตร จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์สูตร B 40%EC มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกปลานิลสูงกว่าผลิตภัณฑ์สูตร A 40%EC การใช้จึงต้องมีความระมัดระวัง ไม่ควรใช้ใกล้แหล่งน้ำ

คำนำ

แมงลักป่า หรือ แมงลักคา หรือ กะเพราผี (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.) (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2555) เป็นวัชพืชชนิดหนึ่งที่มีแนวโน้มว่ามีศักยภาพในการควบคุมวัชพืช โดย ชอุ่มและศิริพร (2550) รายงานว่าการสกัดสารจากแมงลักป่าด้วยน้ำมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกได้ และการพ่นสารสกัดแมงลักป่าก่อนวัชพืชงอก 7 วัน ทำให้ผักโขมหนามมีความสูงลดลง 10 เปอร์เซ็นต์ และที่ 4 สัปดาห์หลังพ่นสารฯ ผักเบี้ยหินมีน้ำหนักแห้งลดลง 15 เปอร์เซ็นต์ (ชอุ่มและศิริพร, 2551) และสารสกัดกระเพราผีเทียบเท่าน้ำหนักแห้ง 10.00 กรัม มีประสิทธิภาพในการควบคุมแห้วหมูก่อนงอกและแห้วหมูที่งอกแล้วใกล้เคียงกับอิมาเซทาไพร์ 90 เปอร์เซ็นต์ (ศิริกันยา, 2544) อัณศยาและคณะ (2560) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยต่อวัชพืช 4 ชนิด ได้แก่ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.

Beauv) ผักโขมหนาม (*Amaranthus spinosus* L.) ถั่วผี (*Phaseolus lathyroides* L.) และไมยราบเลื้อย (*Mimosa diplotricha* C. Wright ex Sauvallen) ในห้องปฏิบัติการพบว่า อัตราเทียบเท่าสกัดจากแมงลักป่า 100 กรัม (gE) สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญของพืชทดสอบได้สูงสุดมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ศิริพรและคณะ (2559) ได้วิจัยหากลุ่มสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยจากแมงลักป่าที่สำรวจเก็บตัวอย่างจากจังหวัดกาญจนบุรี พบว่า สารที่พบมากและเป็นองค์หลักในน้ำมันหอมระเหยจากแมงลักป่า ได้แก่ Sabinene, β-pinene, 1,8-cineole, *trans*-caryophyllene, caryophyllene oxide, abietatriene เป็นต้น และพบว่าสาร 1,8-cineol สามารถยับยั้งการงอก ยับยั้งเจริญของรากและยับยั้งการเจริญของลำต้นของเมล็ดไมยราบยักษ์ ได้มากที่สุด

พืชสมุนไพรของไทยมีการนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิด เช่น สะเดา หางไหล เป็นต้น อาจนำมาใช้ในรูปแบบอย่างง่าย เช่น การแช่น้ำแล้วนำสารสกัดนั้นไปใช้พ่น หรือการนำพืชมาเตรียมเป็นสารสกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ แล้วนำไปใช้ หรือการวิจัยพัฒนาเพื่อทำในรูปแบบผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปของสารสกัดพืชนั้นๆ เพื่อใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชทั้ง แมลงศัตรูพืช โรคพืช หรือวัชพืชสำหรับนำมาใช้ทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในการทำผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปนอกจากข้อมูลด้านคุณภาพ ประสิทธิภาพแล้วจำเป็นต้องมีข้อมูลความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์ เพื่อบ่งบอกความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม สำหรับการศึกษาความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์ต่อลูกปลานิลเพื่อดูผลกระทบหรือความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ในการจะพัฒนาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์ สารเคมี เครื่องแก้ว และเครื่องมือวิทยาศาสตร์

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง
2. เครื่องแก้วชนิดต่างๆ เช่น บีกเกอร์ กระบอกตวง ขวดวัดปริมาตร ปิเปต เป็นต้น
3. เครื่อง Gas chromatograph-mass spectrometer (GC-MS) ยี่ห้อ Agilent รุ่น 6890N
4. เครื่องระเหยแบบลดความดัน (Rotary evaporator)
5. เครื่องกลั่น Hydro-distillation
6. อุปกรณ์สำหรับเลี้ยงปลานิล ได้แก่ อ่างเลี้ยงปลา, อ่างสำหรับพักปลา, ชุดอุปกรณ์สำหรับให้ออกซิเจนในน้ำ, ชุดอุปกรณ์สำหรับการเปลี่ยนถ่ายน้ำที่ใช้ในการทดลอง, สวิงตักปลาขนาดต่างๆ
7. อุปกรณ์สำหรับวัดคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำในอ่างเลี้ยงปลา ได้แก่ กระดาษวัด pH, Cl_2, NO_2^-, NO_3^- , เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ
8. สารมาตรฐาน ได้แก่ sabinene, 1,8-cineole และ *trans*-caryophyllene
9. ตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น เมทานอล เอทานอล เป็นต้น
10. อาหารอัดเม็ดแห้งสำหรับเลี้ยงปลา

วิธีการ

1. เตรียมผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่า สูตร A และ สูตร B

สำรวจและเก็บตัวอย่างแมงลักป่า บริเวณจังหวัดกาญจนบุรีและจังหวัดราชบุรี สับตัวอย่างพอละเอียดนำมากลั่นแบบ Hydrodistillation เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำน้ำมันหอมระเหยที่ได้มาทำให้บริสุทธิ์ และนำมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์สารสกัดน้ำมันหอมระเหยจากแมงลักป่า (สูตรผลิตภัณฑ์จากการทดลองวิจัยสูตรและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่าเพื่อการควบคุมวัชพืช)

2. ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของผลิตภัณฑ์สูตรผสมรวมพืชต่อลูกปลานิล

แผนการทดลอง แบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) ใช้ระดับความเข้มข้นเป็นกรรมวิธีๆละ 3 ซ้ำ

2.1 การเตรียมลูกปลานิล

นำลูกปลานิล อายุ 60 วัน มาเลี้ยงปรับสภาพในห้องปฏิบัติการอย่างน้อย 2 สัปดาห์ ก่อนการทดสอบ แล้วคัดลูกปลาที่สุขภาพดีมาทำการทดสอบ โดยแยกเลี้ยงไว้ในตู้กระจกที่มีสภาพคล้ายภาชนะทดลอง 1-2 วันและงดการ

ให้อาหาร 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ ปลาที่ใช้ในการทดสอบจะมีการชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของลำตัวก่อนทำการทดลอง

2.2 ทดสอบความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดแมงลักป่าต่อลูกปลานิล

- การทดลองขั้นต้น (range finding test) เพื่อหาระดับความเข้มข้นช่วงกว้างๆ คือ ระดับความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้ปลานิลตาย 100 เปอร์เซ็นต์และระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ทำให้ปลานิลมีชีวิตรอด 100 เปอร์เซ็นต์ และนำค่าความเข้มข้นที่ได้ไปจัดระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมในการทดลองอย่างละเอียดต่อไป

- การทดลองอย่างละเอียด (definitive test) เป็นการทดลองเพื่อหาระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์สารสกัดแมงลักป่าที่ทำให้ลูกปลานิลตายครึ่งหนึ่ง โดยการนำผลจากการทดลองขั้นต้นมาจัดระดับความเข้มข้นออกเป็น 6 ระดับ แต่ละระดับทำ 4 ซ้ำโดยตลอดการทดลองจะให้อากาศเพื่อป้องกันการขาดออกซิเจน สังเกตลักษณะอาการและบันทึกจำนวนลูกปลานิลตายที่ 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองนำเปอร์เซ็นต์การตายสะสมของสัตว์ทดลองในแต่ละระดับความเข้มข้นไปคำนวณหาค่าความเข้มข้นที่ทำให้สัตว์ทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LC_{50}) ที่ 96 ชั่วโมง

4. วิเคราะห์ข้อมูล สรุปและรายงานผล

ระยะเวลา ระยะเริ่มต้น ตุลาคม 2560 ถึง ระยะสิ้นสุดกันยายน 2561

สถานที่ ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่า สูตรผลิตภัณฑ์ A 40 %EC และสูตรผลิตภัณฑ์ B 40 %EC

เก็บตัวอย่างแมงลักป่าบริเวณจังหวัดกาญจนบุรี นำมาสกัดน้ำมันหอมระเหย และนำน้ำมันหอมระเหยมาเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์สูตร โดยทำเป็นสูตรสารละลายน้ำมันเข้มข้น (Emulsifiable concentrate : EC) จำนวน 2 สูตร คือ ผลิตภัณฑ์สูตร A 40 %EC และ ผลิตภัณฑ์สูตร B 40 %EC ตรวจวิเคราะห์ปริมาณสาร sabinene, 1,8-cineole และ *trans*-caryophyllene พบว่า ผลิตภัณฑ์สูตร A มีปริมาณสาร sabinene เท่ากับ 7.61%w/w มี 1,8-cineole เท่ากับ 5.60%w/w และมี *trans*-caryophyllene เท่ากับ 4.24%w/w ส่วนผลิตภัณฑ์สูตร B มีปริมาณสาร sabinene เท่ากับ 9.61%w/w มี 1,8-cineole เท่ากับ 6.94%w/w และมี *trans*-caryophyllene เท่ากับ 5.22%w/w

ความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดแมงลักป่าสูตร A 40 %EC ต่อลูกปลานิล

1. ลูกปลานิลที่ใช้ทดสอบจากอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา อายุ 80 วัน มีขนาดเฉลี่ย 4.71 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 1.66 กรัม

2. ศึกษาความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สูตร A 40 %EC ด้วยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) ในห้องปฏิบัติการ ภายในเวลา 96 ชั่วโมง ผลการทดสอบขั้นต้น (range finding test) ระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์สูตรอยู่ในช่วง 10-100 มิลลิกรัมต่อลิตร และทำการทดสอบอย่างละเอียด (definitive test) ที่ความเข้มข้น 0 (กลุ่มควบคุม), 10, 20, 40, 60, 80 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าลูกปลานิลตาย 0, 10, 10, 73.22, 100, 100 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (table 1) เมื่อนำมาคำนวณหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ 96 ชั่วโมง โดยวิธี Probit Analysis พบว่าผลิตภัณฑ์สูตร A 40%EC มีค่า LC_{50} เท่ากับ 27.28 มิลลิกรัมต่อลิตร

Table 1 Mortality of Nile tilapia from various concentration of formulation A 40 %EC at 96h.

Concentration of formulation A 40 %EC (ppm)	%Mortality
0 ppm (control)	0
10 ppm	10.00
20 ppm	10.00
40 ppm	73.33
60 ppm	100
80 ppm	100
100 ppm	100

ความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สารสกัดแมงลักป่าสูตร B 40 %EC ต่อลูกปลานิล

1. ลูกปลานิลที่ใช้ทดสอบจากอำเภอเมือง จังหวัดฉะเชิงเทรา อายุ 70 วัน มีขนาดเฉลี่ย 3.40 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 1.32 กรัม

2. ศึกษาความเป็นพิษของผลิตภัณฑ์สูตร B 40%EC ด้วยวิธีชีววิเคราะห์แบบน้ำนิ่ง (static bioassay) ในห้องปฏิบัติการ ระยะเวลา 96 ชั่วโมง ผลการทดสอบขั้นต้น (range finding test) ของระดับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์สูตร พบว่าอยู่ช่วง 0-20 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการทดสอบขั้นละเอียด (definitive test) ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 5, 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่าที่ 96 ชั่วโมง ลูกปลานิลตายสะสม 0, 45, 57.5, 72.5, 80 และ 85 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (table 2) เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ 96 ชั่วโมง โดยวิธี Probit Analysis พบว่ามีค่า LC_{50} เป็น 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร

Table 2 Mortality of Nile tilapia from various concentration of formulation B 40 %EC at 96h.

Concentration of formulation B 40 %EC (ppm)	%Mortality
0 ppm (control)	0
0.5 ppm	45.00
1 ppm	57.50
5 ppm	72.50
10 ppm	80.00
20 ppm	85.00

เมื่อพิจารณาค่าความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ที่ 96 ชั่วโมง ของผลิตภัณฑ์สูตรทั้ง 2 สูตร (table 3) จะเห็นว่าผลิตภัณฑ์สูตร A 40 %EC มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่อลูกปลานิลน้อยกว่าผลิตภัณฑ์สูตร B 40 %EC

Table 3 Acute toxicity (LC50) on Nile tilapia at 96h of wild spikenard formulation

Formulation	Acute toxicity (LC_{50}) mg/l (at 96h)
Formulation A 40 %EC	27.28
Formulation B 40 %EC	0.66

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลัน (LC_{50}) ของผลิตภัณฑ์สารสกัดจากแมงลักป่าต่อลูกปลานิล ทั้ง 2 สูตรผลิตภัณฑ์ คือ ผลิตภัณฑ์สูตร A 40 %EC และผลิตภัณฑ์สูตร B 40 %EC มีค่า LC_{50} (96 ชั่วโมง) 27.28 และ 0.66 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จากผลที่ได้ผลิตภัณฑ์สูตร A ที่มีความเป็นพิษต่อลูกปลานิลมากกว่าผลิตภัณฑ์สูตร B เนื่องจากมีความแตกต่างกันของส่วนผสมในแต่ละผลิตภัณฑ์ ดังนั้นควรมีการวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติม หรือวิจัยสูตรในรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สูตรที่มีทั้งคุณภาพ ประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยต่อไป

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ข้อมูลความเป็นพิษ (LC_{50}) ของสูตรผลิตภัณฑ์ที่วิจัยได้ สำหรับเป็นข้อมูลส่วนหนึ่งทางด้านพิษวิทยาของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น และเป็นแนวทางในการวิจัยสูตรผลิตภัณฑ์จากสารสกัดพืชสำหรับใช้ในป้องกำจัดศัตรูพืชชนิดอื่นๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดี มีคุณภาพ ประสิทธิภาพและมีความปลอดภัยทั้งต่อผู้ใช้ ผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ข้าราชการและพนักงานของกลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษทางการเกษตรจากสารธรรมชาติที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2555. คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืช ปี 2554. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. กรุงเทพฯ. 149 หน้า.

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร และศิริพร ซึงสนธิพร. 2550. ศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดสารจากแมงลักป่าเพื่อให้ได้สารที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชสูงสุด. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2550 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 650 หน้า

ชอุ่ม เปรมัษเฐียร และศิริพร ซึงสนธิพร. 2551. ศึกษาอัตราของสารสกัดจากแมงลักป่าที่เหมาะสมในการควบคุมวัชพืชก่อนและหลังพืชและวัชพืชงอก. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 649 หน้า

ศิริกันยา ตรีประสิทธิ์ผล. 2544. สารสกัดจากใบกระเพราผีที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของหญ้าแห้วหมู. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 89 หน้า (http://cuir.car.chula.ac.th/handle/123456789/4263). 24 มีนาคม 2557.

ศิริพร สอนท่าโก, พรรณีกา อัตตนนท์, ธนิตา ค่ำอำนวย และอัณศยา พรมมา. 2559. ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2559. กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 308 หน้า

อัณศยา พรมมา, ศิริพร สอนท่าโก, ธัญชนก จงรักไทย, ธนิตา ค่ำอำนวย, พรรณีกา อัตตนนท์, ศิริพร ซึงสนธิพร, คมสันนครศรี, ภัทร์พิชชา รุจิระพงษ์ชัย, จรัญญา ปิ่นสุภา และวิไลวรรณ พรรมคำ. 2560. ผลงานวิจัยดีเด่น กรมวิชาการเกษตรประจำปี 2560. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 199 หน้า

Nantitanon, W., S. Chowwanapoonpohn and S. Okonogi. 2007. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Hyptis suaveolens Essential oil. *Sci. Pharm*. 75:35-46.

ศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต โอเมโทเอท และมาลาไทออน

Study on Degradation of Pesticide Products, Dimethoate Ometoate and Malathion

ฉลองรัตน์ หมื่นขวา , ภัทรฤทัย คมน์ณัฐ , พิเชษฐ์ ทองละเอียด , ทัศนี อัฏฐพรพงษ์ และพินิตนันต์ สรวยเอี่ยม

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร **กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร**

บทคัดย่อ

การศึกษาการเสื่อมสภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช dimethoate omethoate และ malathion ในระยะเวลา 2 ปี พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26 - 35^{0}C) ปริมาณสารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ dimethoate lot.1 lot.2 ลดลง 34.2% และ 62.9% ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 12.1% 38.1% และ21.3% ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 30.6% 68.7% และ 28.7% ตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 ^{0}C ของ dimethoate lot.1 lot.2 ลดลง 8.79% และ 18.4% ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 0.00% 7.95% และ 6.26% ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 18.4% 7.13% และ 15.3% ตามลำดับ การทดสอบค่า pH เฉลี่ยที่อุณหภูมิห้องของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่า dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 2.915 และ 2.804 ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.556 2.342 และ 2.617 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.833 2.665 และ2.800 ตามลำดับ ค่า pH เฉลี่ย ที่อุณหภูมิ 5^{0}C ของ dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 2.901 และ 2.868 ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.852 2.807 และ 2.716 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.785 3.038 และ3.146 ตามลำดับ ปริมาณน้ำเจือปนที่อุณหภูมิห้องของ dimethoate lot.1 lot.2 มีปริมาณน้ำที่ 0.6640 และ 0.8484 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 มีปริมาณน้ำที่ 0.6568 0.6360 และ 0.6238 ตามลำดับ สำหรับที่อุณหภูมิ 5^{0}C ของ dimethoate lot.1 lot.2 มีปริมาณน้ำที่ 0.6439 และ 0.5755 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 มีปริมาณน้ำที่ 0.4312 0.6684 และ 0.5935 ตามลำดับ และการคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชั่นที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 5^0 C มีค่าการคงสภาพอิมัลชั่นได้ดี (0 ml) ยกเว้น dimethoate lot.2 ที่เกิดครีม 1.5 ml ซึ่งไม่เกินเกณฑ์กำหนดตามข้อกำหนดของ FAO และ WHO Specifications ซึ่งกำหนดครีมไม่เกิน 4 ml

คำนำ

เกษตรกรนิยมใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากให้ประสิทธิภาพรวดเร็วและเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น ซึ่งการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชต้องปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากผลิตภัณฑ์ ถ้าเกษตรกรใช้ปริมาณสารเคมีที่ไม่เป็นไปตามอัตราการใช้ จะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือผู้ใช้สารเคมี และอาจทำให้ศัตรูพืชเกิดความต้านทานไม่สามารถกำจัดได้ การศึกษาการเสื่อมสภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยทำการศึกษาการเสื่อมคุณภาพผลิตภัณฑ์สารกำจัดแมลง 3 ชนิด คือ dimethoate omethoate และ malathion เนื่องจากสถิติการตรวจวิเคราะห์สารทั้ง 3 ชนิด หลังการขึ้นทะเบียน พบว่า มีการผิดมาตรฐานมากที่สุด เพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้คุณภาพตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และองค์การอนามัยโลก (WHO) จึงได้ทำการตรวจสอบสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณสารออกฤทธิ์ ปริมาณน้ำเจือปน และสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่า pH การคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชัน ซึ่งไดเมโทเอต (dimethoate) โอเมโทเอต (omethoate) และมาลาไทออน (malathion) เป็นสารกำจัดแมลงและไรในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ออกฤทธิ์ได้ทั้งในทางสัมผัสและกินตาย (cholinesterase inhibitor) สารในกลุ่มนี้มีสมบัติในการสลายตัวได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม พืชและสัตว์ โดยที่ malathion และ omethoate สลายตัวในสัตว์ได้ภายใน 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ และเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเพื่อเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้มีคุณภาพตามที่ขึ้นทะเบียนไว้และใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรในฐานะผู้กำกับดูแลมาตรฐานผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ตระหนักถึงความสำคัญในการศึกษาวิจัยนี้ เพื่อเกษตรกรจะได้ใช้ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชดังกล่าวอย่างมีคุณภาพ ลดปัญหาสารเคมีคุณภาพต่ำหรือใช้ไม่ได้ผล

วิธีดำเนินการ

1.เก็บตัวอย่างจากแหล่งผลิต/แบ่งตัวอย่างออกเป็น 2 ชุด







2.วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์และสมบัติทางกายภาพ



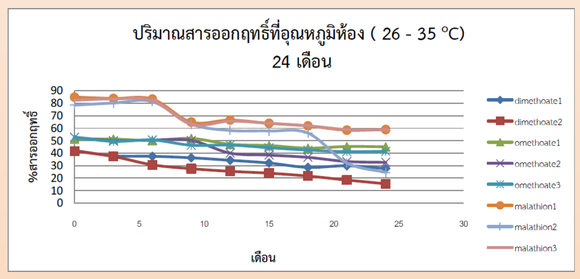


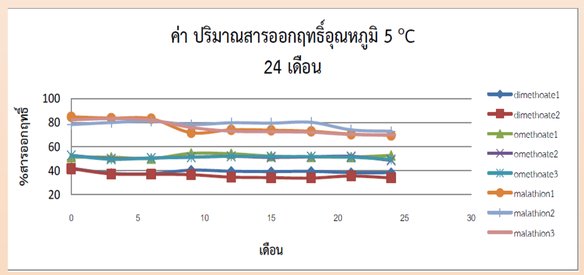


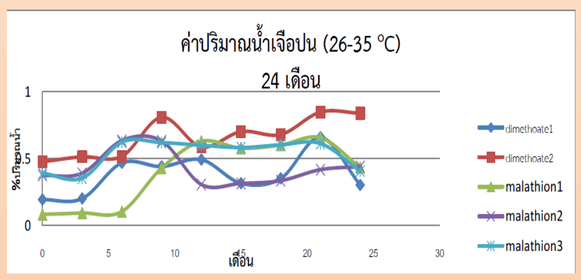
ระยะเวลา : ตุลาคม 2558- กันยายน 2561

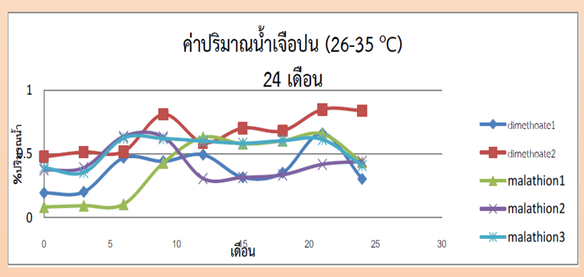
สถานที่ทำการทดลอง : กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษทางการเกษตร

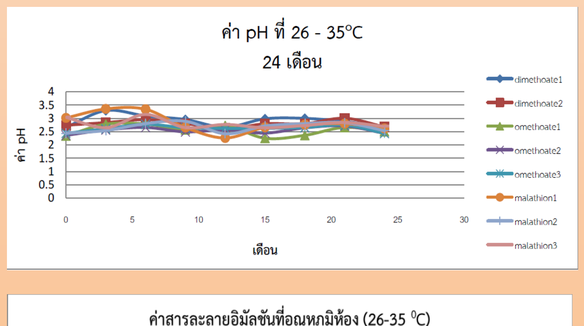
ผลการทดลอง

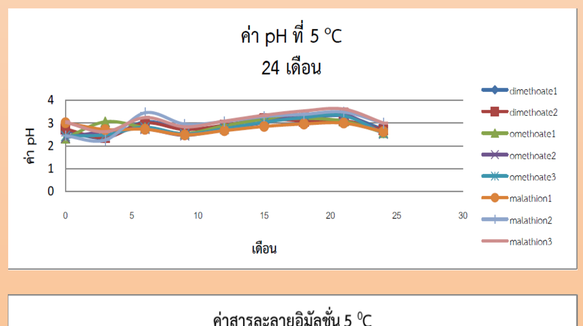


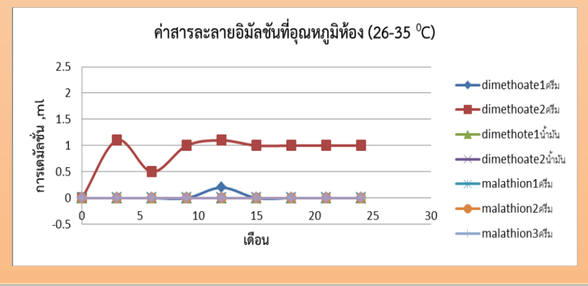














สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการเสื่อมคุณภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช dimethoate omethoate และ malathion ในการศึกษาที่ระยะเวลา 2 ปี (24 เดือน) นั้นสารออกฤทธิ์ทั้ง 3 ชนิด ในส่วนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องมีแน้วโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 ^{0}C ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากจนถึงระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับค่า pH สารทั้งหมดมีค่า pH ค่อนข้างต่ำ คือมีค่าต่ำกว่า 4 แต่อย่างไรก็ตามไม่พบข้อมูลว่า pH ที่ต่ำมีผลอย่างไรกับสารทั้ง 3 ชนิด และยังพบว่า omethoate จะมีเสถียรภาพดีที่ค่า pH ต่ำ ปริมาณน้ำเจือปน ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณน้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ที่อุณหภูมิ 5^0 C มีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก อย่างไรก็ตามทั้ง dimethoate และ malathion เป็นสูตรน้ำมันเข้มข้น (EC) การมีน้ำปริมาณมากเกินไปจะทำให้มีผลต่อเสถียรภาพของสารออกฤทธิ์ จึงทำให้สารออกฤทธิ์ทั้งสองมีค่าลดลงนั้นเอง และการทดสอบสมบัติทางกายภาพ การคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชั่นนั้น สารส่วนใหญ่มีค่าการละลายได้หมด คือ ไม่เกิดครีมและน้ำมันเลย พบเพียงแต่ dimethoate lot.2 เท่านั้นที่เกิดครีม แต่ก็มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ FAO ซึ่งกำหนดไว้มากสุดที่ 4 ml ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมห้อง และ อุณหภูมิ 5^0 C แสดงว่าสารทุก lot มีการละลายสารออกฤทธิ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากผลการทดสอบตัวอย่างทั้งหมด ตัวอย่างที่พบว่ามีค่าลดลงมากที่สุดคือ dimethoate lot.2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้สารเติมเต็ม (สารไม่ออกฤทธิ์) ในแต่ละ lot การผลิตที่ไม่เหมือนกัน เนื่องจากได้มาจากแหล่งผลิตคนละแหล่ง สารที่เพิ่มเข้าไปใน lot.2 อาจจะเป็นสารที่ไม่คงทนต่อสภาวะแวดล้อมของประเทศไทย ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูง (ประมาณ 35^{0}C) จะพบว่าทุก lot ของสารที่นำมาทดสอบที่อุณหภูมิห้อง (26-35^{0}C) มีผลทำให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆเปลี่ยนแปลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 5^{0}C ที่เห็นได้ชัดคือสารออกฤทธิ์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องและสภาพอากาศก็มีผลต่อปริมาณน้ำเจือปนที่มากขึ้นด้วย

การนำไปใช้ประโยชน์

สามารถเผยแพร่ไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องและเป็นข้อมูลสนับสนุนในการเฝ้าระวังและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ผ่านการขึ้นทะเบียน และวางจำหน่ายในท้องตลาด

เอกสารอ้างอิง

1. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2551. คำแนะนำ การป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2551. 294น.
2. ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์. 2537. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. ฝ่ายสารสารวัตรเกษตร. กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 371น.
3. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ออนไลน์, สืบค้นเมื่อ 28 ม.ค 2562)
4. Anonymous. 1993. The Agrochemicals Handbook 3rd. ed. The Royal Society of Chemistryn Cambridge, England.
5. Dobrat W. and Martijn A. 1995. CIPAC Handbook Vol. E : Analysis of Technical and Formulated Pesticides. Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, *The Black Bear Press, England.*
6. Dobrat W. and Martijn A. 2000. CIPAC Handbook Vol. K : Analysis of Technical and Formulated Pesticides. Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, *The Black Bear Press, England.*

ศึกษาการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ไดเมโทเอต โอเมโทเอต และมาลาไทออน

Study on Degradation of Pesticide Products, Dimethoate Omethoate and Malathion

ฉลองรัตน์ หมื่นขวา ภัทรฤทัย คมน์ณัฐ พิเชษฐ์ ทองละเอียด ทัศนี อัฏฐพรพงษ์ พินิตนันต์ สรวยเอี่ยม

กลุ่มวิจัยวัตถุมิพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Study on degradation of pesticide products of dimethoate omethoate and malathion for 2 years. The results, Active ingradient of pesticide products that storage at normal temperature (26-35^{0}C) were decrease with significant. dimethoate lot.1 lot.2 decrease 34.2% and 62.9%, omethoate lot.1 lot.2 lot.3 decrease 12.1% 38.1% and 21.3% and malathion lot.1 lot.2 lot.3 decrease 30.6% 68.7 and 28.7%, respectively and keep at 5^{0}c temperature dimethoate lot.1 lot.2 decrease 8.79% and 18.4%. omethoate lot.1 lot.2 lot.3 decrease 0.00% 7.95% and 6.26%, respectively and malathion lot.1 lot.2 lot.3 decrease 18.4% 7.13 and 15.3%, respectively. pH value of all pesticide product was low and did not change value. pH value average keep normal temperature :dimethoate lot.1 lot.2 as 2.915 and 2.804 omethoate lot.1 lot.2 lot.3 as 2.556 2.342 and 2.617, respectively and malathion lot.1 lot.2 lot.3 as 2.833 2.665 and 2.800, respectively. pH value average keep at 5^{0}C : dimethoate lot.1 lot.2 as 2.901 and 2.868 omethoate lot.1 lot.2 lot.3 as 2.852 2.807 and 2.716, respectively and malathion lot.1 lot.2 lot.3 as 2.785 3.038 and 3.146 respectively. Water content keep normal temperature : dimethoate lot.1 lot.2 were maximun as 0.6640 and 0.8484, malathion lot.1 lot.2 lot.3 were maximun as 0.6568 0.6360 and 0.6238, respectively. Water content keep at 5^{0}C dimethoate lot.1 lot.2 were maximun as 0.6439 and 0.5755, malathion lot.1 lot.2 lot.3 were maximun as 0.4312 0.6684 and 0.5935, respectively. Lasty, emulsion stability and re-emulsification of all pesticide product lot did not found cream and free oil (0 ml). However, dimethoate lot 2 has reaction that was cream 1.5 ml but the value accept by FAO and WHO specification (maximum 4 ml).

บทคัดย่อ

การศึกษาการเสื่อมสภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช dimethoate omethoate และ malathion ในระยะเวลา 2 ปี พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (26 - 35^{0}C) ปริมาณสารออกฤทธิ์ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ dimethoate lot.1 lot.2 ลดลง 34.2% และ 62.9% ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 12.1% 38.1% และ21.3% ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 30.6% 68.7% และ 28.7% ตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 ^{0}C dimethoate lot.1 lot.2 ลดลง 8.79% และ 18.4% ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 0.00% 7.95% และ 6.26% ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 18.4% 7.13% และ 15.3% ตามลำดับ การทดสอบค่า pH เฉลี่ยที่อุณหภูมิห้องของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิด พบว่า dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 2.915 และ 2.804 ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.556 2.342 และ 2.617 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.833 2.665 และ2.800 ตามลำดับ ค่า pH เฉลี่ย ที่อุณหภูมิ 5^{0}C ของ dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 2.901 และ 2.868 ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.852 2.807 และ 2.716 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.785 3.038 และ3.146 ตามลำดับ ปริมาณน้ำเจือปนที่อุณหภูมิห้องของ dimethoate lot.1 lot.2 มีปริมาณน้ำที่ 0.6640 และ 0.8484

ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 มีปริมาณน้ำที่ 0.6568 0.6360 และ 0.6238 ตามลำดับ สำหรับที่อุณหภูมิ 5^0C ของ dimethoate lot.1 lot.2 มีปริมาณน้ำที่ 0.6439 และ 0.5755 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 มีปริมาณน้ำที่ 0.4312 0.6684 และ 0.5935 ตามลำดับ และการคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชั่นนั้น ตัวอย่างส่วนใหญ่ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 5^0 C มีค่าการละลายอิมัลชั่นได้หมด (0 ml) ยกเว้น dimethoate lot.2 ที่เกิดครีม 1.5 ml ซึ่งไม่เกินเกณฑ์กำหนดตามข้อกำหนดของ FAO และ WHO Specifications ซึ่งกำหนดครีมไม่เกิน 4 ml

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชเสื่อมคุณภาพ

คำนำ

ประเทศไทยมีการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนมาก เห็นได้จากสถิติการนำเข้าสารเคมีของประเทศที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดย ปี 2560 มีการนำเข้าสารกำจัดแมลง 21,601 ตัน (สำนักงานเศรษกิจการเกษตร, ออนไลน์) เกษตรกรนิยมใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เนื่องจากให้ประสิทธิภาพอย่างรวดเร็วและเพิ่มผลผลิตได้มากขึ้น ซึ่งการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชต้องปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากผลิตภัณฑ์ ถ้าเกษตรกรใช้ปริมาณมากเกินไปจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือตัวผู้ใช้สารเคมี อีกทั้งการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชปริมาณไม่ถึงจุดที่กำจัดศัตรูพืชได้จะทำให้ศัตรูพืชเกิดความต้านทานและไม่สามารถกำจัดได้ อาจต้องใช้ปริมาณเพิ่มขึ้นหรือต้องใช้สารชนิดใหม่ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อศัตรูธรรมชาติในระบบนิเวศเกษตรนั้น ดังนั้นเพื่อเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชให้มีปริมาณตรงตามที่ขึ้นทะเบียนไว้และให้ใช้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด จึงได้ทำงานวิจัยเพื่อศึกษาการเสื่อมสภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยทำการศึกษาการเสื่อมคุณภาพผลิตภัณฑ์สารกำจัดแมลง 3 ชนิด คือ dimethoate omethoate และ malathion เนื่องจากสถิติการตรวจวิเคราะห์สารทั้ง 3 ชนิด หลังการขึ้นทะเบียน มีการพบว่ามีการผิดมาตรฐานมากที่สุด และเพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของสารให้ได้ปริมาณตามข้อกำหนดขององค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติและองค์การอนามัยโลก (FAO and WHO specification for Pesticides) โดยทำการตรวจสอบสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณสารออกฤทธิ์ ปริมาณน้ำเจือปน และสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่า pH การคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชัน ซึ่งไดเมโทเอต (dimethoate) โอเมโทเอต (omethoate) เป็นสารกำจัดแมลงและไรในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ประเภทดูดซึม ออกฤทธิ์ได้ทั้งในทางสัมผัสและกินตาย (cholinesterase inhibitor) สำหรับมาลาไทออน (malathion) เป็นสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ออกฤทธิ์ในการสัมผัสมากกว่ากินตายและเป็นสารกำจัดไรได้ด้วย (ปรีชา, 2537) อีกทั้งยังมีกลิ่นเฉพาะตัวที่สัตว์ไม่ชอบ คือ มีกลิ่นคล้ายฝรั่งเน่า สารในกลุ่มนี้มีสมบัติในการสลายตัวได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม พืชและสัตว์ โดยที่ malathion และ omethoate สลายตัวในสัตว์ได้ภายใน 24 และ 48 ชั่วโมง ตามลำดับ อีกทั้งยังเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ได้ง่ายในสิ่งแวดล้อม เช่น การเกิดไฮโดไรซิส (Hydrolysis) กับน้ำ เป็นต้น (Anonymous. 1993) ดังนั้น เพื่อเป็นหลักประกันว่าเกษตรกรจะได้ใช้ผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชดังกล่าวอย่างมีคุณภาพ มีปริมาณสารออกฤทธิ์ตรงตามที่ระบุบนฉลาก ลดปัญหาสารเคมีคุณภาพต่ำหรือใช้ไม่ได้ผล นอกจากนี้ยังเป็นการเฝ้าติดตามสารเคมีที่ไม่ได้มาตรฐานออกไปจากท้องตลาด ซึ่งหน่วยงานต่างๆ ของกรมวิชาการเกษตร โดยเฉพาะอย่างยิ่งกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ในฐานะผู้กำกับดูแลมาตรฐานผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชได้ให้ความสำคัญในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก

วิธีดำเนินการ

1. เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากแหล่งผลิตที่ผลิตใหม่หรือผลิตมาไม่เกิน 3 เดือน แล้วทำการแบ่งตัวอย่างแต่ละชนิดออกเป็น 2 ชุด โดยชุดที่ 1 เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้อง (26-35^{0}C) และชุดที่ 2 เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 5 ^{0}C

2. ทำการตรวจสอบคุณภาพของตัวอย่าง ดังนี้

2.1 ทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ dimethoate 40% W/V EC malathion 83% W/V EC ด้วยเทคนิค GLC-FID และ omethoate 50% W/V SL ด้วยเทคนิค HPLC โดยใช้ condition ดัง Table 1 และ 2 และใช้ตัวทำละลายของ dimethoate malathion และ omethoate ด้วย acetone tetrahydrofuran และ methanolตามลำดับ

Table 1 condition GLC for analytical active ingredient of dimethoate and malathion

Active ingredient	column	Oven (^{o}C)	Injector (^{o}C)	Detector (^{o}C)	Split ratio	Flow rate (ml/min)	Run time (min)
dimethoate	HP-5	210	280	280	50:1	2	4
malathion	HP-5	240	260	300	50:1	2	4

Table 2 condition HPLC for analytical active ingredient of omethoate

Active ingredient	Mobile phase	column	Mobile phase (ratio)	Temperature (^{o}C)	Wave length	Flow rate (ml/min)	Stop time (min)
omethoate	H_2O:MeOH	C-18	90:10	-	220	1.0	8

remark *MeOH = methanol

2.2 การตรวจสอบปริมาณน้ำเจือปนด้วยเทคนิค Karl Fischer Method ตาม MT 30.5 CIPAC J

3. ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

3.1 ทำการตรวจสอบค่า pH โดยวิธีตาม MT 75.3 CIPAC J

3.2 ทำการตรวจสอบการคงสภาพและการคืนตัวของการละลายอิมัลชั่น โดยวิธีตาม MT 36.5 CIPAC K

เวลาและสถานที่ทำการทดลอง ตุลาคม 2558 ถึง กันยายน 2561
ณ ห้องปฏิบัติการกลุ่มงาน พัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

เก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ dimethoate omethoate และ malathion จากแหล่งผลิต วิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์ (A.I.) โดยเกณฑ์กำหนดปริมาณสารออกฤทธิ์ ใช้เกณฑ์มาตรฐานตาม FAO และ WHO Specification สาร dimethoate lot.1 lot.2 ได้ค่า A.I. เท่ากับ 42.6% และ 41.8% ค่ามาตรฐานอยู่ระหว่าง 38.0 – 44.0 omethoate lot.1 lot.2 lot.3 ได้ค่า A.I. เท่ากับ 51.2% และ 52.8% 52.7% โดยค่ามาตรฐานอยู่ระหว่าง 47.5 – 52.5 และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 ได้ค่า A.I. เท่ากับ 85.0% 78.5% และ82.5% โดยค่ามาตรฐานอยู่ระหว่าง 80.5 – 85.5 สำหรับสมบัติทางกายภาพ ค่า pH ของ dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 2.664 และ 2.741 omethoate lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.340 2.360 และ 2.438 และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 3.019 3.441 และ 3.040 พบว่าค่า pH มีค่าต่ำค่อนข้างมีความเป็นกรด สำหรับปริมาณน้ำเจือปนของ dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 0.194 และ 0.4775

และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 0.0838 0.3746 และ 0.3922 ทั้งนี้ปริมาณน้ำเจือปนและค่า pH ไม่มีการกำหนดเกณฑ์ใน FAO Specification เนื่องจากเป็นสมบัติเฉพาะของสาร และค่าการคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชั่น สารทั้ง 3 ชนิด ไม่เกิดครีมและน้ำมันแยกชั้นทั้งหมด เกณฑ์กำหนดการคงสภาพและการคืนตัวของการละลายอิมัลชั่นนั้น FAO และ WHO Specification ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน dimethoate และ malathion เกิดครีมได้ไม่เกิน 4.0 มิลลิเมตร น้ำมันไม่เกิน 0.5 และจากการศึกษาการเสื่อมสภาพของสารทั้ง 3 ชนิด โดยวิเคราะห์ค่าสารออกฤทธิ์และสมบัติทางเคมีกายภาพ ทุกๆ 3 เดือน พบว่า ค่าปริมาณสารออกฤทธิ์มีแนวโน้มลดลงในเดือนที่ 6 โดยที่ dimethoate lot.1 lot.2 ลดลง 34.2% และ 62.9% ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 12.1% 38.1% และ21.3% ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 30.6% 68.7% และ28.7% ตามลำดับ เมื่อถึง 24 เดือน (2 ปี) สารที่เก็บไว้ที่อุณหภูมห้องและที่อุณหภูมิ 5 ^{0}C dimethoate lot.1 lot.2 ลดลง 8.79% และ 18.4% ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 0.00% 7.95% และ 6.26% ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 ลดลง 18.4% 7.13% และ 15.3% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิ 5^{0} C สารออกฤทธิ์จะเสื่อมสภาพน้อยกว่าที่อุณหภูมิห้อง สำหรับค่าปริมาณน้ำเจือปนของ dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 0.664 และ 0.8484 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 0.6568 0.6360 และ 0.6238 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิ 5^{0}C ของ dimethoate lot.1 lot.2 มีค่าเท่ากับ 0.6439 และ 0.5755 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 0.4312 0.6684 และ 0.5935 ตามลำดับ ที่อุณหภูมิห้องปริมาณน้ำมีค่าค่อยๆเพิ่มขึ้น แต่ที่อุณหภูมิ 5^{0}C ปริมาณน้ำไม่มีการเปลี่ยนแปลง สำหรับสมบัติทางกายภาพ ค่า pH ทั้งที่เก็บที่อุณหภูมิห้องและที่ 5^{0} C ค่า pH ของสารทั้งหมดมีค่าต่ำค่อนข้างมีความเป็นกรด และไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก โดยพิจารณาจากค่า pH เฉลี่ย ที่อุณหภูมิห้องของ dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 2.915 และ 2.804 ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.556 2.342 และ 2.617 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.833 2.665 และ 2.800 ตามลำดับ pH เฉลี่ยที่อุณหภูมิ 5^{0}C ของ dimethoate lot.1 lot.2 เท่ากับ 2.901 และ 2.868 ตามลำดับ omethoate lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.852 2.807 และ 2.716 ตามลำดับ และ malathion lot.1 lot.2 lot.3 เท่ากับ 2.785 3.038 และ3.146 ตามลำดับ สำหรับการคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชั่นนั้น ทุก lot มีค่าการคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชั่นได้ดี (0 ml) คือไม่เกิดครีมและน้ำมันแยกชั้น ยกเว้น dimethoate lot.2 เท่านั้นที่เกิดครีม เท่ากับ 1.5 ml แต่ก็มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ FAO และ WHO Specification ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 4 ml ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 5^{0} C

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการเสื่อมคุณภาพผลิตภัณฑ์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช dimethoate omethoate และ malathion ในการศึกษาที่ระยะเวลา 2 ปี (24 เดือน) นั้นสารออกฤทธิ์ทั้ง 3 ชนิด ในส่วนที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องมีแน้วโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่สำหรับที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5 ^{0}C ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากจนถึงระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน สำหรับค่า pH สารทั้งหมดมีค่า pH ค่อนข้างต่ำ คือมีค่าต่ำกว่า 4 แต่อย่างไรก็ตามไม่พบข้อมูลว่า pH ที่ต่ำมีผลอย่างไรกับสารทั้ง 3 ชนิด และยังพบว่า omethoate จะมีเสถียรภาพดีที่ค่า pH ต่ำ ปริมาณน้ำเจือปน ที่อุณหภูมิห้อง พบว่าปริมาณน้ำจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ แต่ที่อุณหภูมิ 5^{0} C มีการเปลี่ยนแปลงไม่มาก อย่างไรก็ตามทั้ง dimethoate และ malathion เป็นสูตรน้ำมันเข้มข้น (EC) การมีน้ำปริมาณมากเกินไปจะทำให้มีผลต่อเสถียรภาพของสารออกฤทธิ์ จึงทำให้สารออกฤทธิ์ทั้งสองมีค่าลดลงนั้นเอง และการทดสอบสมบัติทางกายภาพ การคงสภาพและการคืนตัวของสารละลายอิมัลชั่นนั้น สารส่วนใหญ่มีค่าการละลายได้หมด คือ ไม่เกิดครีมและน้ำมันเลย พบเพียงแต่ dimethoate lot.2 เท่านั้นที่เกิดครีม แต่ก็มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ FAO ซึ่งกำหนดไว้มากสุดที่ 4 ml ทั้งที่เก็บใว้ที่อุณหภูมห้อง และ อุณหภูมิ 5^{0} C แสดงว่าสารทุก lot มีการละลายสารออกฤทธ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากผลการทดสอบตัวอย่างทั้งหมด ตัวอย่างที่พบว่ามีค่าลดลงมากที่สุดคือ dimethoate lot.2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้สารเติมเต็ม (สารไม่ออกฤทธิ์) ในแต่ละ lot การผลิตที่ไม่เหมือนกัน เนื่องจากได้มาจากแหล่งผลิตคนละแหล่ง สารที่เพิ่มเข้าไปใน lot.2 อาจจะเป็นสารที่ไม่คงทนต่อสภาวะแวดล้อมของประเทศไทย ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูง (ประมาณ 35^{0}C) จะพบว่าทุก lot ของสารที่นำมาทดสอบที่อุณหภูมิห้อง (26-35^{0}C)

มีผลทำให้ค่าพารามิเตอร์ต่างๆเปลี่ยนแปลงมากกว่าที่อุณหภูมิ 5^0C ที่เห็นได้ชัดคือสารออกฤทธิ์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง และสภาพอากาศก็มีผลต่อปริมาณน้ำเจือปนที่มากขึ้นด้วย

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์และข้อเสนอแนะ

สามารถเผยแพร่ไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องและเป็นข้อมูลสนับสนุนในการเฝ้าระวังและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ผ่านการขึ้นทะเบียน และวางจำหน่ายในท้องตลาด

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร. 2551. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืช ปี 2551. 294น.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์. 2537. สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย. ฝ่ายสารสารวัตรเกษตร. กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 371น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (ออนไลน์, สืบค้นเมื่อ 28 ม.ค 2562)

Anonymous. 1993. The Agrochemicals Handbook 3rd. ed. The Royal Society of Chemistryn Cambridge, England.

Dobrat W. and Martijn A. 1995. CIPAC Handbook Vol. E : Analysis of Technical and Formulated Pesticides. Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, The Black Bear Press, England

Dobrat W. and Martijn A. 2000. CIPAC Handbook Vol. K : Analysis of Technical and Formulated Pesticides. Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited, The Black Bear Press, England.

การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะมิทราซและสารอนุพันธ์ในพริก



Development of Method and Validation for Analysis Amitraz and its Metabolites in Chilli

วะนิดา สุขประเสริฐ วีระสิงห์ แสงวรรณ ยงยุทธ ไผ่แก้ว วิทยา บัวศรี

กลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

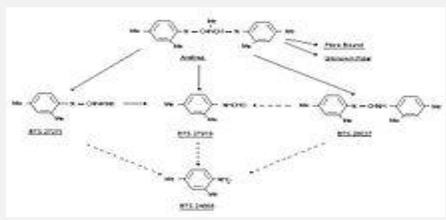
บทคัดย่อ พัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะมิทราซและสารอนุพันธ์ในพริก โดยใช้เทคนิค Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) ได้สภาวะที่เหมาะสมในการแยกสารมาตรฐานอะมิทราซและสารอนุพันธ์ออกจากกัน และมีความจำเพาะเจาะจงสูงในการตรวจวิเคราะห์ โดยศึกษาเปรียบเทียบในพริก ทดสอบวิธีการสกัดตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ สกัดด้วยวิธี Original QuEChERS (Anastassiades,et.al,2003) วิธี EN QuEChERS (Anastassiades,et.al,2008) และวิธี Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV,2010) พบว่า ได้ค่า %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 77 และ ร้อยละ 85 ตามลำดับ และวิธี Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV 2010) ได้ค่า recovery amitraz และ DMPF เฉลี่ยร้อยละ 86 และ ร้อยละ 153 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกวิธีการเตรียมตัวอย่างแบบ EN QuEChERS มาใช้ในการศึกษาทั้ง Amitraz และ DMPF ดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ โดยทดสอบช่วงของการวัด (Range) และความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 0.01-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มากกว่า 0.995 และยืนยันผลการทดสอบด้วย % recovery ที่ช่วงความเข้มข้น 0.01 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าอยู่ในช่วง ร้อยละ 75-105 สำหรับความเที่ยง (precision) มีค่า %RSD อยู่ระหว่าง ร้อยละ 3.23 - 11.91 ปริมาณต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้ (Limits Of Detection : LOD) และปริมาณต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้เชิงปริมาณ (Limited Of Quantitation: LOQ) เท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

คำนำ

อะมิทราซ (Amitraz) เป็นสารเคมีกลุ่ม amidin มีสารสำคัญคือ N-2,4-dimethylphenyl-N-methyl formamidine (DMPF) ซึ่งเป็นสารที่ออกฤทธิ์กำจัดได้ทั้งไรและแมลง กำจัดไรได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต มีพิษเฉียบพลัน (acute oral LD_{50}) ทางปากต่อหนู 800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนังมากกว่า 1,600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ศัตรูพืชที่กำจัดได้ ได้แก่ ไรแมงมุมแดงและไรอื่น ๆ เพลี้ยอ่อน แมลงหวี่ขาวฝ้าย เพลี้ยหอย หนอนม้วนใบ ไข่และหนอนผีเสื้อระยะแรก ตัวเบียนภายนอกของสัตว์เลี้ยง สำหรับในพริก ใช้กำจัดไรขาวในพริก และไรศัตรูพืชต่างๆ มีคุณสมบัติในการคุมไข่ อัตราการใช้ 30-60 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นให้ทั่วต้นเมื่อพบไรระบาด ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 2-7 สัปดาห์ และการศึกษาอะมิทราซครั้งนี้ ได้พัฒนาและเลือกวิธีการสกัดแบบ EN QuEChERS ซึ่งผ่านการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีเรียบร้อยแล้ว

Amitraz

DMPF



Amitraz และ สารอนุพันธุ์

สารกำจัดแมลง ไม่ออกฤทธิ์ในทางดูดซึม
สูตรโมเลกุล $C_{19}H_{23}N_3$
มวลโมเลกุล 293.41 g/mol
CAS No. 33089-61-1
ขึ้นทะเบียนในไทยเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3

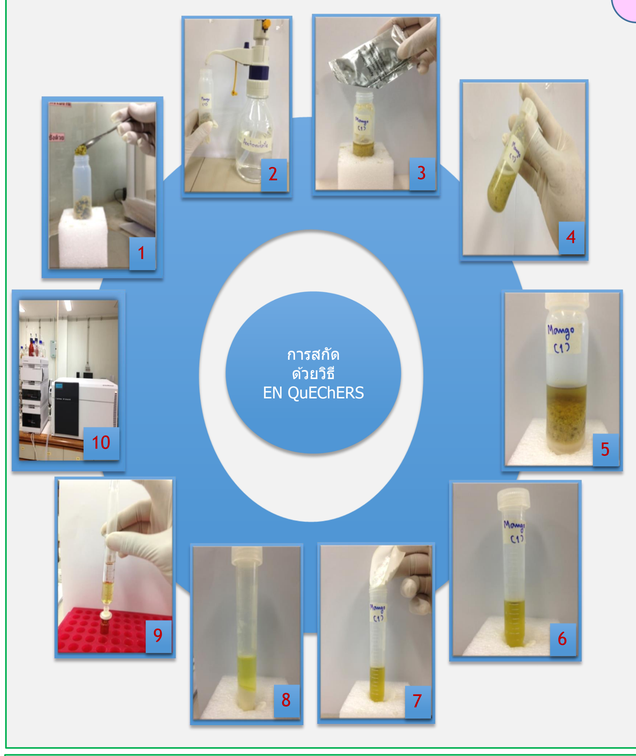
อุปกรณ์และสารเคมี



ขั้นตอนการดำเนินงาน

พัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์

- สกัดด้วยวิธี Original QuEChERS
- สกัดด้วยวิธี EN QuEChERS
- สกัดด้วยวิธี Ethyl acetate Extraction



ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี

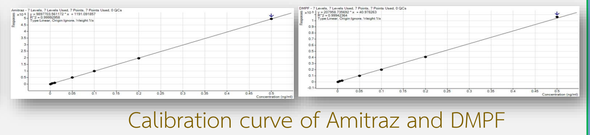


ผลการทดลองและวิจารณ์

เครื่อง LC-MS/MS สามารถแยกอะมิทราซและสารอนุพันธ์ออกจากกันได้



TIC Amitraz และ DMPF



Calibration curve of Amitraz and DMPF

เปรียบเทียบค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) ทั้ง 3 วิธี

Pesticides	No	Original QuEChERS			EN QuEChERS			EURL-FV,2010		
		%Rec (n=7)	SD	%RSD	%Rec (n=7)	SD	%RSD	%Rec (n=7)	SD	%RSD
Amitraz	1	52	1.36	2.64	77	2.48	3.22	86	2.88	3.35
DMPF	2	78	5.39	6.95	85	2.21	2.61	153	14.32	9.37

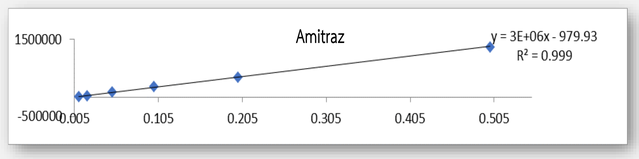
ศึกษา Matrix effect พบว่า Amitraz และ DMPF มีค่า %RPD เท่ากับ 113.9 และ 12.6 ตามลำดับพบว่า Amitraz และ DMPF มีค่า %RPD เท่ากับ 113.9 และ 12.6 ตามลำดับ

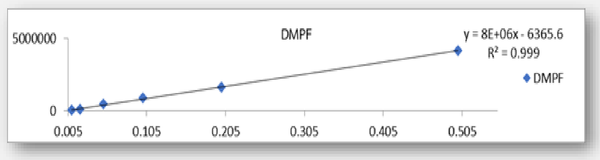
Pesticides	Equation		Slope		%RPD
	Solvent	Matrix	Solvent	Matrix	
Amitraz	Y=9265190.888700x+11449.883598	Y=2541631.549092x+359.579749	9265190	2541631	113.9
	R^2=0.99565359	R^2=0.99968185			
DMPF	Y=251354.618984x+285.820264	Y=221542.699432x-445.627951	251354	221542	12.6
	R^2=0.99993197	R^2=0.99965402			

ความเฉพาะเจาะจง (Specificity/Selectivity) วิเคราะห์ matrix blank กับ spiked matrix blank พบว่า ไม่มีการรบกวนจากสารอื่นในตัวอย่าง

Pesticides	Precursor	Product ion 1	Product ion 2	Matrix blank	Spiked matrix blank (Area)		
					TIC	Ion 1	Ion 2
Amitraz	294.2	107.0	122.1	ND	41827	802243	2004
DMPF	163.0	107.0	117.0	ND	69370	32826	68996

ศึกษาความเป็นเส้นตรง (Linearity) และช่วงของการวัด (Working range) พบว่าสามารถตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Amitraz และ DMPF ได้ตั้งแต่ช่วง 0.001-0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยยืนยันผลการตรวจสอบมีค่า r≥0.995





ศึกษาความแม่น (Accuracy) และความเที่ยง (Precision) ประเมิน accuracy จาก %recovery ผลการทดสอบความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ Amitraz และ DMPF คือ 3.23 –11.91 %

Spike Level (mg/kg)	(n)	Amitraz			DMPF		
		% Recovery	SD	%RSD	% Recovery	SD	%RSD
0.01	7	105	3.40	3.23	101	6.18	6.10
0.02	7	76	9.09	11.91	94	8.71	9.30
0.05	7	95	7.72	8.09	96	3.64	3.77
0.10	7	84	5.08	6.03	81	6.08	7.50
0.20	7	75	4.57	6.12	81	3.49	4.29
0.50	7	83	5.9	7.18	84	8.87	10.58

ทดสอบ LOD (Limit of detection) ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ พบว่า Amitraz และ DMPF ให้ response มากกว่า control สำหรับการทดลองนี้ LOD เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ LOQ (Limit of quantitation) เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยยืนยันผลการทดสอบจาก accuracy และ precision

สรุปผลการทดลอง

จากการพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์อะมิทราซและสารอนุพันธ์ในพริก โดยใช้เทคนิค LC-MS/MS ทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการแยกอะมิทราซและสารอนุพันธ์ออกจากกัน และมีความไวในการตรวจวิเคราะห์ เลือกวิธีการสกัดแบบ EN QuEChERS มาใช้ในการศึกษาทั้ง amitraz และ DMPF และดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ด้วยการพิสูจน์ในแต่ละพารามิเตอร์ สรุปได้ดังนี้ คือ Linearity และ Working range ของวิธีการตรวจวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.01 - 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่า r มากกว่า 0.995 และยืนยันผลการทดสอบด้วย accuracy และ precision ของทุกระดับความเข้มข้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด Accuracy (%Recovery) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่า %recovery อยู่ในช่วง 75 ถึง 105 ตามลำดับ Precision ที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 0.01 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการคำนวณค่า %RSD อยู่ระหว่าง 3.23 – 11.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ LOD และ LOQ ของอะมิทราซและสารอนุพันธ์ เท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยยืนยันผลการทดสอบจากค่า accuracy และ precision และวิธีวิเคราะห์นี้เหมาะสมกับตัวอย่างพริกหรือตัวอย่างที่มีสีหรือ pigment สูง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เพื่อใช้เป็นวิธีการในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง amitraz ในพริก และสามารถประยุกต์ใช้กับตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกัน ในรูปของปริมาณเม็ดสี (pigment) และน้ำมันหอมระเหย (essential oil) สูง
2. ใช้เป็นข้อมูลในการนำไปขยายขอบข่ายเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017 ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง
3. สามารถถ่ายทอดและเผยแพร่วิธีการวิเคราะห์ให้ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่อยู่ภายใต้กรมวิชาการเกษตรและหน่วยงานที่สนใจ เพื่อนำไปทดสอบและใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้

เอกสารอ้างอิง

กนกพร อธิสุข และทิพวรรณ นิ่มน้อย. 2547. Method validation. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

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., Lehotay.S J., Stajnbaher D. 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

Anna Stachniuk., Agnieszka Szmagara., Renata Czeczko and Emilia Fornal., Analysis for determination of 150 pesticides in fruits and vegetables using quick and easy method (QuEChERS) and LC-MS/MS determination. J. Food Agri. & Environ. Vol.8(2),446-457

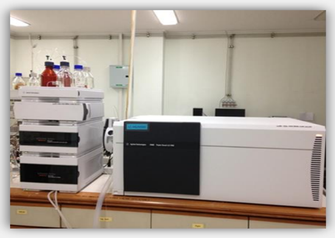
AOAC 2002. AOAC Requirements for Single Laboratory Validation of Chemical Methods. DRAFT 2002-11-07, \AOAC\eCam\Single-Lab_Validation_47.doc. from web site: http://www.aoac.org/Ag_Materials/additives/aoac_slv.pdf. (15 November 2914)

DG SANCO. 2014. EU Pesticide Database. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index

Pihlstrom,T., Blomkvist, G., Friman, P., Pagard, U. and Osterdahl, B.G. 2007. Analysis of pesticide Residues in fruit and vegetables with ethyl acetate extraction suing gas and liquid Chromatography with tandem mass spectrometric detection. And Bioanal Chem. 389, 1773-1789.

SANCO. 2013. Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. European Union, Health and Consumer Protection Directorate General.

https://www.bloggang.com/mainblog.php?id=yakkeaw&month=01-12-2010&group=7&gblog=5



การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะมิทราซ และสารอนุพันธ์ในพริก

Development of Method and Validation for Analysis Amitraz and its Metabolites in Chilli

วะนิดา สุขประเสริฐ *วีระสิงห์ แสงวรรณ* *ยงยุทธ ไผ่แก้ว* *วิทยา บัวศรี*

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Method development for the analysis of amitraz and its metabolites in chilli. Three selected methods were chosen ((Original QuEChERS (Anastassiades,et.al,2003), EN QuEChERS (Anastassiades. et al., 2008) and Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV,2010)). The EN QuEChERS method shown best performance which gave 85% recovery compared to 78% and 52% for Original QuEChERS and Ethyl Acetate Extraction, respectively. EN QuEChERS were chosen to continue study for the method validation for the chilli sample. The result found that the range of determination were between 0.01 – 0.5 mg/kg with correlation coefficient is higher than 0.995. Recovery at 3 different were found at 75 – 105% and %RSD 0.23 – 11.91 at level 0.01, 0.1 and 0.5 mg/kg. The limit of detection (LOD) and limit of quantitation (LOQ) of the selected method were 0.005 and 0.01 mg/kg.

บทคัดย่อ

พัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างอะมิทราซและสารอนุพันธ์ในพริก โดยใช้เทคนิค Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) ได้สภาวะที่เหมาะสมในการแยกสารมาตรฐานอะมิทราซและสารอนุพันธ์ออกจากกัน และมีความจำเพาะเจาะจงสูงในการตรวจวิเคราะห์ โดยศึกษาเปรียบเทียบในพริก ทดสอบวิธีการสกัดตัวอย่าง 3 วิธี ได้แก่ สกัดด้วยวิธี Original QuEChERS (Anastassiades,et.al,2003) วิธี EN QuEChERS (Anastassiades,et.al,2008) และวิธี Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV,2010) พบว่า ได้ค่า %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 77 และ ร้อยละ 85 ตามลำดับ และวิธี Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV 2010) ได้ค่า recovery amitraz และ DMPF เฉลี่ยร้อยละ 86 และ ร้อยละ 153 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกวิธีการเตรียมตัวอย่างแบบ EN QuEChERS มาใช้ในการศึกษาทั้ง Amitraz และ DMPF ดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ โดยทดสอบช่วงของการวัด (Range) และความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 0.01-0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มากกว่า 0.995 และยืนยันผลการทดสอบด้วย % recovery ที่ช่วงความเข้มข้น 0.01 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าอยู่ในช่วง ร้อยละ 75-105 สำหรับความเที่ยง (precision) มีค่า %RSD อยู่ระหว่าง ร้อยละ 3.23 -11.91 ปริมาณต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้ (Limits Of Detection : LOD) และปริมาณต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้เชิงปริมาณ (Limited Of Quantitation: LOQ) เท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ : ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี อะมิทราซและสารอนุพันธ์

คำนำ

อะมิทราซ (Amitraz) เป็นสารเคมีกลุ่ม amidin มีสารสำคัญคือ N-2,4-dimethylphenyl-N-methyl formamidine (DMPF) ซึ่งเป็นสารที่ออกฤทธิ์กำจัดได้ทั้งไรและแมลง ไม่ออกฤทธิ์ในทางดูดซึม กำจัดไรได้ทุกระยะของการเจริญเติบโต มีพิษเฉียบพลัน (acute oral LD_{50}) ทางปากต่อหนู 800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนังมากกว่า 1,600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีพิษต่อผึ้งน้อยมาก ศัตรูพืชที่กำจัดได้ ได้แก่ ไรแมงมุมแดงและไรอื่นๆ เพลี้ยอ่อน แมลงหวี่ขาวฝ้าย เพลี้ยหอย หนอนม้วนใบ ไข่และหนอนผีเสื้อระยะแรก ตัวเบียนภายนอกของสัตว์เลี้ยง รวมทั้งเห็บและเหา สำหรับในพริก ใช้กำจัดไรขาวในพริก และไรศัตรูพืชต่างๆ มีคุณสมบัติในการคุมไข่ อัตราการใช้ 30-60 ซีซี ต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นให้ทั่วต้น เมื่อพบไรระบาด ระยะเวลาที่ใช้ก่อนการเก็บเกี่ยว 2-7 สัปดาห์ ขึ้นทะเบียนในไทยเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 เลขทะเบียน CAS No. 33089-61-1 เป็นอันตรายต่อปลา ไม่เข้ากับสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นด่าง ปลอดภัยต่อแมลงที่เป็นประโยชน์ทั้งหมด จะใช้ได้ผลดีเมื่อสภาพอากาศแห้ง มีอันตรายเมื่อถูกผิวหนังและกลืนกินเข้าไป กลไกการเกิดพิษพบว่า อะมิทราซมีฤทธิ์เป็น α 2-adrenergic agonist และ monoamine oxidase inhibitor (MAOI) มีผลต่อระบบประสาท ระบบหลอดเลือดและหัวใจ นอกจากนี้ อะมิทราซสามารถออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ monoamine oxidase ซึ่งทำหน้าที่ในการสลายสารสื่อประสาท norepinephrine และ serotonin จึงส่งผลกระทบต่อระบบประสาท ทั้งยังมีรายงานว่า อะมิทราซมีผลยับยั้งการหลั่ง prostaglandin อีกด้วย (https://www.bloggang.com/mainblog.php?id=yakkeaw&month=01-12-2010 &group=7& gblog=5) อะมิทราซ ประกอบด้วยสารอนุพันธ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมี ได้แก่ อะมิทราซ และ N-2,4-dimethylphenyl-N-methylformami dine (DMPF)

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Method Validation) เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายหลังการพัฒนาวิธี ปรับปรุง หรือดัดแปลงวิธีให้เหมาะสมแล้ว และมีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีทดสอบที่พัฒนาขึ้นหรือเลือกมานั้นเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ (ทิพวรรณ, 2549) ซึ่งวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้จะนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร และถ่ายทอดไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องภายใต้สังกัดกรมวิชาการเกษตรต่อไป

วิธีดำเนินการ

1. การพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์อะมิทราซและสารอนุพันธุ์ ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ปรับสภาวะการทำงานของเครื่องและศึกษาวิธีการสกัดตัวอย่างที่เหมาะสม ออกแบบการทดลอง โดยเปรียบวิธีการสกัดสารตัวอย่าง 3 วิธี ดังนี้

1.1 สกัดด้วยวิธี Original QuEChERS (Anastassiades, et al., 2003)

1.2. สกัดด้วยวิธี EN QuEChERS (Anastassiades, et al., 2008)

1.3 สกัดด้วยวิธี Ethyl acetate Extraction (EURL-FV,Analysis of pesticide residue in fruit and vegetableyl with ethyl acetate extraction using gas and liquid chromatography with tandem mass spectrometric detection 0.1,2010)

2. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ เมื่อได้สภาวะของเครื่อง LC-MS/MS ในการแยกและตรวจวิเคราะห์รวมทั้งวิธีการสกัดตัวอย่างที่เหมาะสม จึงดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีตาม parameter ต่างๆ ดังนี้

2.1 ความเฉพาะเจาะจง (Specificity/Selectivity) ทดสอบ matrix blank และ spiked matrix blank ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เปรียบเทียบสัญญาณ matrix blank และ spiked matrix blank

2.2 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) และช่วงของการวัด (Range) Range ทดสอบโดย spike สารละลายมาตรฐานลงในตัวอย่างพริกที่ความเข้มข้น 0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ละความเข้มข้นทดสอบ 3 ซ้ำ ทำการสกัดตามขั้นตอนวิธีการที่พัฒนาขึ้นมา สร้างกราฟมาตรฐานและพิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรงซึ่งมีค่า correlation coefficient (r) ≥ 0.995 Linearity ทดสอบเช่นเดียวกับ range โดย spike ที่ความเข้มข้น 0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

2.3 ความแม่น (Accuracy) ทำการทดสอบ reagent blank, sample blank และ fortified sample ที่ระดับความเข้มข้นในช่วงการทดสอบ 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.01 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำแล้วคำนวณร้อยละการกลับคืนของสารที่วิเคราะห์ (%Recovery)

2.4 ความเที่ยง (Precision) ทำการทดสอบ reagent blank, sample blank และ fortified sample ที่ระดับความเข้มข้นในช่วงการทดสอบ 3 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.01 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ ประเมิน precision โดยการหาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสารในตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ (X) และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเข้มข้นของสารในตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้ (SD) นำมาคำนวณหาค่าร้อยละความเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ย %RSD

2.5 ขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection) ทำการวิเคราะห์ fortified sample blank ที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ ทดสอบ 10 ซ้ำ หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, SD) ประเมินค่า LOD นำค่า LOD ที่ได้จากการคำนวณมา fortified ลงในตัวอย่าง

2.6 ขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation) ทำการวิเคราะห์ fortified sample blank ที่ความเข้มข้นต่ำสุดที่ตรวจวิเคราะห์ได้ ทดสอบ 10 ซ้ำ หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation, SD) ประเมินค่า LOQ เท่ากับ 10×SD โดยค่า LOQ เป็นค่าปริมาณต่ำสุดของวัตถุอันตรายในตัวอย่างที่สามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้ค่า accuracy และ precision ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการพัฒนาการตรวจวิเคราะห์ อะมิทราซและสารอนุพันธ์ด้วยเครื่อง LC-MS/MS

1.1 การหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่อง LC-MS/MS ซึ่งสามารถแยกอะมิทราซและสารอนุพันธ์ออกจากกันได้

1.2 เปรียบเทียบวิธีการสกัดตัวอย่าง ดำเนินการเปรียบวิธีการเตรียมตัวอย่าง โดยใช้พริกเป็นตัวอย่างในการทดสอบ และเปรียบเทียบวิธีการสกัด 3 วิธี ได้แก่ วิธี Original QuEChERS, EN QuEChERS และ Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV) โดยการเติมสารละลายมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมลงในตัวอย่าง และเปรียบเทียบค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) ดัง Table1

Table 1 The results comparison of recovery Amitraz and DMPF extracted by various methods

Pesticides	No	Original QuEChERS			EN QuEChERS			EURL-FV,2010		
		%Rec (n=7)	SD	%RSD	%Rec (n=7)	SD	%RSD	%Rec (n=7)	SD	%RSD
Amitraz	1	52	1.36	2.64	77	2.48	3.22	86	2.88	3.35
DMPF	2	78	5.39	6.95	85	2.21	2.61	153	14.32	9.37

จากตารางแสดงผลการเปรียบเทียบค่า %recovery ของการเตรียมตัวอย่างทั้ง 3 วิธี วิธีละ 7 ซ้ำ การสกัดด้วยวิธี Original QuEChERS ให้ค่า %recovery เฉลี่ย 52% และ 78% วิธีสกัดแบบ Ethyl Acetate Extraction (EURL-FV) สามารถสกัด recovery ของ Amitraz ได้เฉลี่ย 86% และ DMPF 153% วิธี EN QuEChERS สามารถสกัด %recovery ของ Amitraz และ DMPF ได้เฉลี่ยเท่ากับ 77 และ 85 ตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกวิธีในการสกัด Amitraz และ DMPF แบบ EN QuEChERS ในการสกัดตัวอย่าง

1.3 การศึกษา Matrix effect ทำการทดสอบและเปรียบเทียบ Matrix match calibration curve กับ Standard calibration curve ของอะมิทราซและสารอนุพันธ์ โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานในช่วงความเข้มข้น 0.001-0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร นำค่าความชันจากสมการเส้นตรงของทั้ง solvent และ matrix มาเปรียบเทียบค่าความแตกต่าง (%RPD) พบว่า Amitraz และ DMPF มีค่า %RPD เท่ากับ 113.9 และ 12.6 ตามลำดับ ดังนั้นในการตรวจวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณสารพิษตกค้าง Amitraz และ DMPF สารมาตรฐานควรเตรียมในสารละลาย matrix

Table 2 The result of comparing between the slope of the standard prepared in Solvent and Matrix

Pesticides	Equation		Slope		%RPD
	Solvent	Matrix	Solvent	Matrix	
Amitraz	Y=9265190.888700x+11449.883598	Y=2541631.549092x+359.579749	9265190	2541631	113.9
	R^2=0.99565359	R^2=0.99968185			
DMPF	Y=251354.618984x+285.820264	Y=221542.699432x-445.627951	251354	221542	12.6
	R^2=0.99993197	R^2=0.99965402			

2. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ อะมิทราซและสารอนุพันธ์ ด้วยเทคนิค LC-MS/MS

2.1 ความเฉพาะเจาะจง (Specificity/Selectivity) วิเคราะห์ matrix blank กับ spiked matrix blank พบว่าไม่มีสัญญาณของ Amitraz และ DMPF ใน matrix blank และเมื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณของ spiked matrix blank ซึ่งตรวจพบ Amitraz และ DMPF แสดงว่า ไม่มีการรบกวนจากสารอื่นในตัวอย่างและวิธีการตรวจวิเคราะห์มีความจำเพาะเจาะจง

Table 3 Comparison of Matrix blank and Spike matrix blank Specificity/Selectivity

Pesticides	Precursor	Product ion 1	Product ion 2	Matrix blank	Spiked matrix blank (Area)		
					TIC	Ion 1	Ion 2
Amitraz	294.2	107.0	122.1	ND	41827	802243	2004
DMPF	163.0	107.0	117.0	ND	69370	32826	68996

ND = Not detectable, TIC = Total Ion Chromatogram

2.2 ความเป็นเส้นตรง (Linearity) และช่วงของการวัด (Working range) พบว่าสามารถตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Amitraz และ DMPF ได้ตั้งแต่ช่วง 0.001-0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยยืนยันผลการตรวจสอบมีค่า r≥0.995 และมีค่าความถูกต้องและแม่นยำอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ดังแสดง Figure 1-2

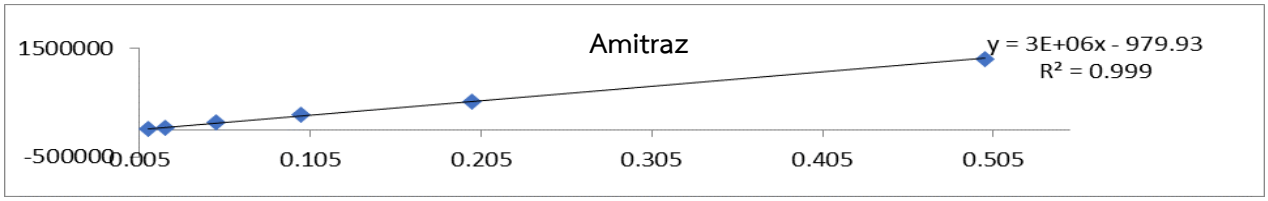


Figure 1 Linearity of Amitraz in Chilli

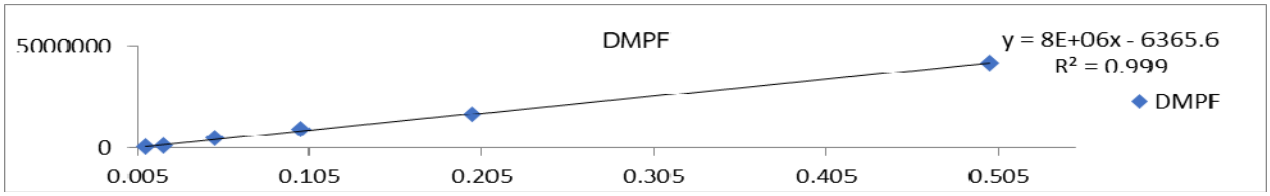


Figure 2 Linearity of DMPF in Chilli

2.3 ศึกษาความแม่น (Accuracy) และความเที่ยง (Precision) ประเมิน accuracy จาก %recovery ใช้เกณฑ์กำหนดของ AOAC Peer-Verified Method (AOAC, 2002) และผลการทดสอบความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ Amitraz และ DMPF คือ 3.23 –11.91 % ดังแสดงใน Table 4

Table 4 %Recovery of Amitraz and DMPF in Chilli

Spike Level (mg/kg)	(n)	Amitraz			DMPF		
		% Recovery	SD	%RSD	% Recovery	SD	%RSD
0.01	7	105	3.40	3.23	101	6.18	6.10
0.02	7	76	9.09	11.91	94	8.71	9.30
0.05	7	95	7.72	8.09	96	3.64	3.77
0.10	7	84	5.08	6.03	81	6.08	7.50
0.20	7	75	4.57	6.12	81	3.49	4.29
0.50	7	83	5.9	7.18	84	8.87	10.58

2.4 ศึกษาขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of detection, LOD) ทดสอบ LOD ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ พบว่า Amitraz และ DMPF ให้ response มากกว่า control สำหรับการทดลองนี้ ให้ขีดจำกัดการตรวจวัด เท่ากับ 0.005 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

Table 5 Response Amitraz and DMPF in Chilli

No.	response conc.	Amitraz	DMPF	Control
1	0.005	2014	3187	69
2	0.005	2087	3298	
3	0.005	1981	2789	
4	0.005	2741	3297	
5	0.005	1823	2956	
6	0.005	2092	3989	
7	0.005	1509	3834	

2.5 ศึกษาขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation, LOQ) ทดสอบ LOQ ของวิธีการทดสอบ ที่ความเข้มข้น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยยืนยันผลการทดสอบจาก accuracy และ precision

สรุปผลการทดลอง

จากการพัฒนาเทคนิคการตรวจวิเคราะห์อะมิทราซและสารอนุพันธ์ในพริก โดยใช้เทคนิค LC-MS/MS ทดสอบสภาวะที่เหมาะสมในการแยกอะมิทราซและสารอนุพันธ์ออกจากกัน และมีความไวในการตรวจวิเคราะห์ เลือกวิธีการสกัดแบบ EN QuEChERS มาใช้ในการศึกษาทั้ง amitraz และ DMPF และดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ด้วยการพิสูจน์ในแต่ละพารามิเตอร์ สรุปได้ดังนี้ คือ Linearity และ Working range ของวิธีการตรวจวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.01 - 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่า r มากกว่า 0.995 และยืนยันผลการทดสอบด้วย accuracy และ precision ของทุกระดับความเข้มข้นผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด Accuracy (%Recovery) ที่ระดับความเข้มข้น 0.01 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่า %recovery อยู่ในช่วง 75 ถึง 105 ตามลำดับ Precision ที่ระดับความเข้มข้นในช่วง 0.01 0.1 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการคำนวณค่า %RSD อยู่ระหว่าง 3.23 – 11.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ LOD และ LOQ ของอะมิทราซและสารอนุพันธ์ เท่ากับ 0.005 และ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยยืนยันผลการทดสอบจากค่า accuracy และ precision และวิธีวิเคราะห์นี้เหมาะสมกับตัวอย่างพริกหรือตัวอย่างที่มีสีหรือ pigment สูง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เพื่อใช้เป็นวิธีการในการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง amitraz ในพริก และสามารถประยุกต์ใช้กับตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกัน ในรูปของปริมาณเม็ดสี (pigment) และน้ำมันหอมระเหย (essential oil) สูง
2. ใช้เป็นข้อมูลในการนำไปขยายขอบข่ายเพื่อขอการรับรองห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025:2017 ของห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยสารพิษตกค้าง
3. สามารถถ่ายทอดและเผยแพร่วิธีการวิเคราะห์ให้ห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างที่อยู่ภายใต้กรมวิชาการเกษตรและหน่วยงานที่สนใจ เพื่อนำไปทดสอบและใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้

เอกสารอ้างอิง

กนกพร อธิสุข และทิพวรรณ นิ่งน้อย. 2547. Method validation. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

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., Lehotay.S J., Stajnbaher D. 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.

Anna Stachniuk., Agnieszka Szmagara., Renata Czeczko and Emilia Fornal., Analysis for determination of 150 pesticides in fruits and vegetables using quick and easy method (QuEChERS) and LC-MS/MS determination. J. Food Agri. & Environ. Vol.8(2),446-457

AOAC 2002. AOAC Requirements for Single Laboratory Validation of Chemical Methods. DRAFT 2002-11-07, \AOACI\eCam\Single-Lab_Validation_47.doc. from web site: http://www.aoac.org/Ag_Materials/additives/aoac_slv.pdf. (15 November 2914)

DG SANCO. 2014. EU Pesticide Database. http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index

Pihlstrom,T., Blomkvist, G., Friman, P., Pagard, U. and Osterdahl, B.G. 2007. Analysis of pesticide Residues in fruit and vegetables with ethyl acetate extraction suing gas and liquid Chromatography with tandem mass spectrometric detection. And Bioanal Chem. 389, 1773-1789.

SANCO. 2013. Guidance document on analytical quality control and validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed. European Union, Health and Consumer Protection Directorate General. https://www.bloggang.com/mainblog.php?id=yakkeaw&month=01-12-2010&group=7&gblog=5

การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Fosetyl-Al ในข้าว เพื่อแก้ปัญหาการส่งออกไปประเทศญี่ปุ่น

พชร เมินหา ลมัย ชูเกียรติวัฒนา พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ จินตนา ภู่มงกุฎชัย ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ บุญทวีศักดิ์ บุญทวี

พรนภัส วิชานนะณานนท์ ประพันธ์ เคนท้าว

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

คำนำ

ประเทศญี่ปุ่นจะมีการปรับค่า Maximum Residue Limit (MRLs) ของ Fosetyl-Al ในตัวอย่างข้าวนำเข้า เป็น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และได้สุ่มตรวจตัวอย่าง พบว่าตรวจพบ Fosetyl-Al ในตัวอย่างข้าวที่นำเข้าจากประเทศไทย ดังนั้นกรมวิชาการเกษตร ประเทศไทย จึงศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ Fosetyl-Al และอนุพันธุ์ เพื่อศึกษาการสลายตัวของ สารพิษตกค้างในข้าวเปลือก ข้าวกล้อง นำไปใช้ในการพิจารณากำหนดค่า MRLs และค่า Import Tolerance และการสุ่มเก็บข้าวจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่าย สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างนั้น ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้พิจารณากำหนดค่ามาตรฐานอ้างอิงด้านสารพิษตกค้างของประเทศ เพื่อใช้ในการต่อรองและรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายสินค้าเกษตรกรระหว่างประเทศสำหรับการส่งออก เพื่อความเป็นธรรมของแต่ละประเทศ และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภครวมทั้งแนะนำการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ถูกต้องแก่ผู้ใช้

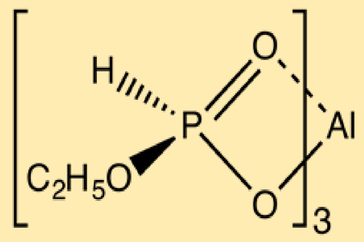


Figure 1. Structure of Fosetyl-Al

Fosetyl-Al เป็นสารในกลุ่ม organophosphorus ใช้เป็นสารป้องกันกำจัดฆ่าเชื้อรา สรรพคุณออกฤทธิ์แบบดูดซึม เคลื่อนย้ายได้ทั้งทางขึ้นและทางลง ภายในต้นพืช เพื่อป้องกันโรครากเน่า Fosetyl-Al มีสูตรโมเลกุล คือ $C_6H_{18}AlO_9P_3$ มวลโมเลกุล 354.1 g/mol มีลักษณะเป็นผงสีขาว สำหรับด้านความเป็นพิษจากการกิน LD_{50} > 2000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต่อน้ำหนักตัวหนู (rat) 1 กิโลกรัม และ LD_{50} > 8000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต่อน้ำหนักนก 1 กิโลกรัม สารนี้อาจจะทำให้เกิดการระคายเคืองที่แผ่นเยื่อเมือก และบริเวณทางเดินหายใจส่วนบน โครงสร้างทางเคมีของ Fosetyl-Al ดัง Figure 1.

วิธีการดำเนินการ

1: การสำรวจแปลงปลูกและวางแผนการทดลอง

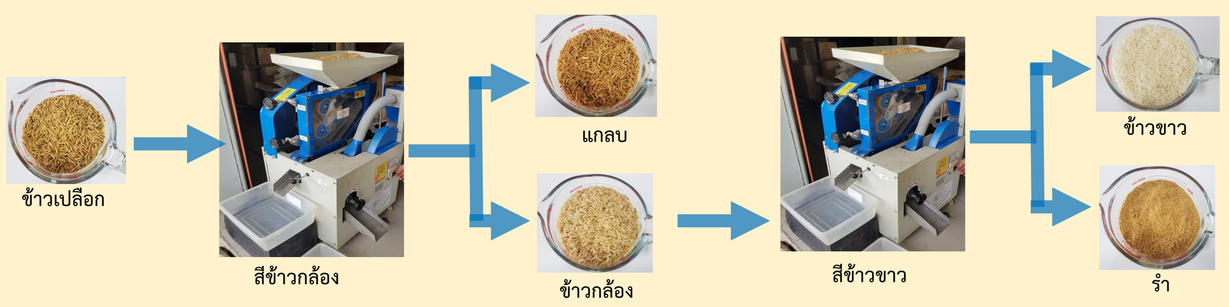


แปลงทดลองที่ 1 ณ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี
ช่วงเดือนเมษายน 2561 ถึง สิงหาคม 2561 เป็นข้าวพันธุ์ กข 17

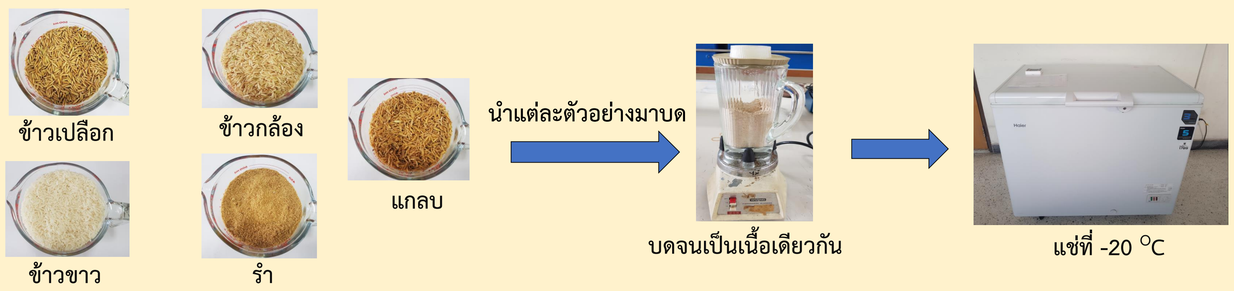


แปลงทดลองที่ 2 ณ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี
ช่วงเดือนสิงหาคม 2561 ถึง พฤศจิกายน 2561 เป็นข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1

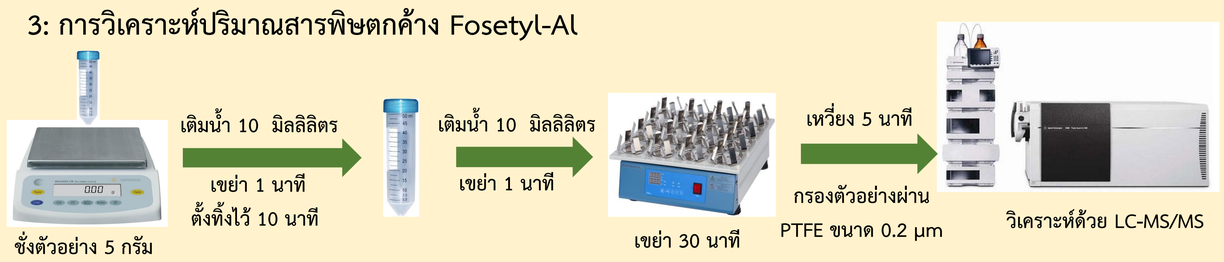
การทดลองมี 2 แปลงทดลองย่อย การทดลองย่อยที่ 1 แปลงควบคุม (Control) ไม่พ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al และการทดลองย่อยที่ 2 แปลงทดลอง (treated) พ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al 80% WG ในอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และอัตราการใช้น้ำ 60 ลิตรต่อไร่ หลังการพ่นครั้งสุดท้ายทิ้งระยะเวลา 2 ชั่วโมง จึงทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเป็นวันที่ 0 และเก็บตัวอย่างตามระยะเวลาคือ 7, 14, 21, 30, 45 และ 60 วัน หลังจากการพ่น โดยแต่ละตัวอย่างสุ่มเก็บแล้วนำมานวดจะได้ข้าวเปลือก และตากให้แห้งเป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำไปสี ซึ่งจะได้ตัวอย่างที่เป็น ข้าวเปลือก ข้าวขาว ข้าวกล้อง รำ และแกลบ



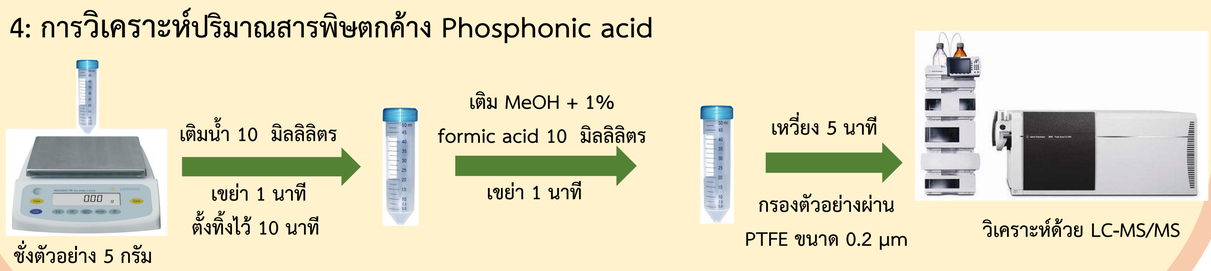
2: การเตรียมตัวอย่างข้าว



3: การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al



4: การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Phosphonic acid



ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองครั้งที่ 1 ที่ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี และการทดลองครั้งที่ 2 ที่ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในแปลง Untreated สำหรับแปลง treated ที่พ่น Fosetyl-Al 80% WG ตามคำแนะนำ พบปริมาณสารพิษตกค้างรวม Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ในข้าวเปลือก ข้าวขาว ข้าวกล้อง และรำสูงที่สุด ที่ระยะเวลา 14 วันหลังจากการพ่น สำหรับแกลบพบที่สุด ที่ระยะเวลา 0 วันหลังจากการพ่น ดัง Table 1. และ Figure 2.

Table 1. The amount of total Fosetyl-Al and Phosphonic acid from the trial No. 1 and 2.

Day	Concentration (mg/kg)									
	Trial No. 01					Trial No. 02				
	Paddy rice	White rice	Brown rice	Rice bran	Husk	Paddy rice	White rice	Brown rice	Rice bran	Husk
0	4.51	0.01	1.07	13.16	15.43	4.15	1.00	1.83	12.84	18.20
7	12.61	6.03	10.99	28.35	10.58	3.27	1.86	6.65	16.91	4.60
14	13.97	6.75	13.00	33.78	4.55	8.04	8.39	28.72	53.51	8.37
21	8.11	3.10	6.98	16.85	2.96	6.81	7.77	26.31	50.65	6.64
30	5.72	0.09	3.75	6.95	0.91	1.47	1.74	5.36	9.20	1.69
45	0.80	< 0.01	1.00	2.33	0.26	1.11	1.21	3.97	5.92	1.08
60	0.27	< 0.01	0.29	0.55	< 0.1	0.44	0.59	1.98	4.01	0.45

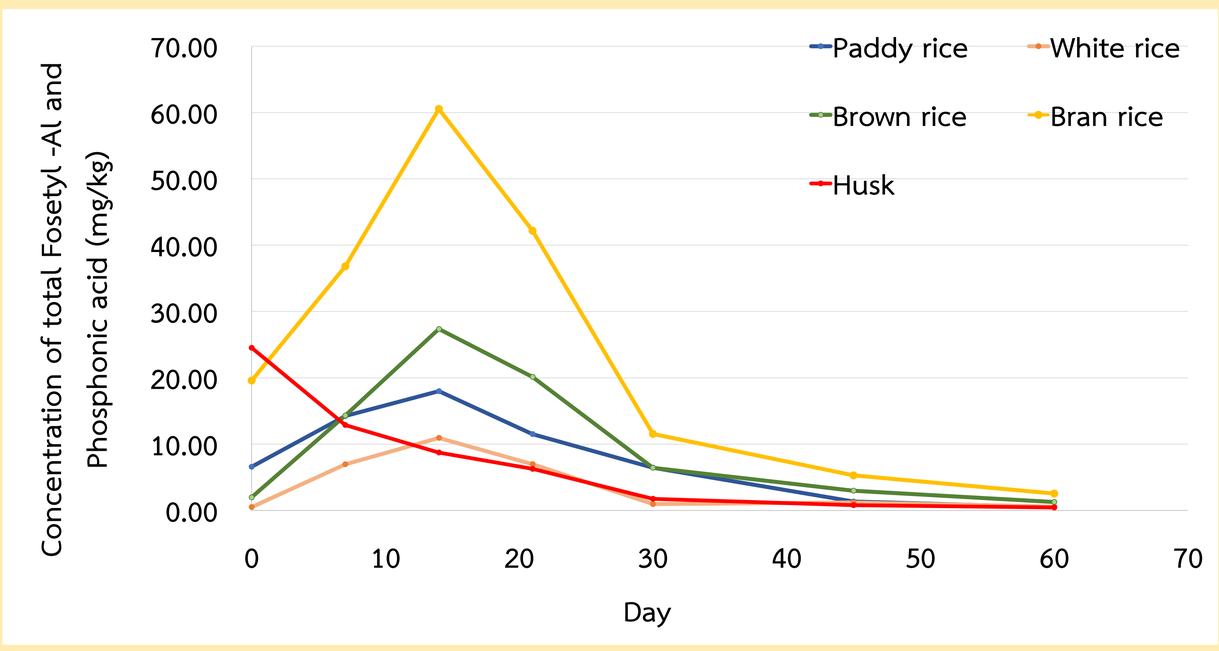


Figure 2. Degradation of total residue from Fosetyl-Al and Phosphonic acid at the harvest time interval.

การสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายจากประเทศไทย รวมจำนวน 128 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Fosetyl-Al และ Phosphonic acid พบว่าตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al พบแต่ Phosphonic acid จำนวน 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9 ของตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากการสุ่มทั้งหมด ซึ่งพบการตกค้าง Phosphonic acid อยู่ในช่วง 0.07-8.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

ตัวอย่างข้าวที่ไม่พ่นวัตถุอันตราย Fosetyl-Al ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid และข้าวที่พ่นวัตถุอันตราย Fosetyl-Al ของการทดลองทั้งสองครั้ง พบว่าการตกค้างรวมของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid มากที่สุดที่ 14 วันหลังการพ่น สำหรับตัวอย่าง ข้าวเปลือก ข้าวขาว ข้าวกล้อง และ รำ สำหรับแกลบ พบมากที่สุดที่ 0 วันหลังการพ่น การทิ้งระยะเวลาเก็บเกี่ยวนานขึ้นปริมาณสารพิษตกค้าง รวมของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid จะลดลงตาม

จากข้อมูลการสำรวจสารพิษตกค้างในตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายจาก ประเทศไทย รวมจำนวน 128 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์ไม่พบสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al พบแต่ Phosphonic acid จำนวน 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9 ของตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากการสุ่มทั้งหมด

เอกสารอ้างอิง

1. FAO, 2016. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. Available: http://www.fao.org/3/a-i5452e.pdf, Accessed May 6, 2019
2. Annonymous, 2012 “The Pesticide Manual”. Sixteenth Edition. C. MacBean, British Crop Production Council; BCPC, UK. 557 p.

การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Fosetyl –Al ในข้าวเพื่อแก้ปัญหาการส่งออกข้าวไปประเทศญี่ปุ่น

Study on the fate of Fosetyl –Al and its metabolite for the clarification on residue contamination of export Thai rice to Japan

พชร เมินหา ลมัย ชูเกียรติวัฒนา พนิดา ไชยยันต์บูรณ์ จินตนา ภู่มงกุฎชัย ประชาธิปัตย์ พงษ์ภิญโญ บุญทวีศักดิ์ บุญทวี พรนภัส วิชชานะนานนท์ ประพันธ์ เคนท้าว

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The determination of pesticide residue of Fosetyl-Al and its metabolite in rice in order to establish MRL was conducted during April –August 2018 and August – November 2018 for 1st and 2nd trials, respectively. The 1st trial was located at Muang district, Suphanburi Province and the 2nd trial was located at Klongluang district, Pathumthani Province. The experiments consisted of 2 plots which were treated plot (Fosetyl-Al 80% WG, application with recommended rate: 20 mL/ 20 L of water, rate of water: 60L/rai) and control plot (untreated). After applied Fosetyl-Al rice sample were collected and analysis for residue of Fosetyl-Al and its metabolite (Phosphonic acid) in paddy rice, white rice, brown rice, rice bran and husk were determinated by QuPPe (version 9.3, August 2017) method with Liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) technique. The experiment was assigned for 7 treatments (sampling date for residue analysis after the last application at 0, 7, 14, 21, 30, 45 and 60 days). For this study, the limit of quantitation was 0.01 mg/kg and 0.1 mg/kg for Fosetyl-Al and Phosphonic acid, respectively. The results were not detected at all in control samples. The residue from Fosetyl-Al and Phosphonic acid were found in high level at day 14 for all sample, and also found that the rice bran showed highest residue level in both 2 trials. The recovery of Fosetyl-Al and Phosphonic acid in sample were found in the range 79-111% and 73-103%, respectively. The sampling of white rice and brown rice (128 samples, 2 kg for each sample) from packing house and shops in the north, central, south, norther-east of Thailand during January 2018 - January 2019. These samples were extracted using QuPPe method and determined the residue of Fosetyl-Al and Phosphonic acid with LC-MS/MS technique. All sampling results revealed that Fosetyl-Al were not found in all sample but Phosphonic acid found in 12 samples (9% of all samples).

Key words: Fosetyl-Al, Phosphonic acid, rice

บทคัดย่อ

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ Fosetyl-Al และอนุพันธุ์ในตัวอย่างข้าว ทำการทดลองแปลงข้าว 2 ครั้ง โดยแปลงที่ 1 ทดลองในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ช่วงเดือนเมษายน 2561 ถึง สิงหาคม 2561 และแปลงที่ 2 ทดลองในพื้นที่อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ช่วงเดือนสิงหาคม 2561 ถึง พฤศจิกายน 2561 แต่ละแปลงแบ่งเป็น 2 แปลงทดลองย่อย ได้แก่ แปลงทดลองที่ไม่พ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al เป็นแปลงควบคุม และแปลงทดลองที่พ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al 80% WG ในอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และอัตราการใช้น้ำ 60 ลิตรต่อไร่ ทำการพ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al ก่อนสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al และ และอนุพันธุ์ของ Fosetyl-Al

คือ Phosphonic acid และรายงานเป็นผลรวมของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21, 30, 45 และ 60 วัน หลังจากการพ่น โดยตัวอย่างข้าวที่ตรวจได้แก่ ข้าวเปลือก ข้าวขาว ข้าวกล้อง รำ และแกลบ วิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างโดยวิธี QuPPe (version 9.3, August 2017) ด้วยเครื่อง Liquid chromatography tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) มีค่าปริมาณต่ำสุดของวิธีการวิเคราะห์ได้ (limit of quantitation, LOQ) เท่ากับ 0.01 และ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ตามลำดับ ผลการทดลองจากการใช้สาร Fosetyl-Al ในอัตราที่กำหนด พบว่าปริมาณสารพิษตกค้างรวม Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ในตัวอย่างข้าวเปลือก ข้าวขาว ข้าวกล้อง และรำ ที่ 14 วัน หลังจากการพ่นมีค่าการตกค้างสูงที่สุด และในตัวอย่างรำที่ 14 วัน หลังจากการพ่นมีค่าการตกค้างสูงที่สุด ทั้งแปลงที่ 1 และแปลงที่ 2 จากการทดลองนี้ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างทั้ง Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ในแปลงควบคุม โดยประสิทธิภาพของการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Fosetyl-Al ในข้าว ร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 79-111 และการตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Phosphonic acid ในข้าว มีร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วง 77-103 สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายจาก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย รวมจำนวน 128 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม เก็บตัวอย่างระหว่างเดือน มกราคม 2561- มกราคม 2562 นำมาสกัดด้วยวิธี QuPPe และตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ตรวจวิเคราะห์ได้ด้วย LC-MS/MS พบว่าตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al พบแต่ Phosphonic acid จำนวน 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9 ของตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากการสุ่มทั้งหมด

คำหลัก : Fosetyl-Al Phosphonic acid ข้าว

คำนำ

ภาคเกษตรกรรมของประเทศไทยปัจจุบันพบปัญหาโรคพืชและศัตรูพืชที่ส่งผลต่อผลผลิต เกษตรกรจึงมีการใช้วัตถุมีพิษทางการเกษตรหลากหลายชนิดเพิ่มมากขึ้นเพื่อลดปัญหาเหล่านั้น และก่อให้เกิดผลกระทบที่ตามมาคือ การตกค้างของสารพิษในผลิตผลทางการเกษตร และส่งผลอันตรายให้กับผู้บริโภคได้ถ้าหากมีปริมาณที่สูงและเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด อีกทั้งยังส่งผลต่อการส่งออกสินค้าทางการเกษตรไปจำหน่ายยังตลาดต่างประเทศ เมื่อประเทศผู้นำเข้าซึ่งมีระบบตรวจสอบสารพิษตกค้างที่เข้มงวด หากตรวจพบสารพิษตกค้างในปริมาณที่เกินค่ากำหนดสากล ผลผลิตทางการเกษตรต่างๆ ดังกล่าวจึงถูกปฏิเสธการนำเข้าบ่อยครั้ง ทำให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นการตรวจสอบชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างในตัวอย่างดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็น ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย ปี 2559 มีปริมาณการส่งออก 9.88 ล้านตัน โดยส่งออกในรูปข้าวสาร ข้าวอบหรือข้าวแห้ง ประเทศที่ส่งออกข้าวมากที่สุดในโลก คือ ประเทศอินเดีย ส่งออก 10.43 ล้านตัน โดยส่งออกไปประเทศสหรัฐอเมริกา ในขณะที่ตลาดส่งออกข้าวไทยในปี 2559 ได้แก่ แอฟริกา 5.12 ล้านตัน เอเชีย 3.2 ล้านตัน สหรัฐอเมริกา 0.61 ล้านตัน ส่วนยุโรป ตะวันออกกลาง และออสเตรเลียส่งออกประมาณ 0.3 ล้านตัน และสำหรับการส่งออกข้าวไทยในปี 2561 ไปประเทศญี่ปุ่น 2.5 แสนตัน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 4.4 พันล้านบาท

Fosetyl- Al เป็นสารในกลุ่ม organophosphorus ใช้เป็นสารป้องกันกำจัดฆ่าเชื้อรา สรรพคุณออกฤทธิ์แบบดูดซึม เคลื่อนย้ายได้ทั้งทางขึ้นและทางลง ภายในต้นพืช สามารถควบคุมโรคอยู่ได้นาน เพื่อป้องกันโรครากเน่า พ่นใบและลำต้นทุกๆ 1-2 เดือน แผลเน่าถากแผลที่เน่าออกแล้วใช้ทาแผลให้ทั่ว แล้วพ่นใบและลำต้น เดือนละครั้งติดต่อกัน 3 เดือน แก้โรคราน้ำค้าง โรคใบร่วง โรคเน่าดำ โรคยอดเน่า Fosetyl- Al มีสูตรโมเลกุล คือ $C_6H_{18}AlO_9P_3$ มวลโมเลกุล 354.1 g/mol มีลักษณะเป็นผงสีขาว ละลายได้ดีในน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น อะซีโตน (acetone) เอทิลอะซีเตท (ethyl acetate) และเมทานอล (Methanol) เป็นต้น สำหรับด้านความเป็นพิษจากการกิน LD_{50} > 2,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อน้ำหนักตัวหนู (rat) 1 กิโลกรัม และ LD_{50} > 8,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ต่อน้ำหนักนก 1 กิโลกรัม LC_{50} >1,730 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การสูดดมของหนู (rat) และ สารนี้อาจจะทำให้เกิดการระคายเคืองที่แผ่นเยื่อเมือก และบริเวณทางเดินหายใจส่วนบน โครงสร้างทางเคมีของ Fosetyl-Al ดัง Figure 1.

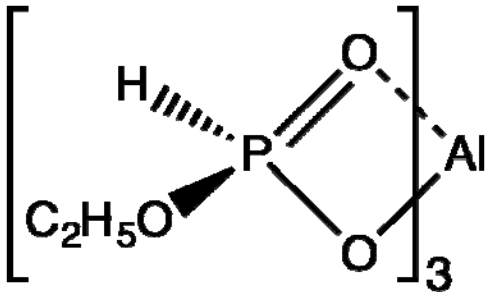


Figure 1. Structure of Fosetyl- Al

ประเทศญี่ปุ่นจะมีการปรับค่า Maximum Residue Limit (MRLs) ของ Fosetyl- Al ในตัวอย่างข้าวนำเข้าเป็น 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และประเทศญี่ปุ่นได้สุ่มตรวจตัวอย่าง พบว่าตรวจพบ Fosetyl- Al ในตัวอย่างข้าวที่นำเข้าจากประเทศไทย ดังนั้นกรมวิชาการเกษตร ประเทศไทย จึงศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ Fosetyl- Al และอนุพันธุ์ เพื่อศึกษาการสลายตัวของ สารพิษตกค้างในข้าวเปลือก ข้าวกล้อง ข้าวขาว รำ และแกลบ นำไปใช้ในการพิจารณากำหนดค่า MRLs และค่า Import Tolerance และการสุ่มเก็บข้าวจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่าย สำหรับวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างนั้น ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้พิจารณากำหนดค่ามาตรฐานอ้างอิงด้านสารพิษตกค้างของประเทศ เพื่อใช้ในการต่อรองและรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายสินค้าเกษตรกรระหว่างประเทศสำหรับการส่งออก เพื่อความเป็นธรรมของแต่ละประเทศ และเพื่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ผู้บริโภครวมทั้งแนะนำการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตรที่ถูกต้องแก่ผู้ใช้

วิธีการดำเนินการ

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในแปลงทดลอง ได้แก่ นาฬิกาจับเวลา เครื่องบันทึกอุณหภูมิ เครื่องวัดความเร็วลม ชุดป้องกันสารพิษ ถังน้ำขนาด 100-200 ลิตร ป้ายปักแปลง และหมุดหัวน็อต

2. เครื่องพ่นวัตถุอันตรายทางการเกษตรด้วยมอเตอร์แบบเครื่องยนต์สะพายหลัง (motorized knapsack sprayer)

3. อุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ centrifuge tube, vial, cylinder, beaker, volumetric flask, PTFE syringe filter

4. เครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ เครื่องชั่งทศนิยม 2 และ 5 ตำแหน่ง ที่ผ่านการสอบเทียบ, micro pipette ที่ผ่านการสอบเทียบ, food processer, vortex mixer, centrifuge, shaker, nitrogen evaporator

5. เครื่องมือตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างชนิด Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometer (LC-MS/MS) LC รุ่น 1290 infinity, MS/MS รุ่น 6460 Triple Quad ยี่ห้อ Agilent Technologies

สารเคมี

1. วัตถุอันตรายทางการเกษตรใช้ในแปลงทดลอง คือ Fosetyl-Al 80% WG ของบริษัท Bayer

2. สารมาตรฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ Fosetyl-Al 96.14% และ Phosphonic acid 98.2%

3. สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ Acetonitrile (CH_3CN) ชนิด pesticide grade (PR), Formic acid (CH_2O_2) ชนิด analytical grade (AR), Acetic acid ($C_2H_4O_2$) ชนิด analytical grade (AR), Methanol (MeOH) ชนิด pesticide grade (PR), น้ำกลั่น (distilled water)

วิธีการ

การสำรวจแปลงปลูกและวางแผนการทดลอง

สำรวจและเลือกแปลงข้าวของเกษตรเพื่อทำการทดลอง แต่ละแปลงทดลองต้องห่างกันอย่างน้อย 30 กิโลเมตร หรือแตกต่างฤดูกัน เพื่อวางแผนการทดลอง การปฏิบัติงาน และกำหนดระยะเวลาพ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al โดยแปลงที่ 1 ทดลองในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ช่วงเดือนเมษายน 2561 ถึง สิงหาคม 2561 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ กข 17 และแปลงที่ 2 ทดลองในพื้นที่อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ช่วงเดือนสิงหาคม 2561 ถึง พฤศจิกายน 2561 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ ชัยนาท 1

การทดลองมี 2 แปลงทดลองย่อย (experiments) การทดลองย่อยที่ 1 แปลงควบคุม (Control) ไม่พ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al สำหรับใช้เป็นแปลงเปรียบเทียบกับแปลงที่พ่นวัตถุมีพิษ และการทดลองย่อยที่ 2 แปลงทดลอง (treated) พ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al 80% WG ในอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และอัตราการใช้น้ำ 60 ลิตรต่อไร่

หลังการพ่นครั้งสุดท้ายทิ้งระยะเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อให้ต้นข้าวแห้งสนิท จึงทำการสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเป็นวันที่ 0 และเก็บตัวอย่างตามระยะเวลาคือ 7, 14, 21, 30, 45 และ 60 วัน หลังจากการพ่น โดยแต่ละตัวอย่างสุ่มเก็บแล้วนำมานวดจะได้ข้าวเปลือก และตากให้แห้งเป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำไปสี ซึ่งจะได้ตัวอย่างที่เป็น ข้าวเปลือก ข้าวขาว ข้าวกล้อง รำ และแกลบอย่างน้อยน้ำหนักไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม และนำกลับห้องปฏิบัติการเพื่อสกัดและตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

เก็บตัวอย่างข้าวสารจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายจาก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย รวมจำนวน 128 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม เก็บตัวอย่างระหว่างเดือนมกราคม 2561- มกราคม 2562 นำมาสกัดด้วยวิธี QuPPe และตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ตรวจวิเคราะห์ได้ด้วย LC-MS/MS

การตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง

การเตรียมตัวอย่างข้าว

ตัวอย่างข้าวที่เก็บจากแปลงทดลอง ได้แก่ ข้าวเปลือก จะได้ข้าวกล้อง ข้าวขาว รำ และแกลบ ที่ระยะเวลาต่างๆ บดให้ละเอียดและเป็นเนื้อเดียวกันด้วยเครื่องปั่นตัวอย่าง และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -20±5°C เพื่อป้องกันการสลายตัวของสารพิษตกค้างในตัวอย่าง ก่อนการนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง

การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al

สกัดตัวอย่างข้าวด้วยวิธี QuPPe สุ่มชั่งตัวอย่าง 5 กรัมใส่หลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที เติมน้ำอีก 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที นำไปเหวี่ยง นาน 30 นาที ก่อนนำมา centrifuge ด้วยความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที แล้วกรองสารละลายที่ได้จากนั้นกรองตัวอย่างผ่าน PTFE ขนาด 0.2 ไมโครเมตร ลงใน vial ขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC-MS/MS

การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง Phosphonic acid

สกัดตัวอย่างข้าวด้วยวิธี QuPPe สุ่มชั่งตัวอย่าง 5 กรัมใส่หลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที เติม MeOH ที่มี 1% formic acid 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 1 นาที นำมา centrifuge ด้วยความเร็ว 4,000 รอบต่อนาที แล้วกรองสารละลายที่ได้จากนั้นกรองตัวอย่างผ่าน PTFE ขนาด 0.2 ไมโครเมตร ลงใน vial ขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC-MS/MS

การทดสอบวิธีที่เหมาะสมสำหรับการที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ในข้าว ทำการทดลองหาประสิทธิภาพของการวิเคราะห์ โดยการหาเปอร์เซ็นต์ที่ได้กลับคืนมา (%recovery) ด้วยการเติมสารมาตรฐาน (fortified standard) ลงในตัวอย่างข้าว ที่ระดับความเข้มข้น 0.01, 0.1, 1.0 และ 5.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวม 4 ความเข้มข้นสำหรับ Fosetyl-Al และที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 1.0, 5.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวม 4

ความเข้มข้นสำหรับ Phosphonic acid ทำการสกัดและตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างตามวิธีการที่ได้กล่าวมาข้างต้น

การเตรียมสารละลายมาตรฐานโดยใช้วิธี matrix match standard ของวัตถุมีพิษไดฟีโนโคนาโซล ด้วย matrix blank ที่ 7 ระดับความเข้มข้น ได้แก่ 0.005, 0.01, 0.05, 0.12, 0.25, 0.5 และ 1.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสำหรับ Fosetyl-Al และที่ระดับความเข้มข้นได้แก่ 0.05, 0.1, 0.5, 1, 2, 5 และ 10.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสำหรับ เพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐานไดฟีโนโคนาโซล (แกน x) กับ peak area (แกน y) ซึ่งมีค่า correlation ของ linear regression (r) ไม่น้อยกว่า 0.995 และคำนวณหาปริมาณสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al หรือ Phosphonic acid จากกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง ด้วยการนำพื้นที่ใต้ peak ของสารที่ตรวจวิเคราะห์ไปอ่านค่าความเข้มข้นจากกราฟ

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง LC-MS/MS

นำสารละลายหลังจากการสกัดตัวอย่างข้าวที่ได้จากแปลง ด้วยวิธีการตามที่กล่าวในข้อ 2.3.2 ตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้างของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid โดยมีสภาวะของเครื่อง LC-MS/MS รายละเอียดในส่วนของ HPLC และ MS มีดังนี้

คอลัมน์ (HPLC Column)	: Hypercarb 5u, 250A, 100 x 2.1 mm
Mobile phase A	: H_2O: MeOH (95:5) + 1% Acetic acid
Mobile phase B	: MeOH + 1% Acetic acid
Flow rate	: 0.45 mL/min
Sample size	: 2 µL

รายละเอียดในส่วนของ MS มีดังนี้

ESI, Positive mode

Gas temperature	: 300 °C	Nebulizer	: 45 psi
Gas flow	: 11 mL/min	Capillary	: 4,000 V

การตั้ง mass MRM (m/z) มีดังนี้

Fosetyl-Al	1) 109 > 81	Phosphonic acid	1) 81 > 79	2) 81 > 63

ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างของ Fosetyl-Al โดยการพ่น Fosetyl-Al 80% WG ในอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร และอัตราการใช้น้ำ 60 ลิตรต่อไร่ ทำการพ่นวัตถุมีพิษ Fosetyl-Al ก่อนสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวเพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al และ และอนุพันธุ์ของ Fosetyl-Al คือ Phosphonic acid และรายงานเป็นผลรวมของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ที่ระยะเวลา 0, 7, 14, 21, 30, 45 และ 60 วัน หลังจากการพ่น โดยตัวอย่างข้าวที่ตรวจได้แก่ ข้าวเปลือก ข้าวขาว ข้าวกล้อง รำ และแกลบ ผลการทดลองมีดังนี้

การทดลองครั้งที่ 1 ที่ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในแปลง Untreated สำหรับแปลง treated ที่พ่น Fosetyl-Al 80% WG ตามคำแนะนำ พบปริมาณสารพิษตกค้างรวม Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ในข้าวเปลือกสูงที่สุด 13.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ข้าวขาวสูงที่สุด 6.75 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ข้าวกล้องสูงที่สุด 13.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และรำสูงที่สุด 33.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 14 วันหลังจากการพ่น สำหรับแกลบที่สุด 15.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ระยะเวลา 0 วันหลังจากการพ่น

การทดลองครั้งที่ 2 ที่ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างในแปลง Untreated สำหรับแปลง treated ที่พ่น Fosetyl-Al 80% WG ตามคำแนะนำ พบปริมาณสารพิษตกค้างรวม Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ในข้าวเปลือกสูงที่สุด 8.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ข้าวขาวสูงที่สุด 8.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ข้าวกล้องสูงที่สุด 28.72 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และรำสูงที่สุด 53.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 14 วันหลังจากการพ่น สำหรับแกลบที่สุด 18.20มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระยะเวลา 0 วันหลังจากการพ่น ดัง Table 1. และ Figure 2.

Table 1. The amount of total Fosetyl-Al and Phosphonic acid from the trial No. 1 and 2.

Day	Concentration (mg/kg)									
	Trial No. 01					Trial No. 02				
	Paddy rice	White rice	Brown rice	Rice bran	Husk	Paddy rice	White rice	Brown rice	Rice bran	Husk
0	4.51	0.01	1.07	13.16	15.43	4.15	1.00	1.83	12.84	18.20
7	12.61	6.03	10.99	28.35	10.58	3.27	1.86	6.65	16.91	4.60
14	13.97	6.75	13.00	33.78	4.55	8.04	8.39	28.72	53.51	8.37
21	8.11	3.10	6.98	16.85	2.96	6.81	7.77	26.31	50.65	6.64
30	5.72	0.09	3.75	6.95	0.91	1.47	1.74	5.36	9.20	1.69
45	0.80	< 0.01	1.00	2.33	0.26	1.11	1.21	3.97	5.92	1.08
60	0.27	< 0.01	0.29	0.55	< 0.1	0.44	0.59	1.98	4.01	0.45

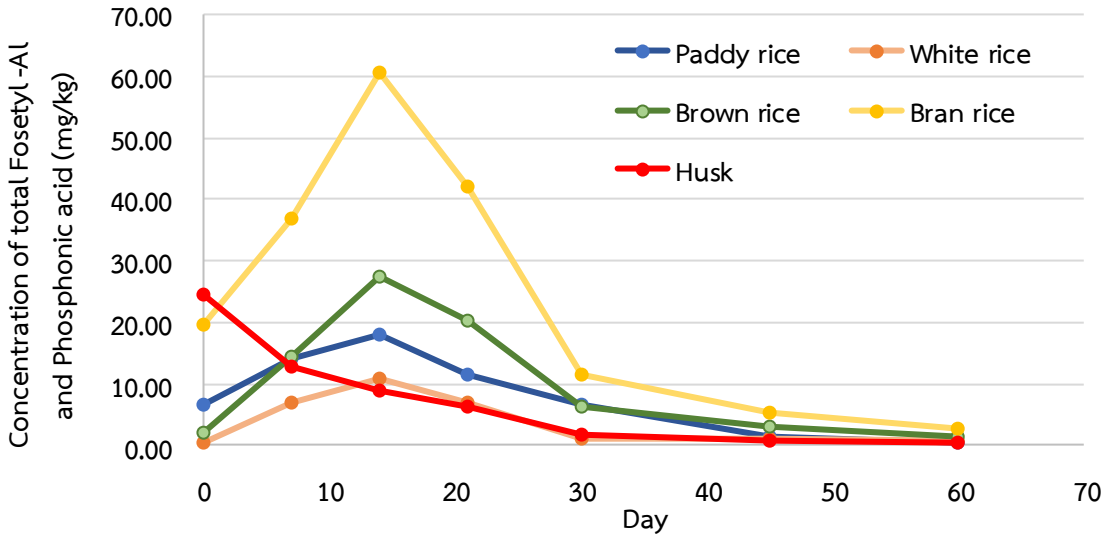


Figure 2. Degradation of total residue from Fosetyl-Al and Phosphonic acid at the harvest time interval.

การสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายจาก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย รวมจำนวน 128 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม เก็บตัวอย่างระหว่างเดือน มกราคม 2561- มกราคม 2562 นำมาสกัดด้วยวิธี QuPPe และตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง Fosetyl-Al และ Phosphonic acid ตรวจวิเคราะห์ได้ด้วย LC-MS/MS พบว่าตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al พบแต่ Phosphonic acid จำนวน 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9 ของตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากการสุ่มทั้งหมด ซึ่งพบการตกค้าง Phosphonic acid อยู่ในช่วง 0.07-8.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

สรุปผลการทดลอง

ตัวอย่างข้าวที่ไม่พ่นวัตถุอันตราย Fosetyl-Al ตรวจไม่พบสารพิษตกค้างของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid และข้าวที่พ่นวัตถุอันตราย Fosetyl-Al ของการทดลองทั้งสองครั้ง พบว่าการตกค้างรวมของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid มากที่สุดที่ 14 วันหลังการพ่น สำหรับตัวอย่าง ข้าวเปลือก ข้าวขาว ข้าวกล้อง และ รำ สำหรับแกลบ พบการตกค้างรวมของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid มากที่สุดที่ 0 วันหลังการพ่น การทิ้งระยะเวลาเก็บเกี่ยวนานขึ้นปริมาณสารพิษตกค้าง รวมของ Fosetyl-Al และ Phosphonic acid จะลดลงตาม

จากข้อมูลการสำรวจสารพิษตกค้างในตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากแหล่งปลูกและแหล่งจำหน่ายจากภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย รวมจำนวน 128 ตัวอย่าง ตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค LC-MS/MS ตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง Fosetyl-Al พบแต่ Phosphonic acid จำนวน 12 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 9 ของตัวอย่างข้าวขาวและข้าวกล้องจากการสุ่มทั้งหมด

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้

1. ข้อมูลการศึกษาการสลายตัวของวัตถุอันตราย Fosetyl-Al ในข้าว เสนอผลการศึกษาต่อสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) นำไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อกำหนดค่าปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุด (MRL) ของ Codex, ASEAN และของประเทศไทย

2. บริษัทที่ต้องการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรสำหรับสาร Fosetyl-Al ในข้าว ที่กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรได้ทำการศึกษานำไปใช้ประโยชน์เพื่อการระบุระยะเวลาเก็บเกี่ยวที่ปลอดภัย (PHI) บนฉลาก

3. การสุ่มตัวอย่างจากแหล่งจำหน่าย ทำให้ทราบถึงสถานการณ์สารพิษตกค้างในผลผลิตการเกษตร และคุณภาพของผลิตผลเพื่อเป็นข้อมูลในการคุ้มครองผู้บริโภค และเพื่อใช้ในการต่อรองและรักษาผลประโยชน์ในการค้าขายสินค้าเกษตรกรระหว่างประเทศสำหรับการส่งออก

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยโรคพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2552. คู่มือ การเลือกใช้สารป้องกันกำจัดโรคพืช

FAO, 2016. Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed. Available: http://www.fao.org/3/a-i5452e.pdf, Accessed May 6, 2019

M. Anastassiades; D. I. Kolberg; E. Eichhorn; A. Benkenstein; A.-K. Wachtler; S. Zechmann; D. Mack; C. Wildgrube; A. Barth; I. Sigalov; S. Görlich; D. Dörk; G. Cerchia. 2019. Quick Method for the Analysis of numerous Highly Polar Pesticides in Foods of Plant Origin via LC-MS/MS involving Simultaneous Extraction with Methanol (QuPPe-Method). Available: http://www.crl-pesticides.eu/userfiles/file/EurlSRM/meth_QuPPe-PO_EurlSRM.pdf. Accessed May 6, 2019

Annonymous, 2012 “The Pesticide Manual”. Sixteenth Edition. C. MacBean, British Crop Production Council; BCPC, UK. 557 p.

http://impexp.oae.go.th/service/report_product02.php?S_YEAR=2562&i_type=2&PRODUCT_ID=1273&wf_search=&WF_SEARCH=Y#4477, 6 พฤษภาคม 2562.

บริการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตรเพื่อการผลิตพืชในประเทศไทย

Agricultural Water Quality Analysis Services for Crop Production in Thailand

ญาณธิชา จิตต์สะอาด จิตติรัตน์ ชูชาติ วิภารัตน์ เกตุสิงห์ จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

งานบริการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตร เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำและประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูก สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการให้คำแนะนำการพิจารณาคุณภาพและการปรับปรุงน้ำให้เหมาะสมกับการผลิตพืช จากการให้บริการตรวจวิเคราะห์น้ำในช่วงปีงบประมาณ 2557 ถึง 2561 พบว่าตัวอย่างน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทางการเกษตรที่เข้ามารับบริการตามประเภทของแหล่งน้ำ ทั้งหมด 2,141 ตัวอย่าง แบ่งเป็น น้ำคลอง น้ำชลประทาน น้ำบ่อ น้ำบาดาล น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย น้ำประปา น้ำแม่น้ำ น้ำสระ แหล่งน้ำอื่นๆ จำนวน 386, 74, 250, 336, 94, 111, 70, 254, 566 ตัวอย่าง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 18.03, 3.46, 11.68, 15.69, 4.39 5.18, 3.27, 11.86 และ 26.44 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และทำการประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำ พบว่า น้ำมีคุณภาพดีมากถึงดี จำนวน 1,350 ตัวอย่าง ปานกลางถึงเริ่มเป็นอันตราย จำนวน 424 ตัวอย่าง เป็นอันตรายกับพืช จำนวน 367 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 63.05, 19.80 และ 17.14 ตามลำดับ แหล่งตัวอย่างน้ำมีคุณภาพดีมากถึงดีมากกว่า ร้อยละ 60.00 ได้แก่ น้ำชลประทาน น้ำบ่อ น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย น้ำประปา และ น้ำสระ ตัวอย่างน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีที่สุดเป็นตัวอย่างน้ำมาจากน้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วยมีคุณภาพน้ำดีมากถึงดีทุกตัวอย่าง และแหล่งตัวอย่างน้ำเป็นอันตรายกับพืชมากที่สุดมาจากแม่น้ำคิดเป็นร้อยละ 41.43 จากการบริการวิเคราะห์น้ำทางการเกษตรนี้ สามารถนำข้อมูลในการให้คำแนะนำกับเกษตรกรโดยตรงหรือผู้ต้องการใช้น้ำอื่น นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้น้ำ เลือกชนิดพืชปลูก และปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชต่อไปได้

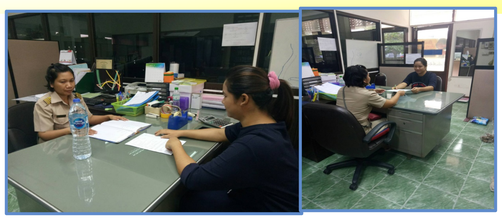
คำนำ

การวิเคราะห์น้ำเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม น้ำจึงเป็นต้นทุนทางเศรษฐกิจและเป็นปัจจัยการผลิตทางด้านการเกษตร ที่มีบทบาทสำคัญในการเพาะปลูกพืช น้ำนอกจากจะเป็นแหล่งรวมสารอาหารแล้วยังเป็นตัวทำหน้าที่ละลายธาตุอาหารในดินและปุ๋ยเพื่อใช้เป็นอาหารและเป็นตัวนำธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช คุณภาพและปริมาณของน้ำ สามารถทำให้ผลผลิตทางการเกษตรผันแปรได้ คือเมื่อขาดน้ำจะไม่สามารถเจริญเติบโต ผลผลิตต่ำหรือตายได้ หรือหากมีน้ำแต่คุณภาพไม่ดีพืชก็ไม่เจริญเติบโตเช่นกันและบางครั้งยังทำให้คุณสมบัติดินเสื่อมลงอีกด้วย การทราบคุณภาพของน้ำจะทำให้การผลิตพืชประสบผลสำเร็จ เพราะคุณภาพของน้ำจะเป็นตัวชี้วัดแรกว่าจะสามารถปลูกพืชได้หรือไม่ ซึ่งเป็นตัวกำหนดชนิดพืชที่ปลูกและระบบการให้น้ำและปุ๋ย กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ มีภารกิจหลักคือ งานด้านวิจัยและการบริการวิเคราะห์ดินและน้ำให้กับเกษตรกร หน่วยงานราชการ และนิสิตนักศึกษา การให้บริการวิเคราะห์น้ำยังมีผู้มาขอรับบริการอย่างต่อเนื่อง เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแล้วจะทำการประเมินคุณภาพน้ำโดยต้องแปลความหมายจากผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร (Ayers and Westcot, 2015) ซึ่งเป็นหน่วยงานแห่งเดียวในประเทศไทยที่ให้บริการ

สำหรับรายการพื้นฐานเบื้องต้นที่ทำการวิเคราะห์และสามารถประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูกได้มี ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) คลอไรด์ (Cl^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) คำนวณเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายได้ (Soluble Sodium Percentage ; SSP) โซเดียมคาร์บอเนตที่เหลือ (Residual Sodium Carbonate ; RSC) และ อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio ; SAR) และจำแนกประเภทของน้ำ อาศัยค่าการนำไฟฟ้า (EC) กับอัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio ; SAR) จึงสามารถแปลความหมายและประเมินคุณภาพน้ำได้

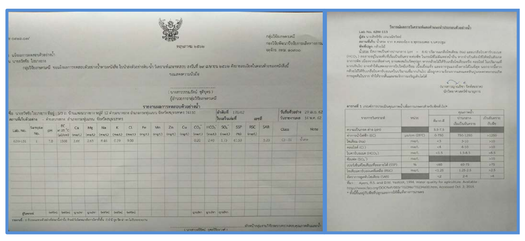
วิธีดำเนินการ

1. Sample service





2. Water quality analysis.



3. Evaluate water quality

Criteria for evaluating water quality for agriculture for general crops.

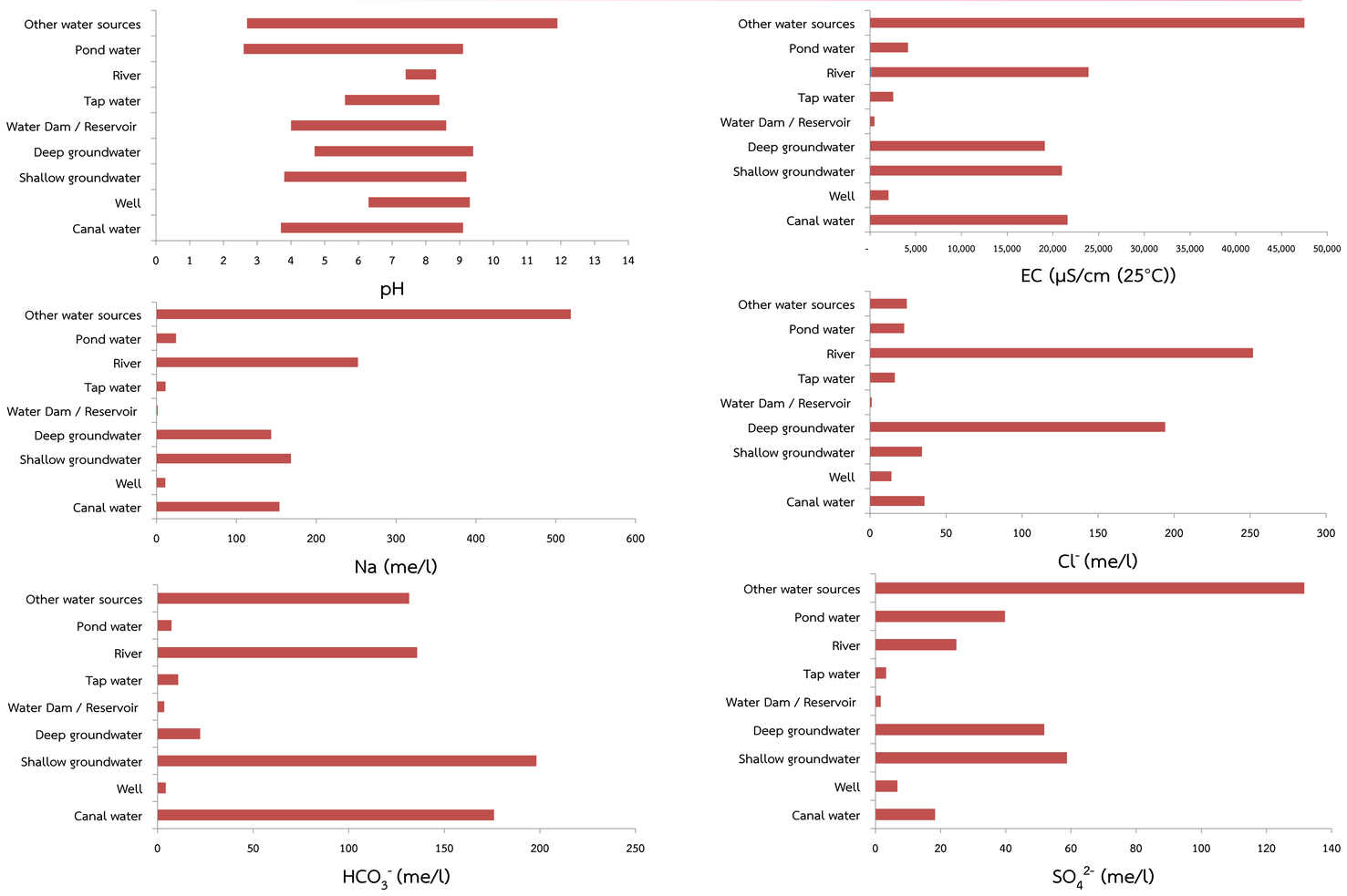
Water parameter	Unit	Water quality		
		Very good - good	Moderate - Started to be dangerous	Dangerous With plants
Acid/Basicity, Potential of hydrogen (pH)	-	5.5-7.5	-	-
Electrical Conductivity (EC)	µS/cm (25°C)	0-750	750-1250	>1250
Sodium (Na)	me/l	<3	3-10	>10
Chloride (Cl^-)	me/l	<4	4-10	>10
Bicarbonate (HCO_3^-)	me/l	<1.5	1.5-8.5	>8.5
Sulphate (SO_4^{2-})	me/l	-	-	>10
Soluble Sodium Percentage (SSP)	%	<60	60-75	>75
Residual Sodium Carbonate (RSC)	me/l	<1.25	1.25-2.5	>2.5
Sodium Adsorption Ratio (SAR)	-	<2	2-4	>4

ที่มา : Ayers, R.S. and D.W. Yestcot, 1994. Water quality for agriculture. Available : http://www.fao.org/DOCReP/003/T0234e/T0234e00.htm, Accessed Oct. 2, 2015.

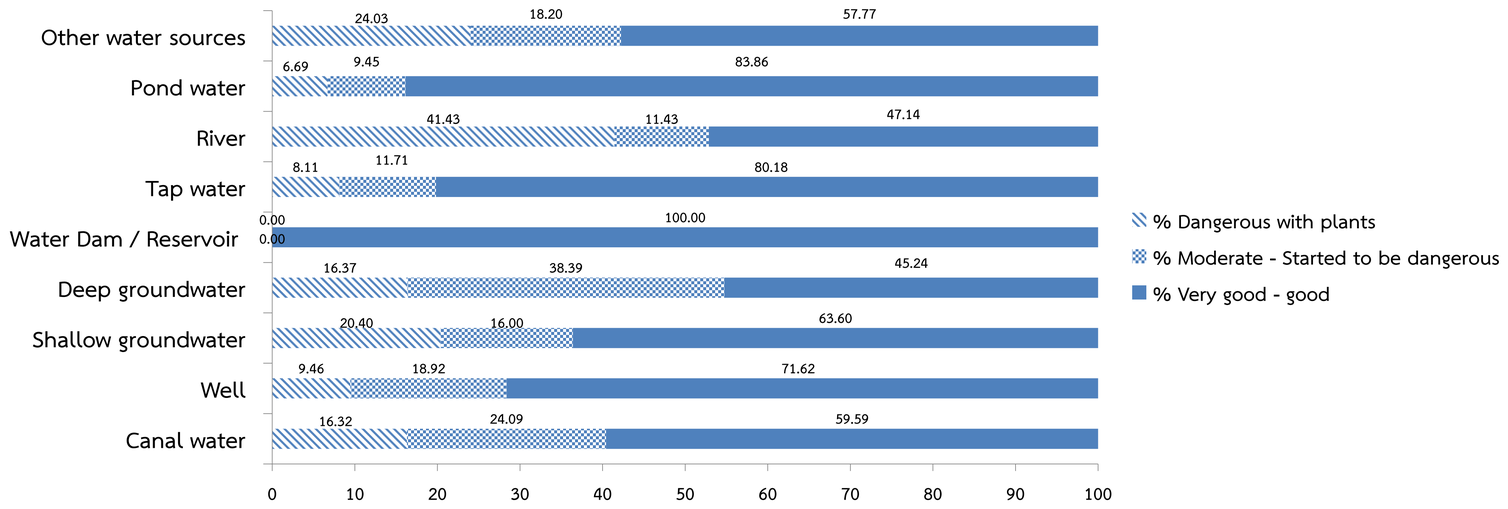
* Depending on the plants grown and the use of agricultural land.

ผลการทดลอง

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ



ประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร



สรุปผลการทดลอง

ผลการบริการคุณภาพน้ำทางการเกษตร ในช่วงปีงบประมาณ 2557 ถึง 2561 พบว่าทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และทำการประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำ พบว่า ตัวอย่างน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทางการเกษตรที่เข้ามารับบริการตามประเภทของแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำส่วนใหญ่ที่เข้ามารับบริการยังมีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า น้ำมีคุณภาพดีมากถึงดี จำนวน 1,350 ตัวอย่าง ปานกลางถึงเริ่มเป็นอันตราย จำนวน 424 ตัวอย่าง เป็นอันตรายกับพืช จำนวน 367 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 63.05, 19.80 และ 17.14 ตามลำดับ แหล่งตัวอย่างน้ำมีคุณภาพดีมากถึงดีมากกว่า ร้อยละ 60.00 ได้แก่ น้ำชลประทาน น้ำบ่อ น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย น้ำประปา และ น้ำสระ ตัวอย่างน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีที่สุดเป็นตัวอย่างน้ำมาจากน้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วยมีคุณภาพน้ำดีมากถึงดีทุกตัวอย่าง และแหล่งตัวอย่างน้ำเป็นอันตรายกับพืชมากที่สุดมาจากแม่น้ำคิดเป็นร้อยละ 41.43

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. การบริการรับตัวอย่างน้ำ ในขั้นตอนของการเขียนใบนำส่งตัวอย่าง หากผู้นำส่งตัวอย่างสามารถระบุแหล่งที่มาของน้ำ ประเภทของแหล่งน้ำ หรือผู้รับตัวอย่างมีการซักถามให้ชัดเจนถูกต้องครบถ้วน จะทำให้สามารถนำข้อมูลคุณภาพน้ำมาใช้เป็นฐานข้อมูลที่มีความถูกต้องตามแหล่งน้ำจริงเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้
2. สามารถนำข้อมูลในการให้คำแนะนำกับเกษตรกรโดยตรงหรือผู้ต้องการใช้น้ำอื่น นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้น้ำ เลือกชนิดพืชปลูก และปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืช
3. เผยแพร่และสนับสนุนข้อมูลให้กับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องที่สามารถให้คำแนะนำการปลูกพืชแก่เกษตรกรได้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2548. คู่มือการเก็บตัวอย่างดินและน้ำเพื่อวิเคราะห์. ควิกปริ๊นท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ. 30 หน้า.

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2538. คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำ. กรุงเทพฯ. 96 หน้า.

American Public Health Association, the American Water Works Association and the Water Environment Federation (APHA, AWWA and WEF). 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd ed. Washington D.C. American Public Health Association. 1360 p.

Ayers, R.S. and D.W. Yestcot, 1994. Water quality for agriculture. Available : http://www.fao.org/DOCReP/003/T0234e/T0234e00.htm, Accessed Oct. 2, 2015.

บริการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตรเพื่อการผลิตพืชในประเทศไทย
Agricultural Water Quality Analysis Services for Crop Production in Thailand

ญาณธิชา จิตต์สะอาด จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์ จิตติรัตน์ ชูชาติ วิภารัตน์ เกตุสิงห์

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

System research of soil and water quality sub group, Agricultural chemistry group, Agricultural production science research and development office, Department of Agriculture was established to provide services of agricultural water analysis. To analyze and evaluate water quality for cultivation in order to use water analysis information to provide water quality improvement and water recommendation on suitable for crop production. From providing water analysis services during October 2013 - September 2018 was found that 2,141 samples of agricultural water were categorized into canal water, irrigation water, ponds water, groundwater, dams or reservoirs or stream water, tap water, river water, pool water and other sources 386, 74, 250, 336, 94, 111, 70, 254, 566 samples estimate to 18.03, 3.46, 11.68, 15.69, 4.39, 5.18, 3.27, 11.86 and 26.44 percent respectively. To perform water quality assessment and evaluate water quality according to the water quality assessment criteria. The results found that 1,350 samples were evaluated in very good quality, 424 samples were qualified in slightly to moderate use for crop production while 367 samples were severe problem on plant growth were calculate to 63.05, 19.80 and 17.14 percent respectively. Similarly to The source of water quality were very good more than 60.00 percent including irrigation water, pond water, dam or reservoir or stream water, tap water and pond water. Especially water sample from dams or reservoirs or stream sources were the best sources for agricultural use. On the other hand water samples from river sources were classified in severe problem quality on use for plants 41.43 percent. From this research, it was concluded the water quality results can be the information for recommend to farmers to choose plant type and water improvement in order to increase yield and quality of plants.

Key words: Agricultural water quality, Crop production

บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ได้ให้บริการวิเคราะห์น้ำทางการเกษตร เพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำและประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูก สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการให้คำแนะนำการพิจารณาคุณภาพและการปรับปรุงน้ำให้เหมาะสมกับการผลิตพืช จากการให้บริการตรวจวิเคราะห์น้ำ ในช่วงปีงบประมาณ 2557 ถึง 2561 พบว่าตัวอย่างน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทางการเกษตรที่เข้ามารับบริการตามประเภทของแหล่งน้ำ ทั้งหมด 2,141 ตัวอย่าง แบ่งเป็น น้ำคลอง น้ำชลประทาน น้ำบ่อ น้ำบาดาล น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย น้ำประปา น้ำแม่น้ำ น้ำสระ แหล่งน้ำอื่นๆ จำนวน 386, 74, 250, 336, 94, 111, 70, 254, 566 ตัวอย่าง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 18.03, 3.46, 11.68, 15.69, 4.39 5.18, 3.27, 11.86 และ 26.44 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และทำการประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำ พบว่าน้ำมีคุณภาพดีมากถึงดี จำนวน 1,350 ตัวอย่าง ปานกลางถึงเริ่มเป็นอันตราย จำนวน 424 ตัวอย่าง เป็นอันตรายกับพืช

จำนวน 367 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 63.05, 19.80 และ 17.14 ตามลำดับ แหล่งตัวอย่างน้ำมีคุณภาพดีมากถึงดี มากกว่าร้อยละ 60.00 ได้แก่ น้ำชลประทาน น้ำบ่อ น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย น้ำประปา และ น้ำสระ ตัวอย่างน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีที่สุดเป็นตัวอย่างน้ำมาจากน้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วยมีคุณภาพน้ำดีมากถึงดีทุกตัวอย่าง และแหล่งตัวอย่างน้ำเป็นอันตรายกับพืชมากที่สุดมาจากแม่น้ำคิดเป็นร้อยละ 41.43 จากการบริการวิเคราะห์น้ำทางการเกษตรนี้สามารถนำข้อมูลในการให้คำแนะนำกับเกษตรกรโดยตรงหรือผู้ต้องการใช้น้ำอื่น นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้น้ำเลือกชนิดพืชปลูก และปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชต่อไปได้

คำสำคัญ: คุณภาพน้ำทางการเกษตร, การผลิตพืช

คำนำ

การวิเคราะห์น้ำเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม น้ำจึงเป็นต้นทุนทางเศรษฐกิจและเป็นปัจจัยการผลิตทางด้านการเกษตร ที่มีบทบาทสำคัญในการเพาะปลูกพืช น้ำนอกจากจะเป็นแหล่งรวมสารอาหารแล้วยังเป็นตัวทำหน้าที่ละลายธาตุอาหารในดินและปุ๋ยเพื่อใช้เป็นอาหารและเป็นตัวนำธาตุอาหารไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืช คุณภาพและปริมาณของน้ำ สามารถทำให้ผลผลิตทางการเกษตรผันแปรได้ คือเมื่อขาดน้ำจะไม่สามารถเจริญเติบโต ผลผลิตต่ำหรือตายได้ หรือหากมีน้ำแต่คุณภาพไม่ดีพืชก็ไม่เจริญเติบโตเช่นกันและบางครั้งยังทำให้คุณสมบัติดินเสื่อมลงอีกด้วย การทราบคุณภาพของน้ำจะทำให้การผลิตพืชประสบผลสำเร็จ เพราะคุณภาพของน้ำจะเป็นตัวชี้วัดแรกว่าจะสามารถปลูกพืชได้หรือไม่ ซึ่งเป็นตัวกำหนดชนิดพืชที่ปลูกและระบบการให้น้ำและปุ๋ย กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ มีภารกิจหลักคือ งานด้านวิจัยและการบริการวิเคราะห์ดินและน้ำให้กับเกษตรกร หน่วยงานราชการ และนิสิตนักศึกษา การให้บริการวิเคราะห์น้ำยังมีผู้มาขอรับบริการอย่างต่อเนื่อง เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำแล้วจะทำการประเมินคุณภาพน้ำโดยต้องแปลความหมายจากผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร (Ayers and Westcot, 2015) ซึ่งเป็นหน่วยงานแห่งเดียวในประเทศไทยที่ให้บริการ

การประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูก จะต้องแปลความหมายจากผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ รวมทั้งข้อมูลทางวิชาการและข้อมูลจากผลงานวิจัย สำหรับการวิเคราะห์น้ำเพื่อใช้ประโยชน์ในการเพาะปลูกจะไม่สนในค่า ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักที่จำเป็นแก่พืช ทั้งนี้เพราะถือว่าถ้ามีมากก็เป็นผลดีกับพืช แต่ถ้าน้อยจะไม่มีปัญหาเนื่องจากมีการใส่ปุ๋ยให้อยู่แล้ว สำหรับ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) และทองแดง (Cu) ในน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่จะพบในปริมาณน้อยไม่ถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อพืชจึงไม่ได้ให้ความสำคัญมากนัก ส่วนใหญ่จะเน้นธาตุและเกลือที่เป็นอันตรายต่อพืช สำหรับรายการพื้นฐานเบื้องต้นที่ทำการวิเคราะห์และสามารถประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูกได้มี ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) คลอไรด์ (Cl^-) คาร์บอเนต (CO_3^{2-}) ไบคาร์บอเนต (HCO_3^-) โซเดียม (Na) โพแทสเซียม (K) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) คำนวณเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายได้ (Soluble Sodium Percentage ; SSP) โซเดียมคาร์บอเนตที่เหลือ (Residual Sodium Carbonate ; RSC) และ อัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio ; SAR) และจำแนกประเภทของน้ำ อาศัยค่าการนำไฟฟ้า (EC) กับอัตราการดูดซับโซเดียม (Sodium Adsorption Ratio ; SAR) จึงสามารถแปลความหมายและประเมินคุณภาพน้ำได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างน้ำจากเกษตรกร หน่วยงานราชการ และนิสิตนักศึกษาที่มาขอรับบริการ
2. เครื่องมือ สารเคมี เครื่องแก้ว และอุปกรณ์ ที่ใช้สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางการเกษตร

วิธีการ

1. รับตัวอย่างน้ำจากเกษตรกร หน่วยงานราชการ และนิสิตนักศึกษาที่มาขอรับบริการ โดยต้องได้รับการแนะนำตามวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ คือ เก็บที่ความลึกประมาณ 1 ฟุต หรือตามความเหมาะสม ซึ่งก่อนเก็บตัวอย่างน้ำต้องล้างขวดให้สะอาดก่อนนำมาใช้และเมื่อเก็บตัวอย่างน้ำใช้น้ำตัวอย่างนั้นเขย่าล้างขวดอีก 2-3 ครั้ง แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้

พลาสติกขนาด 1-2 ลิตร เก็บน้ำให้เต็มขวดจนล้นและไม่มีฟองอากาศปิดฝาให้แน่น เขียนรายละเอียดข้างขวด และทำการรักษาเก็บรักษาสมบัติของตัวอย่างน้ำ ก่อนนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ (คู่มือการเก็บตัวอย่างดินและน้ำเพื่อวิเคราะห์, 2548)

2. ดำเนินการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ด้วยวิธีมาตรฐาน (คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำ, 2538 ; APHA, AWWA and WPCF, 2012) ตามรายการวิเคราะห์เบื้องต้น ประกอบด้วย ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า คลอไรด์ คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต โซเดียม โพแทสเซียม ซัลเฟต แคลเซียม และแมกนีเซียม คำนวณเปอร์เซ็นต์โซเดียมที่ละลายได้ โซเดียมคาร์บอเนตที่เหลือ และ อัตราการดูดซับโซเดียม และจำแนกประเภทของน้ำ อาศัยค่าการนำไฟฟ้า กับอัตราการดูดซับโซเดียม

3. ประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูกตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร (Table 1)

ระยะเวลาทำการทดลอง

กันยายน 2556 ถึง ตุลาคม 2561

สถานที่ทำการทดลอง

กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

Table 1 Criteria for evaluating water quality for agriculture for general crops.*****

Water parameter	Unit	Water quality		
		Very good - good	Moderate - Started to be dangerous	Dangerous With plants
Acid/Basicity, Potential of hydrogen (pH)		5.5-7.5		
Electrical Conductivity (EC)	µS/cm (25°C)	0-750	750-1250	>1250
Sodium (Na)	me/l	<3	3-10	>10
Chloride (Cl^-)	me/l	<4	4-10	>10
Bicarbonate (HCO_3^-)	me/l	<1.5	1.5-8.5	>8.5
Sulphate (SO_4^{2-})	me/l			>10
Soluble Sodium Percentage (SSP)	%	<60	60-75	>75
Residual Sodium Carbonate (RSC)	me/l	<1.25	1.25-2.5	>2.5
Sodium Adsorption Ratio (SAR)		<2	2-4	>4

ที่มา : Ayers, R.S. and D.W. Yestcot, 1994. Water quality for agriculture. Available : http://www.fao.org/DOCReP/003/T0234e/T0234e00.htm, Accessed Oct. 2, 2015.

* Depending on the plants grown and the use of agricultural land.

ผลการดำเนินการและวิจารณ์

1. การบริการรับตัวอย่างน้ำ

ผลการบริการรับตัวอย่างจากเกษตรกร หน่วยงานราชการ และนิสิตนักศึกษา ในช่วงปีงบประมาณ 2557 ถึง 2561 พบว่าตัวอย่างน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทางการเกษตรที่เข้ามารับบริการตามประเภทของแหล่งน้ำ ทั้งหมด 2,141 ตัวอย่าง ได้แก่ น้ำคลอง จำนวน 386 ตัวอย่าง น้ำชลประทาน จำนวน 74 ตัวอย่าง น้ำบ่อ จำนวน 250 ตัวอย่าง น้ำบาดาล จำนวน 336 ตัวอย่าง น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย จำนวน 94 ตัวอย่าง น้ำประปา จำนวน 111 ตัวอย่าง น้ำแม่น้ำ จำนวน 70 ตัวอย่าง น้ำสระ จำนวน 254 ตัวอย่าง แหล่งน้ำอื่นๆ ได้แก่ น้ำบ่อพัก น้ำร่องสวน น้ำกรอง เป็นต้น จำนวน 566 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 18.03, 3.46, 11.68, 15.69, 4.39, 5.18, 3.27, 11.86 และ 26.44

ตามลำดับ นอกจากนั้นเป็นตัวอย่างน้ำที่ไม่ได้วิเคราะห์เพื่อใช้ในทางการเกษตรและวิเคราะห์บางรายการวิเคราะห์ทำให้ไม่สามารถประเมินคุณภาพน้ำ จำนวน 65 ตัวอย่าง

2. วิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำตัวอย่างน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทางการเกษตรที่เข้ามารับบริการตามประเภทของแหล่งน้ำ โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำทั้งหมดหรือค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณเกลือที่อันตรายต่อพืช พบดังนี้ (Figure 1)

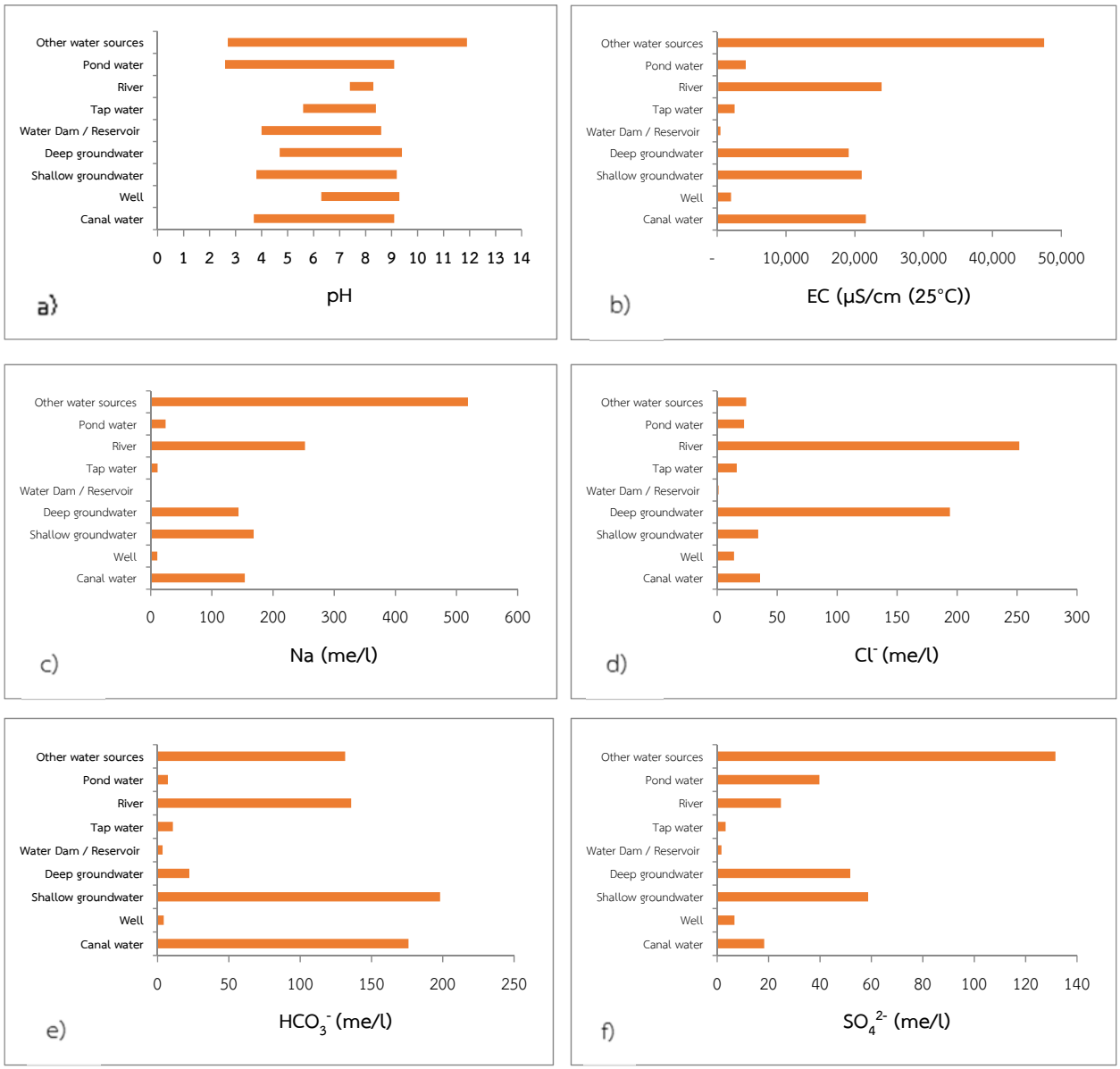


Figure 1 Water parameter quality analysis results according to the type of water source a) Acid/Basicity, Potential of hydrogen (pH) b) Electrical Conductivity (EC) c) Sodium (Na) d) Chloride (Cl^-) e) Bicarbonate (HCO_3^-) f) Sulphate (SO_4^{2-})

3. ประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะปลูกตามมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตรตามประเภทของแหล่งน้ำ เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำตัวอย่างน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทางการเกษตรที่เข้ามารับบริการตามประเภทของแหล่งน้ำ พบว่า คุณภาพน้ำส่วนใหญ่ที่เข้ามารับบริการยังมีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยตัวอย่างทั้งหมด 2,141 ตัวอย่าง พบว่า น้ำมีคุณภาพดีมากถึงดี จำนวน 1,350 ตัวอย่าง ปานกลางถึงเริ่มเป็นอันตราย จำนวน 424 ตัวอย่าง เป็นอันตรายกับพืช จำนวน 367 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 63.05, 19.80 และ 17.14 ตามลำดับ แหล่งตัวอย่างน้ำมีคุณภาพดีมากถึงดี มากกว่า ร้อยละ 60.00 ได้แก่ น้ำชลประทาน น้ำบ่อ น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย น้ำประปา และ น้ำสระ ตัวอย่างน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีที่สุดเป็นตัวอย่างน้ำมาจากน้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วยมีคุณภาพน้ำดีมากถึงดีทุกตัวอย่าง และแหล่งตัวอย่างน้ำเป็นอันตรายกับพืชมากที่สุดมาจากแม่น้ำคิดเป็นร้อยละ 41.43 (Figure 2)

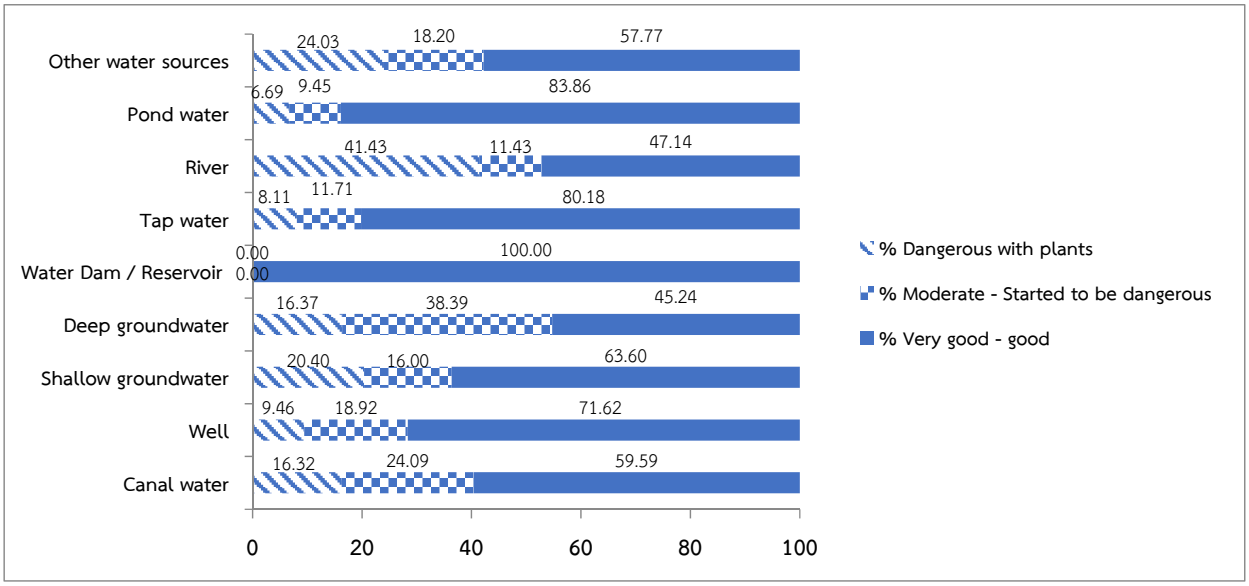


Figure 2 Evaluate water quality according to the type of water source.

สรุปผลการทดลอง

ผลการบริการคุณภาพน้ำทางการเกษตร ในช่วงปีงบประมาณ 2557 ถึง 2561 พบว่าตัวอย่างน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทางการเกษตรที่เข้ามารับบริการตามประเภทของแหล่งน้ำ ทั้งหมด 2,141 ตัวอย่าง แบ่งเป็น น้ำคลอง น้ำชลประทาน น้ำบ่อ น้ำบาดาล น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย น้ำประปา น้ำแม่น้ำ น้ำสระ แหล่งน้ำอื่นๆ ได้แก่ น้ำบ่อพัก น้ำร่องสวน น้ำกรอง เป็นต้น จำนวน 386, 74, 250, 336, 94, 111, 70, 254, 566 ตัวอย่าง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 18.03, 3.46 11.68, 15.69, 4.39, 5.18, 3.27, 11.86 และ 26.44 ตามลำดับ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณเกลือที่ละลายในน้ำทั้งหมดหรือค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณเกลือที่อันตรายต่อพืช และทำการประเมินคุณภาพน้ำตามเกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำ พบว่า ตัวอย่างน้ำที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ทางการเกษตรที่เข้ามารับบริการตามประเภทของแหล่งน้ำ คุณภาพน้ำส่วนใหญ่ที่เข้ามารับบริการยังมีคุณภาพดีถึงดีมาก มีปริมาณเกลือและแร่ธาตุอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยตัวอย่างทั้งหมด 2,141 ตัวอย่าง พบว่า น้ำมีคุณภาพดีมากถึงดี จำนวน 1,350 ตัวอย่าง ปานกลางถึงเริ่มเป็นอันตราย จำนวน 424 ตัวอย่าง เป็นอันตรายกับพืช จำนวน 367 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 63.05, 19.80 และ 17.14 ตามลำดับ แหล่งตัวอย่างน้ำมีคุณภาพดีมากถึงดี มากกว่า ร้อยละ 60.00 ได้แก่ น้ำชลประทาน น้ำบ่อ น้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วย น้ำประปา และ น้ำสระ ตัวอย่างน้ำที่มีคุณภาพน้ำดีที่สุดเป็นตัวอย่างน้ำมาจากน้ำเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำหรือน้ำห้วยมีคุณภาพน้ำดีมากถึงดีทุกตัวอย่าง และแหล่งตัวอย่างน้ำเป็นอันตรายกับพืชมากที่สุดมาจากแม่น้ำคิดเป็นร้อยละ 41.43

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. การบริการรับตัวอย่างน้ำ ในขั้นตอนของการเขียนใบนำส่งตัวอย่าง หากผู้นำส่งตัวอย่างสามารถระบุแหล่งที่มาของน้ำ ประเภทของแหล่งน้ำ หรือผู้รับตัวอย่างมีการซักถามให้ชัดเจนถูกต้องครบถ้วน จะทำให้สามารถนำข้อมูลคุณภาพน้ำมาใช้เป็นฐานข้อมูลที่มีความถูกต้องตามแหล่งน้ำจริงเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไปได้

2. สามารถนำข้อมูลในการให้คำแนะนำกับเกษตรกรโดยตรงหรือผู้ต้องการใช้น้ำอื่น นำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้น้ำ เลือกชนิดพืชปลูก และปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม เพื่อเป็นการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืช

3. เผยแพร่และสนับสนุนข้อมูลให้กับหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องที่สามารถให้คำแนะนำการปลูกพืชแก่เกษตรกรได้

เอกสารอ้างอิง

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2548. *คู่มือการเก็บตัวอย่างดินและน้ำเพื่อวิเคราะห์*. ควิกปริ๊นท์ ออฟเซ็ท, กรุงเทพฯ. 30 หน้า.

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี. 2538. *คู่มือปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำ*. กรุงเทพฯ. 96 หน้า.

American Public Health Association, the American Water Works Association and the Water Environment Federation (APHA, AWWA and WEF). 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd ed. Washington D.C. American Public Health Association. 1360 p.

Ayers, R.S. and D.W. Yestcot, 1994. *Water quality for agriculture.* Available : http://www.fao.org/DOCReP/003/T0234e/T0234e00.htm, Accessed Oct. 2, 2015.

ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช แพกโคบิวทราซอล อีทีฟอน กรดจิบเบอเรลลิก และ กรด 1-แนฟทาลีนแอซิติกจากแหล่งจำหน่ายในประเทศไทย

Study on Quality of Plant Growth Regulator Products Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid and 1-Naphthaleneacetic acid from Retail Shops in Thailand

เพชรรัตน์ ศิริวิ สุพิศสา ทองเขียว สุวลักษมิ์ ไชยทอง นันทกานต์ ขุนโหร มนต์ชัย อินทร์ท่าอิฐ สาธิดา โพธิ์น้อย

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

การควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจัดเป็นวัตถุอันตรายที่ต้องมีการควบคุมตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่กรมวิชาการเกษตรมีหน้าที่รับผิดชอบ ดังนั้นเพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานตามที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้ ในปี 2560-256 ได้สุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid ที่วางจำหน่ายตามร้านค้าเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ รวมทั้งสิ้น 28 จังหวัด ได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจำนวน 277 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลากจำนวน 231 ตัวอย่าง และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ จำนวน 46 จากผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 90, 86, 71, 100 และ 100 ตามลำดับ สาร Ethephon ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 92, 75, 100, 53 และ 74 ตามลำดับ สาร Gibberellic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 75, 85, 78, 69 และ 62 ตามลำดับ และสาร 1-Naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 17, 0, 88, 0 และ 33 ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์จำนวน 46 ตัวอย่าง ตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ของสาร Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid จำนวนทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าทั้ง 5 ภาค มีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือสาร Paclobutrazol Gibberellic acid Ethephon และสาร 1-Naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดน้อยที่สุด

คำนำ

ประเทศไทยจัดให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ที่ต้องมีการควบคุมการขึ้นทะเบียน การผลิต และการนำเข้า หรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับใบอนุญาต ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ปัจจุบันสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีปริมาณการนำเข้าสูงเป็นอันดับ 4 รองจากวัตถุอันตรายทางการเกษตรประเภทอื่นๆ คือ Herbicide Insecticide และ Fungicide ตามลำดับ (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2560) โดยสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีการนำเข้ามากที่สุด 4 อันดับคือ Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid (NAA) ตามลำดับ เกษตรกรได้นำเอาผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมาใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อประโยชน์ในการเร่งการเจริญเติบโต เร่งการออกดอก ป้องกันการร่วงของดอกและผล เพิ่มผลผลิต ปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต ตลอดจนใช้ในแง่ของการยับยั้ง และกำจัดวัชพืช เป็นต้น (สัมฤทธิ์, 2556) ในปี 2556 กรมวิชาการเกษตรได้มีการจัดทำโครงการร้านจำหน่ายปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพหรือ Q-Shop ซึ่งเป็นโครงการเพื่อพัฒนาร้านจำหน่ายปัจจัยการผลิตทางการเกษตรให้มีการใช้ปุ๋ย วัตถุเคมีการเกษตร สารเคมี ที่มีคุณภาพ เพื่อป้องกันไม่ให้เกษตรกรพบปัญหาในการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่ได้คุณภาพ และเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับสมาชิกในการใช้ปัจจัยการผลิตที่ได้คุณภาพมาตรฐาน ตลอดจนปรับปรุงเป็นร้านจำหน่ายปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (Q-Shop) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิดคือ Paclobutrazol, Gibberellic acid, Ethephon และ NAA ที่มีวางจำหน่ายตามร้านค้าเคมีเกษตร ทั้งที่เข้าร่วมโครงการฯ และร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ ในภาคต่างๆ ของประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้มีคุณภาพได้มาตรฐานตรงตามที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมวิชาการเกษตร

วิธีดำเนินการ

วิธีการทดลองแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

1. สำรวจและเก็บตัวอย่างสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้



2. วิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid





เครื่อง GC-FID; Paclobutrazol





เครื่อง Auto titrator; Ethephon



เครื่อง HPLC; Gibberellic acid และ NAA

3. ประเมินคุณภาพผลการวิเคราะห์

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์กับค่าเกณฑ์กำหนดจากประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องกำหนดเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่กำหนดไว้ของสารสำคัญในวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ พ.ศ. 2560 ประกาศ ณ วันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา, 2560)

ผลการทดลอง

1. ผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก

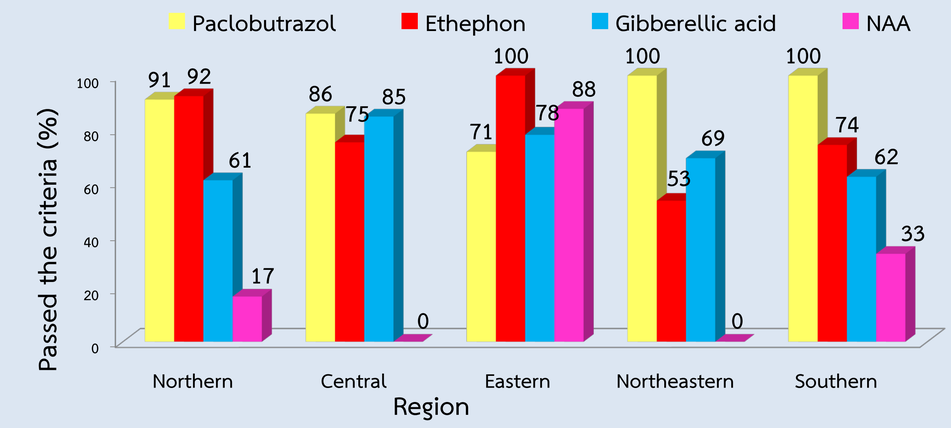


Figure 1 The results of quality evaluation of plant growth regulator products in northern central eastern northeastern and southern region passed the criteria

2. ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจากร้านค้าเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop และไม่ได้ Q-Shop จากกรมวิชาการเกษตรที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก

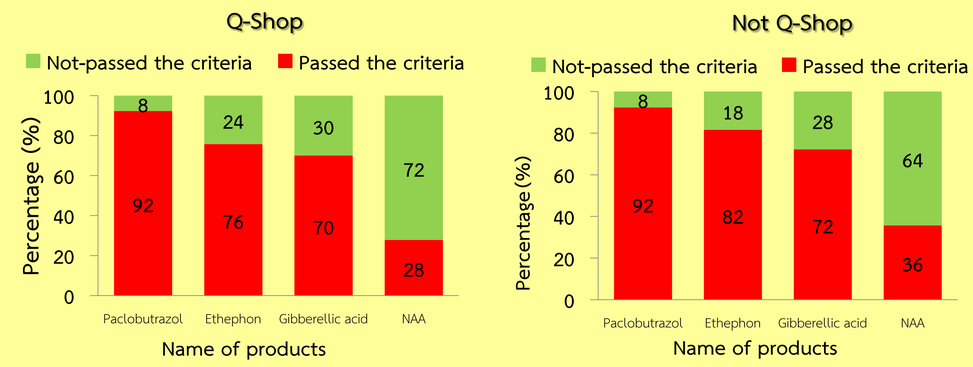


Figure 2 The results of quality evaluation of plant growth regulator products passed the criteria in the Q-Shop and not Q-Shop from northern central eastern northeastern and southern region

3. การวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก แต่มีการระบุคุณสมบัติของสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 1-Naphtha-leneacetic acid และ Gibberellic acid

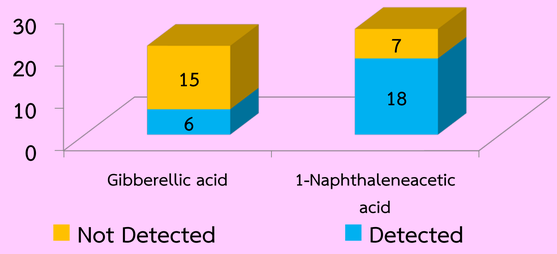


Figure 3 The results of detection of the active ingredient from plant growth regulator product samples not specified on the label

สรุปผลการทดลอง

ผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารทั้ง 4 ชนิด พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก ตามลำดับ สาร Ethephon ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ ภาคตะวันออก ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ สาร Gibberellic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคเหนือ ตามลำดับ และสาร 1-Naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ ภาคตะวันออก ภาคใต้ และภาคเหนือ ตามลำดับ ส่วนภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่มีตัวอย่างใดที่ผ่านเกณฑ์กำหนด และผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มเก็บมาจากร้านค้าเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop และไม่ได้ Q-Shop พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มมาจากร้านค้าเคมีเกษตรทั้ง 2 ประเภทให้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกันคือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือสาร Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และสาร 1-Naphtha-leneacetic acid ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก พบว่าตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ของสาร Gibberellic acid และสาร 1-Naphthaleneacetic acid คิดเป็นร้อยละ 29 และ 72 ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

ราชกิจจานุเบกษา. 2560. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่กำหนดไว้ของสารสำคัญในวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ พ.ศ.2560. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 99 ง 7เมษายน 2560.

สัมฤทธิ์ เศรษฐวงศ์. 2556. *ฮอร์โมนและการใช้ฮอร์โมนกับผลไม้*. อักษรสยามการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 144 หน้า

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2560. *รายงานสรุปนำเข้าวัตถุอันตรายปี 2560*. สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช แพกโคบิวทาซอล อีทีฟอน กรดจิบเบอเรลลิก และกรด 1-แนฟทาลีนแอซีติก จากแหล่งจำหน่ายในประเทศไทย

Study on Quality of Plant Growth Regulator Products Paclobutrazol, Ethephon, Gibberellic acid and 1-Naphthaleneacetic acid from Retail Shops in Thailand

เพชรรัตน์ ศิริวิ สุพิศสา ทองเขียว สุวลักษมี์ ไชยทอง นันทกานต์ ขุนโหร มนต์ชัย อินทร์ท่าอิฐ สาธิดา โพธิ์น้อย

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

Abstract

Plant growth regulators are classified as hazardous substances that must be controlled according to the Hazardous Substance Act BE 2535 that the Department of Agriculture is responsible. Therefore, in order to control the quality of the product to meet the standards as registered, In 2017-2018, the plant growth regulator product samples such as paclobutrazol, ethephon, gibberellic acid and 1-naphthaleneacetic acid were collected from retail shops in the northern, central, eastern, northeastern and southern region of Thailand, totaling 28 provinces. There are total product samples from the retail were 277 samples. The sample products that specifies of active ingredient on the label were 231 samples and product samples that do not specify of active ingredient were 46 samples. The quality study of active ingredient on the label found that, the amount of active ingredient in the paclobutrazol sample in the northern, central, eastern, northeastern and southern regions pass the criteria were 90, 86, 71, 100 and 100 percentage, respectively. The ethephon sample pass the criteria were 92, 75, 100, 53 and 74 percentage, respectively. The gibberellic acid sample pass the criteria were 75, 85, 78, 69 and 62 percentage, respectively and the 1-naphtha-leneacetic acid sample pass the criteria were 17, 0, 88, 0 and 33 percentage, respectively. For the 46 sample products not specify the amount of active ingredient on the label, it was found that the amount of active ingredient in the gibberellic acid and 1-naphthaleneacetic acid sample were 24 samples. The most of product samples in 5 regions pass the criteria was paclobutrazol, gibberellic acid, ethephon and 1-naphthaleneacetic acid, respectively. This may be due to the need to use the 1-naphtha-leneacetic acid is low, therefore, has a long time to be release, improper storage, causing the substance to deteriorate, which requires further study of information.

Keyword: Paclobutrazol, Ethephon, Gibberellic acid, 1-Naphthaleneacetic acid, Plant growth regulators

บทคัดย่อ

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชจัดเป็นวัตถุอันตรายที่ต้องมีการควบคุมตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ที่กรมวิชาการเกษตรมีหน้าที่รับผิดชอบ ดังนั้นเพื่อเป็นการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้ได้มาตรฐานตามที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้ ในปี 2560-2561 ได้สุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid ที่วางจำหน่ายตามร้านค้าเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ รวมทั้งสิ้น 28 จังหวัด ได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมดจำนวน 277 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลากจำนวน 231 ตัวอย่าง และตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ จำนวน 46 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก พบว่าปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 90, 86, 71, 100 และ 100 ตามลำดับ สาร Ethephon ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 92, 75, 100, 53 และ 74 ตามลำดับ สาร Gibberellic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 75, 85, 78, 69 และ 62 ตามลำดับ และสาร 1-Naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 17, 0, 88, 0 และ 33 ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์จำนวน 46 ตัวอย่าง ตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ของสาร Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid จำนวนทั้งสิ้น 24 ตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าทั้ง 5 ภาค มีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือสาร Paclobutrazol Gibberellic acid Ethephon และสาร 1-Naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดน้อยที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความต้องการใช้สาร 1-Naphthaleneacetic acid น้อย จึงทำให้มีระยะเวลาในการวางจำหน่ายนาน การเก็บรักษาไม่ถูกต้อง เหมาะสม ทำให้สารเกิดการเสื่อมสภาพได้ ซึ่งจะต้องมีการศึกษาข้อมูลต่อไป

คำสำคัญ: Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid 1-Naphthaleneacetic acid สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

คำนำ

ประเทศไทยจัดให้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ที่ต้องมีการควบคุมการขึ้นทะเบียน การผลิต และการนำเข้า หรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับใบอนุญาต ตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 ปัจจุบันสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมีปริมาณการนำเข้าสูงเป็นอันดับ 4 รองจากวัตถุอันตรายทางการเกษตรประเภทอื่นๆ คือ Herbicide Insecticide และ Fungicide ตามลำดับ (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 2560) และปริมาณสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีการนำเข้ามากที่สุด 4 อันดับคือ Paclobutrazol, Ethephon, Gibberellic acid และ1-Naphthaleneacetic acid (NAA) ตามลำดับ เกษตรกรได้นำเอาผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชมาใช้กันอย่างกว้างขวาง เพื่อประโยชน์ในการเร่งการเจริญเติบโต เร่งการออกดอก ป้องกันการร่วงของดอกและผล เพิ่มผลผลิต ปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต ตลอดจนใช้ในแง่ของการยับยั้ง และกำจัดวัชพืช เป็นต้น (สัมฤทธิ์, 2556) ในปี 2556 กรมวิชาการเกษตรได้มีการจัดทำโครงการร้านจำหน่ายปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพหรือ Q-Shop ซึ่งเป็นโครงการเพื่อพัฒนาร้านจำหน่ายปัจจัยการผลิตทางการเกษตรให้มีการใช้ปุ๋ย วัตถุเคมีการเกษตร สารเคมีที่มีคุณภาพ เพื่อป้องกันไม่ให้เกษตรกรพบปัญหาในการใช้ปัจจัยการผลิตที่ไม่ได้คุณภาพ และเป็นการสร้างความเชื่อมั่นให้กับสมาชิกในการใช้ปัจจัยการผลิตที่ได้คุณภาพมาตรฐาน ตลอดจนปรับปรุงเป็นร้านจำหน่ายปัจจัยการผลิตทางการเกษตรที่มีคุณภาพตามมาตรฐานของกรมวิชาการเกษตร (Q-Shop)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิดคือ Paclobutrazol, Gibberellic acid, Ethephon และ 1-Naphthalene- acetic acid ทั้ง 4 ชนิด ที่มีวางจำหน่ายตามร้านค้าเคมีเกษตร ทั้งที่เข้าร่วมโครงการฯ และร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้เข้าร่วมโครงการฯ ในภาคต่างๆ ของประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเป็นแนวทางในการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชให้มีคุณภาพได้มาตรฐานตรงตามที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้กับกรมวิชาการเกษตร

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. เครื่อง Gas chromatography (GC-FID)
2. เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)
3. เครื่อง Automatic Titrator
4. เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 5 ตำแหน่ง
5. เครื่อง Hot plate
6. เครื่อง Ultrasonic bath
7. เครื่องแก้วและวัสดุวิทยาศาสตร์
8. สารมาตรฐาน Paclobutrazol 98%, Gibberellic acid 99%, Ethephon 98% และ 1-Naphthaleneacetic acid 99.5%
9. สารเคมี ได้แก่ Acetone AR grade, Methanol AR grade และ HPLC grade, Acetonitrile HPLC grade, Ortho-phosphoric acid AR grade, Potassium acid phthalate AR grade, และ Sodium hydroxide
10. ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช Paclobutrazol, Gibberellic acid, Ethephon และ 1-Naphthaleneacetic acid จากแหล่งจำหน่ายในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้

วิธีการ

1. สำรวจและเก็บตัวอย่าง

- จัดทำข้อมูลรายชื่อร้านค้าเคมีเกษตรที่จำหน่ายผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่ได้ Q-Shop และร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้ Q-Shop จากกรมวิชาการเกษตรในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้
- สัมภาษณ์ร้านค้าเคมีเกษตรและออกสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2. วิเคราะห์ทดสอบ

- ดำเนินการวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในห้องปฏิบัติการ

3. ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์

- เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณสารออกฤทธิ์กับค่าเกณฑ์กำหนดจากประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องกำหนดเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่กำหนดไว้ของสารสำคัญในวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ พ.ศ. 2560 ประกาศ ณ วันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา, 2560)

ระยะเวลาดำเนินการทดลอง

ระยะเวลา (เริ่มต้น-สิ้นสุด) เดือนตุลาคม 2559-กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง

1. แหล่งจำหน่ายเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้
2. ห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสำรวจข้อมูลและสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิดคือ Paclobutrazol, Gibberellic acid, Ethephon และ 1-Naphthaleneacetic acid จากร้านค้าเคมีเกษตร ปี พ.ศ. 2560-2561 ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ รวมทั้งสิ้น 28 จังหวัด ได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากร้านค้าเคมีเกษตรทั้งหมด 76 ร้าน เป็นร้านเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop จำนวน 43 ร้าน และร้านที่ไม่ได้ Q-Shop จำนวน 33 ร้าน ได้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 277 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลากจำนวน 231 ตัวอย่าง และไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์จำนวน 46 ตัวอย่าง โดยรายละเอียดตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลากแสดงดัง Table 1

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิด ที่มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลากที่สุ่มเก็บตัวอย่างจากร้านค้าที่ได้ Q-Shop และไม่ได้ Q-Shop ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ พบว่าเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol จำนวน 52 ตัวอย่าง ที่ระบุความเข้มข้นไว้บนฉลาก 10-25% โดยน้ำหนัก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Ethephon จำนวน 71 ตัวอย่าง ระบุความเข้มข้นไว้บนฉลาก 0.5-52% โดยน้ำหนัก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Gibberellic acid จำนวน 76 ตัวอย่าง ระบุความเข้มข้นไว้บนฉลาก 2-20% โดยน้ำหนัก และตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร 1-Naphthaleneacetic acid จำนวน 32 ตัวอย่าง ระบุความเข้มข้นไว้บนฉลาก 0.1-4.6% โดยน้ำหนัก ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลากจำนวนทั้งสิ้น 46 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Gibberellic acid จำนวน 21 ตัวอย่าง และ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร 1-Naphthaleneacetic acid จำนวน 25 ตัวอย่าง

Table 1 The information of plant growth regulator products from retail shops in northern central eastern northeastern and southern region

Common name	Q-Shop (samples)	Not Q-Shop (samples)	Active ingredient (%) specified on the label	Number of samples
Paclobutrazol	26	26	10, 15% WP, 10, 25% W/V SC	52
Ethephon	33	38	0.5%, 1.5%, 2.5%, 5%, 10% 48, 52% W/V SL	71
Gibberellic acid	40	36	0.5, 2.0, 3.2, 4.0, 5.0 % W/V SL 3.1% WP, 4.9% W/W, 10, 20% TB	76
1-Naphthalene acetic acid	18	14	0.1, 4.5, 4.6% W/V SL 1.25% W/W	32
Total	117	114	-	231

Note: WP= Wettable powder, SL=Soluble concentrate, TB = Tablet, SC= Suspension Concentrate

1. ผลการประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก

จากผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และ1-Naphthaleneacetic acid ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 91, 86, 71, 100 และ 100 ตามลำดับ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Ethephon ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 92, 75, 100, 53 และ 74 ตามลำดับ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Gibberellic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 61, 85, 78, 69 และ 62 ตามลำดับ และตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร 1-Naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดคิดเป็นร้อยละ 17, 0, 88, 0 และ 33 ตามลำดับ (Figure 1)

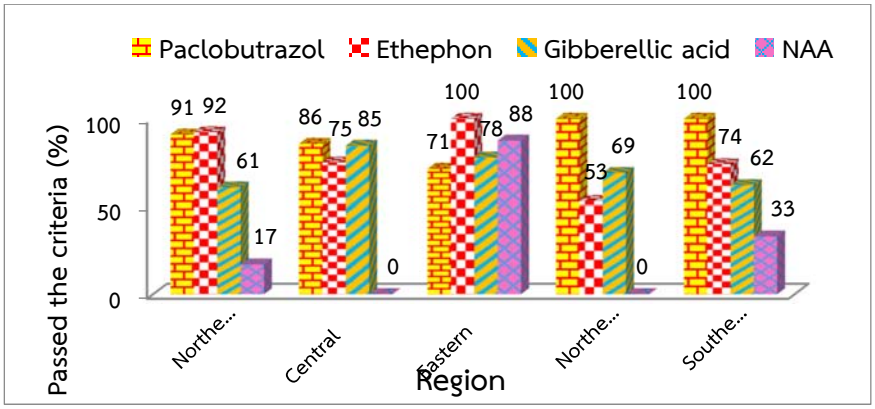


Figure 1 The results of quality evaluation of plant growth regulator products in northern central eastern northeastern and southern region passed the criteria

จากผลการประเมินคุณภาพปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของสารทั้ง 4 ชนิดคือ Paclobutrazol, Ethephon, Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid จากการสุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ภาค พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันอก ตามลำดับ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Ethephon ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือภาคตะวันออก รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Gibberellic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือภาคกลาง รองลงมาคือภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคเหนือ ตามลำดับ และตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร 1-Naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ ภาคตะวันออก รองลงมาคือภาคใต้ และภาคเหนือ ตามลำดับ ส่วนภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่มีตัวอย่างใดที่ผ่านเกณฑ์กำหนด

2. ผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากร้านค้าเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop และไม่ได้ Q-Shop จากกรมวิชาการเกษตรที่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก

ผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มเก็บจากร้านค้าเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop และตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากร้านค้าเคมีเกษตรที่ไม่ได้ Q-Shop ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากร้านค้าเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือสาร Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid คิดเป็นร้อยละ 92, 76, 70 และ 28 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มเก็บมาจากร้านค้าเคมีเกษตรที่ไม่ได้ Q-Shop ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือสาร Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid คิดเป็นร้อยละ 92, 82, 72 และ 36 ตามลำดับ (Figure 2)

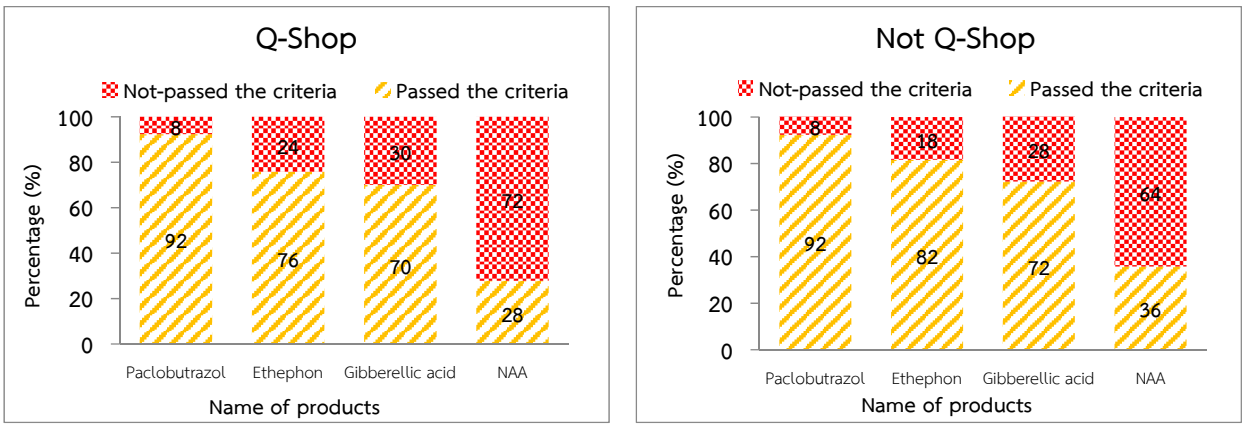


Figure 2 The results of quality evaluation of plant growth regulator products passed the criteria in the Q-Shop and not Q-Shop from northern central eastern northeastern and southern region

3. การวิเคราะห์หาปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก แต่มีการระบุคุณสมบัติของสาร Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid ไว้บนฉลาก

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid ที่ไม่ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลาก เป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มเก็บมาจากพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ จำนวนทั้งหมด 46 ตัวอย่าง แบ่งเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Gibberellic acid จำนวน 21 ตัวอย่าง และสาร 1-Naphthaleneacetic acid จำนวน 25 ตัวอย่าง พบว่าตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Gibberellic acid จำนวน 6 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 29 ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร 1-Naphthaleneacetic acid ตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ จำนวน 18 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 72 โดยพบว่าเป็นตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มเก็บมาจากร้านค้าเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีปริมาณการตรวจพบสาร Gibberellic acid และ 1-Naphthaleneacetic acid มากที่สุดรองลงมาคือภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออก ตามลำดับ ส่วนภาคใต้ไม่มีตัวอย่างใดเลยที่ตรวจพบ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากปัญหาการหลีกเหลี่ยงการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรของบริษัทผู้ผลิตที่อยู่ในระหว่างการดำเนินการขอต่อทะเบียนวัตถุอันตราย

4. ปัญหาและข้อเสนอแนะจากร้านจำหน่ายเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้

จากการสอบถามข้อมูลการจำหน่ายผลิตภัณฑ์สารควบการเจริญเติบโตของพืชจากร้านเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ที่ได้ Q-Shop และร้านค้าเคมีเกษตรทั่วไปที่ไม่ได้ Q-Shop พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่มีวางจำหน่ายขึ้นอยู่กับความต้องการใช้ของเกษตรกรในพื้นที่นั้นๆ ว่านิยมปลูกพืชชนิดใด และพืชชนิดนั้นใช้ผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตชนิดใดในการเพิ่มผลผลิต พื้นที่นั้นก็จะมีการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ของสารนั้นมากว่าสารอื่นๆ โดยส่วนใหญ่แล้วทั้ง 5 ภาคจะมีระยะเวลาในการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไว้ในร้านค้าเคมีเกษตรประมาณไม่เกิน 1 ปี ลักษณะทั่วไปของผลิตภัณฑ์อยู่ในสภาพปกติ มีเลขทะเบียนวัตถุอันตราย ระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ และมีวิธีแนะนำการใช้ติดไว้บนฉลากผลิตภัณฑ์

สำหรับข้อเสนอแนะจากร้านเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีข้อเสนอแนะเหมือนกันคืออยากให้ทางราชการมีการจัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องการใช้สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ยากำจัดศัตรูพืช รวมทั้งยากำจัดวัชพืชต่างๆ ให้กับผู้ประกอบการร้านค้าเคมีเกษตร เพื่อให้ทางผู้ประกอบการร้านค้าสามารถแนะนำการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้กับเกษตรกรที่มาซื้อผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้อง ส่วนข้อเสนอแนะจากร้านเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคใต้ ยังไม่พบปัญหาและอุปสรรคในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สรุปผลการทดลอง

จากผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และสาร 1-Naphthaleneacetic acid ทั้ง 4 ชนิด ที่มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ไว้บนฉลากที่สุ่มเก็บตัวอย่างผลิตภัณฑ์มาจากพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Paclobutrazol ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคใต้ รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันอก ตามลำดับ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Ethephon ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ ภาคตะวันออก รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตามลำดับ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร Gibberellic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือภาคกลาง รองลงมาคือภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคเหนือ ตามลำดับ และตัวอย่างผลิตภัณฑ์สาร 1-Naphthaleneacetic acid ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ ภาคตะวันออก รองลงมาคือภาคใต้ และภาคเหนือ ตามลำดับ ส่วนภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือไม่มีตัวอย่างใดที่ผ่านเกณฑ์กำหนด สำหรับผลการประเมินคุณภาพตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มเก็บมาจากร้านค้าเคมีเกษตรที่ได้ Q-Shop และไม่ได้ Q-Shop ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ พบว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่สุ่มมาจากร้านค้าเคมีเกษตรทั้ง 2 ประเภทให้ผลการวิเคราะห์ที่เหมือนกันคือผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์กำหนดมากที่สุดคือ

สาร Paclobutrazol Ethephon Gibberellic acid และสาร 1-Naphthaleneacetic acid ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มีการระบุปริมาณสารออกฤทธิ์ พบว่าทั้ง 5 ภาคตรวจพบปริมาณสารออกฤทธิ์ของสาร Gibberellic acid และสาร 1-Naphthaleneacetic acid คิดเป็นร้อยละ 29 และ 72 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. นำไปใช้เป็นข้อมูลเพื่อเฝ้าระวังและควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของกรมวิชาการเกษตร ได้แก่ สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1-8 จากสถิติของผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน

2. ผู้ประกอบการร้านค้าเข้าใจและปฏิบัติได้ถูกต้องตามหลักเกณฑ์ร้านจำหน่ายเคมีเกษตร สามารถจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐาน

3. เกษตรกรได้ทราบข้อมูลเพื่อการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชที่มีคุณภาพได้มาตรฐานคุ้มค่ากับการลงทุน

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับร้านค้าเคมีเกษตรในเขตพื้นที่ภาคเหนือจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรเชียงใหม่ ฝาง, *ศูนย์วิจัย*และพัฒนา*การเกษตรที่สูง*เชียงราย และในเขตพื้นที่ภาคกลางจากสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 5 จังหวัดเพชรบุรี

เอกสารอ้างอิง

ราชกิจจานุเบกษา. 2560. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดเกณฑ์ค่าคลาดเคลื่อนจากปริมาณที่กำหนดไว้ของสารสำคัญในวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรเป็นผู้รับผิดชอบ พ.ศ.2560. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 99 ง 7เมษายน 2560.

สัมฤทธิ์ เศรษฐวงศ์. 2556. *ฮอร์โมนและการใช้ฮอร์โมนกับผลไม้*. อักษรสยามการพิมพ์ กรุงเทพฯ. 144 หน้า

สาธิดา โพธิ์น้อย สุพิศสา ทองเขียว ปรีดา ตนะกูล และนารีรัตน์ กุณาศล. 2549. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ Gibberellic Acid, Paclobutrazol, Thiourea และ Ethephon ในผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช. หน้า 31-49 ใน : ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2549. สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สุพิศสา ทองเขียว นันทกานต์ ขุนโหร และมนต์ชัย อินทร์ท่าอิฐ. 2550. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ 1-Naphthyl acetic acid ในผลิตภัณฑ์สารควบคุมการเจริญเติบโตพืช โดยใช้ HPLC. หน้า 349-354 ใน : ผลการปฏิบัติงานประจำปีงบประมาณ 2550. สำนักวิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2560. *รายงานสรุปนำเข้าวัตถุอันตรายปี 2560*. สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี

Development and Validation Method of Citrate Insoluble Phosphorus in Chemical Fertilizer

ศุภากร ดวนใหญ่ เจนจิรา เทเวศร์วรกุล จริยา วงศ์ตรี วรรณรัตน์ ชุติบุตร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

กรมวิชาการเกษตร

บทคัดย่อ

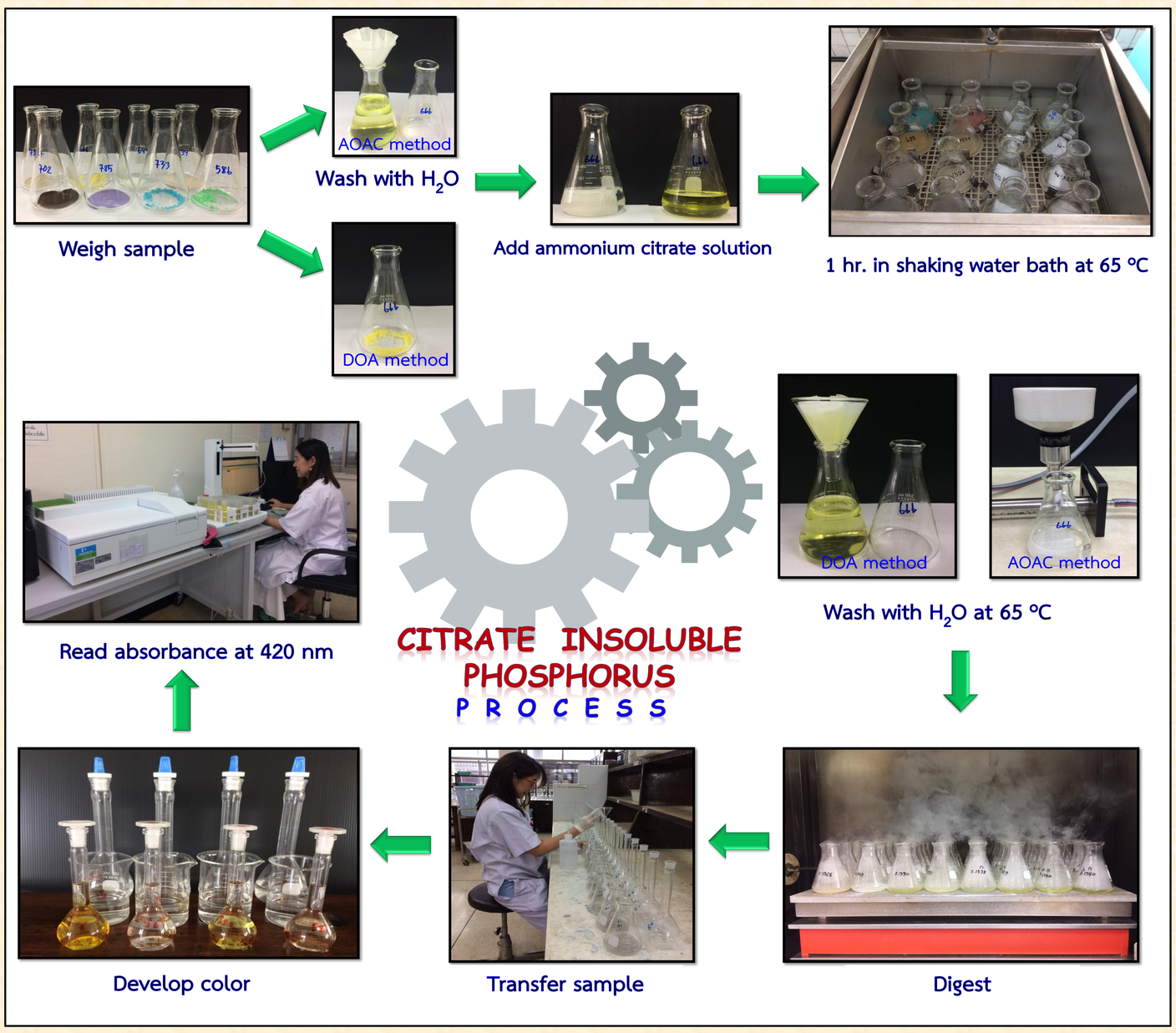
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท (CIP_2O_5) โดยวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท (CIP_2O_5) ของทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีของสองวิธี พบว่า ช่วงการใช้งานอยู่ในช่วงความเข้มข้น 1-9 มก./กก. ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9962 และ 0.9971 ช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 1-7 มก./กก. ซึ่งไม่มีผลกระทบจากลักษณะเนื้อสาร (Matrix effect) ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Limit of detection;LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation;LOQ) ของวิธีมาตรฐาน AOAC เท่ากับ 0.027%CIP_2O_5และ 0.090%CIP_2O_5 ส่วนวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เท่ากับ 0.012%CIP_2O_5และ 0.040%CIP_2O_5 จากการหาความเที่ยงของตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง และสูง พบว่า วิธีมาตรฐาน AOAC ได้ค่า HorRat เท่ากับ 1.03 0.56 และ 1.04 ตามลำดับ และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ค่า HorRat เท่ากับ 0.75 0.49 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ทั้งหมดนั้นผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล ดังนั้นการพัฒนาวิธีวิเคราะห์และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมีสามารถวิเคราะห์ได้ทั้งสองวิธี

คำนำ

ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท (Citrate insoluble phosphorus; CIP_2O_5) หมายถึง ปริมาณ Phosphorus pentoxide (P_2O_5) ที่วิเคราะห์ได้จากตะกอนที่เหลือจากการสกัดด้วยน้ำและสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี รายงานผลการทดสอบฟอสฟอรัสในรูปฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งคำนวณจากปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหักลบด้วยปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท ซึ่งวิธีการทดสอบใช้วิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ราชกิจจานุเษกษา, 2560) ในขั้นตอนการล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน อุณหภูมิ 65 °C ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 หรือเบอร์ 42 วิธีนี้เป็นการกรองแบบธรรมดา อาศัยหลักการที่ของเหลวไหลผ่านตัวกลางด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ระยะเวลาที่ใช้ในการกรองก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างปุ๋ย และสามารถใช้ได้กับตัวอย่างปุ๋ยทุกลักษณะ ซึ่งตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ลูกค้าส่งวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี มีลักษณะหลากหลายและปริมาณตัวอย่างจำนวนมาก ดังนั้นวิธีนี้จึงสะดวกต่อการปฏิบัติงานที่มีปริมาณตัวอย่างจำนวนมาก ส่วนวิธีมาตรฐาน AOAC (AOAC, 2016) ในขั้นตอนการล้างตะกอนมีการใช้ Suction pump โดยใช้หลักการทำให้ความดันในขวดรองรับต่ำกว่าความดันเหนือกรวย ของเหลวจึงไหลผ่านกระดาษกรองได้เร็วยิ่งขึ้น การกรองแบบนี้ใช้ได้กับตะกอนที่มีลักษณะเป็นผลึก แต่ไม่เหมาะกับตะกอนที่มีลักษณะอนุภาคละเอียด เพราะแรงดูดจะทำให้ตะกอนเล็กๆ อุดรูกระดาษกรอง และอัดแน่นจนของเหลวไม่สามารถผ่านไปได้ จะเห็นได้ว่าทั้งสองวิธีมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในตัวอย่างปุ๋ยเคมี โดยวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ในปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยเชิงผสม ครอบคลุมสูตรต่ำ กลาง และสูง จากนั้นเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี ของ 2 วิธี ด้วย Paired t-test
2. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (DOA method) ได้แก่ 1) ช่วงการใช้งาน (Range) 2) ช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) 3) ทดสอบผลกระทบจากลักษณะเนื้อสารของ (Matrix effect) ของกราฟมาตรฐาน 4) ค่าปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Limit of detection ; LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation ; LOQ) และ 5) ความเที่ยง (Precision)



ผลการทดลอง

1. ปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี โดยวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จำนวน 36 ตัวอย่างไม่แตกต่างกัน (Table 1)
2. วิธีมาตรฐาน AOAC LOD = 0.027%CIP_2O_5 และ LOQ = 0.090%CIP_2O_5 และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ LOD = 0.012%CIP_2O_5 และ LOQ = 0.040%CIP_2O_5

Table 1 Citrate insoluble phosphorus (CIP_2O_5) in straight, compound and mixed fertilizer of 36 samples

Grade	%CIP_2O_5		Grade	%CIP_2O_5		Grade	%CIP_2O_5	
	AOAC method	DOA method		AOAC method	DOA method		AOAC method	DOA method
0-3-0	26.43	25.25	8-24-24	0.08	0.04	3-40-40	0.01	0.05
12-3-6	0.00	0.01	8-26-26	0.01	0.12	9-57-8	0.02	0.03
3-9-9	0.03	0.03	30-18-10	0.00	0.03	0-35-40	0.01	0.03
18-8-8	0.26	0.27	21-21-21	0.00	0.03	8-48-16	0.03	0.05
5-10-40	0.00	0.01	9-18-17	0.00	0.00	10-52-10	0.03	0.05
15-5-20	0.01	0.03	16-16-16	0.08	0.09	0-40-54	0.02	0.05
15-5-30	0.00	0.01	13-13-21	0.04	0.01	8-50-15	0.03	0.05
12-3-42	0.00	0.00	20-20-20	0.00	0.03	4-41-27	0.03	0.04
16-3-8	0.05	0.01	18-18-18	0.00	0.02	16-45-0	0.26	0.18
8-4-0	3.55	3.12	9-16-36	0.00	0.01	10-52-17	0.04	0.04
10-3-0	0.07	0.06	15-15-15	0.00	0.00	6-32-32	0.04	0.02
9-3-27	0.00	0.01	19-19-19	0.00	0.02	0-45-0	0.23	0.23
t-test	ns		t-test	ns		t-test	ns	

ns : non significant at the $p \leq 0.05$

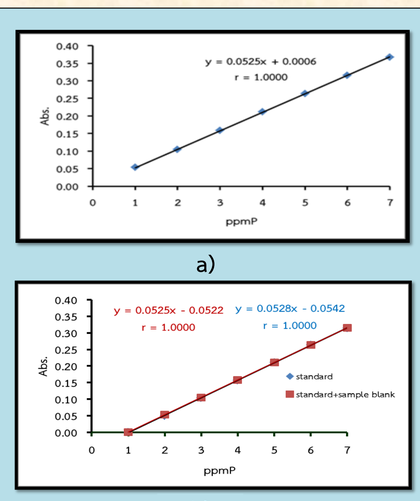


Figure 1 Correlation coefficient of AOAC method a) linearity b) matrix effect

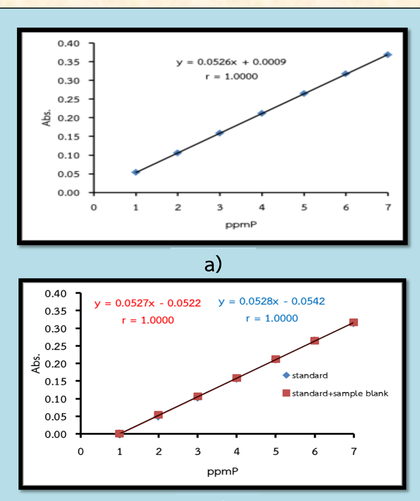


Figure 2 Correlation coefficient of DOA method a) linearity b) matrix effect

Table 2 Precision of citrate insoluble phosphorus (CIP_2O_5) in chemical fertilizer at low concentration, medium concentration and high concentration

	%CIP_2O_5					
	Low concentration		Medium concentration		High concentration	
	AOAC method	DOA method	AOAC method	DOA method	AOAC method	DOA method
Mean	0.28	0.28	17.56	17.08	26.71	27.63
SD	0.01	0.01	0.26	0.22	0.68	0.66
%RSD	3.57	3.57	1.48	1.29	2.55	2.39
HorRat	1.03	0.75	0.56	0.49	1.04	0.99

Acceptable HorRat(r) values are ≤ 1.3

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี โดยวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ไม่แตกต่างกัน และผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ทั้งสองวิธีผ่านเกณฑ์ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 547 หน้า.

ราชกิจจานุเบกษา. 2560. *ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ.2559*. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 2 ง 4 มกราคม 2560.

Official Methods of Analysis of AOAC International. 2016. AOAC International Gaithersburg, MD, USA, Official Method 20th Ed.

พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี

Development and Validation Method of Citrate Insoluble Phosphorus in Chemical Fertilizer

ศุภากร ดวนใหญ่ เจนจิรา เทเวศร์วรกุล จริยา วงศ์ตรี วรรณรัตน์ ชุติบุตร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The purpose this study was to development and validation method of citrate insoluble phosphorus (CIP_2O_5) in chemical fertilizer. Analysis by AOAC method and Notification of ministry of agriculture and cooperatives Re: Prescribing the methods of analysis of chemical fertilizer, B.E. 2559 (DOA method). Comparison techniques during suction filtration and gravity filtration in straight, compound and mixed fertilizer of 36 samples. This average amount of CIP_2O_5 analysis of two methods was not different. The range was concentrations from 1-9 mg/kg with correlation coefficient was 0.9962 and 0.9971. The linearity using concentrations from 1-7 mg/kg with correlation coefficient was 1.0000 and 1.0000. Limit of detection was 0.027%CIP_2O_5 and 0.012%CIP_2O_5. Limit of quantitation was 0.090%CIP_2O_5 and 0.040%CIP_2O_5. Precision ,the AOAC method that HorRat value was 1.03, 0.56 and 1.04, respectively. The DOA method that HorRat value was 0.75, 0.49 and 0.99, respectively. From the result, validation method parameter are acceptable.

Keyword: Chemical fertilizer, Citrate insoluble phosphorus, Validation method

บทคัดย่อ

พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี วัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท (CIP_2O_5) ในปุ๋ยเคมี โดยใช้วิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (DOA method) และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี พบว่า ค่าเฉลี่ยของ %CIP_2O_5 ในปุ๋ยเชิงเดี่ยว ปุ๋ยเชิงประกอบ และปุ๋ยเชิงผสม ครอบคลุมสูตรต่ำ กลาง และสูง จำนวน 36 ตัวอย่าง ของทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีของสองวิธี พบว่า ช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 1-9 มก./กก. มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.9962 และ 0.9971 ช่วงการใช้งานความเข้มข้น 1-7 มก./กก. ซึ่งช่วงการใช้งานไม่มีผลกระทบจากลักษณะเนื้อสาร (Matrix effect) ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Limit of detection; LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation; LOQ) ของวิธีมาตรฐาน AOAC เท่ากับ 0.027%CIP_2O_5 และ 0.090%CIP_2O_5 ส่วนวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เท่ากับ 0.012%CIP_2O_5 และ 0.040%CIP_2O_5 จากการหาความเที่ยงของตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลางและสูง พบว่า วิธีมาตรฐาน AOAC ได้ค่า HorRat เท่ากับ 1.03 0.56 และ 1.04 ตามลำดับ และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ค่า HorRat เท่ากับ 0.75 0.49 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ทั้งหมดนั้นผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล ดังนั้นการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งสองวิธี

คำสำคัญ: ปุ๋ยเคมี ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี

คำนำ

ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท (Citrate insoluble phosphorus; CIP_2O_5) หมายถึง ปริมาณ Phosphorus pentoxide (P_2O_5) ที่วิเคราะห์ได้จากตะกอนที่เหลือจากการสกัดด้วยน้ำและสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548) ซึ่งไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี รายงานผลการทดสอบฟอสฟอรัสในรูปฟอสฟอรัสที่มีประโยชน์ต่อพืช ซึ่งคำนวณจากปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดหักลบด้วยปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรท ซึ่งวิธีการทดสอบใช้วิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ราชกิจจานุเษกษา, 2560) ซึ่งในขั้นตอนการล้างตะกอนด้วยน้ำร้อน (น้ำกลั่น) อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส ผ่านกระดาษกรองเบอร์ 5 หรือเบอร์ 42 ให้ได้ปริมาณสารละลาย 350 มิลลิลิตร โดยใช้กรวยแก้วเป็นการกรองแบบธรรมดาอาศัยหลักการที่ของเหลวไหลผ่านตัวกลางด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก (ศุภชัย, 2543) ระยะเวลาที่ใช้ในการกรองก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่างปุ๋ย ซึ่งการกรองแบบธรรมดาสามารถใช้ได้กับตัวอย่างปุ๋ยทุกลักษณะ ดังนั้นวิธีนี้จึงสะดวกต่อการปฏิบัติงานที่ตัวอย่างปุ๋ยมีลักษณะหลากหลายและปริมาณตัวอย่างจำนวนมาก ส่วนวิธีมาตรฐาน AOAC (AOAC, 2016) ในขั้นตอนการล้างตะกอนมีการใช้ suction pump โดยใช้หลักการทำให้ความดันในขวดรองรับต่ำกว่าความดันเหนือกรวยของเหลวจึงไหลผ่านกระดาษกรองได้เร็วยิ่งขึ้น การกรองแบบนี้ใช้ได้กับตะกอนที่มีลักษณะเป็นผลึก แต่ไม่เหมาะกับตะกอนที่มีลักษณะอนุภาคละเอียด เพราะแรงดูดจะทำให้ตะกอนเล็กๆ อุดรูกระดาษกรอง และอัดแน่นจนของเหลวไม่สามารถผ่านไปได้ จะเห็นได้ว่าทั้งสองวิธีมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน ผู้ทำการทดลองจึงสนใจศึกษาการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของวิธีมาตรฐาน AOAC กับวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เพื่อให้ได้วิธีที่มีความถูกต้อง ความเที่ยง รวดเร็ว และเป็นที่น่าชื่อถือ

วิธีดำเนินงาน

อุปกรณ์

1. ตัวอย่างปุ๋ยเคมี
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น XS 204
3. UV-Vis Spectrophotometer ยี่ห้อ PerkinElmer รุ่น Lambda 45
4. อ่างควบคุมอุณหภูมิแบบเขย่า (Shaking water bath) ยี่ห้อ Heto รุ่น SBD 50
5. เตาระเหยไฟฟ้า ยี่ห้อ Thermolyne รุ่น RC 2200
6. ชุดกรองแบบสุญญากาศ พร้อมอุปกรณ์ประกอบ (Suction pump)
7. เครื่องแก้ว และวัสดุอื่นๆ ที่ใช้ในการปฏิบัติการทดสอบ
8. สารเคมี ที่ใช้ในการปฏิบัติการทดสอบ

วิธีการ

1. ศึกษาผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในตัวอย่างปุ๋ยเคมี

1.1 วิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในตัวอย่างปุ๋ยเคมี โดยวิธีมาตรฐาน AOAC (AOAC, 2016) และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (ราชกิจจานุเษกษา, 2560) ครอบคลุมสูตรต่ำ กลาง สูง จำนวน 36 ตัวอย่าง

1.2 เปรียบเทียบปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี ของ 2 วิธี ด้วย Paired t-test

2. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (DOA method)

2.1 การหาช่วงการใช้งาน (Range) โดยชั่งตัวอย่างที่มีเนื้อสารชนิดเดียวกับปุ๋ยแต่ไม่มีสารที่ทดสอบ (Sample blank) น้ำหนัก 1.xxxx กรัม เติมสารมาตรฐานฟอสฟอรัส 9 ระดับความเข้มข้น คือ 1 2 3 4 5 6 7 8 และ 9 มก./กก. ระดับความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ

2.2 การหาช่วงความเป็นเส้นตรง (Linearity) โดยชั่งตัวอย่างที่มีเนื้อสารชนิดเดียวกับปุ๋ยแต่ไม่มีสารที่ทดสอบ (Sample blank) น้ำหนัก 1.xxxx กรัม เติมสารมาตรฐานฟอสฟอรัส 7 ระดับความเข้มข้น คือ 1 2 3 4 5 6 และ 7 มก./กก. ระดับความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ

2.3 การทดสอบผลกระทบจากลักษณะเนื้อสารของ (Matrix effect) ของกราฟมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบความชันของกราฟมาตรฐานระหว่าง Standard P กับ Spiked Standard P ลงใน sample blank (NATA Technical Note 17, 2018)

2.4 การหาค่าปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (Limit of detection ; LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (Limit of quantitation ; LOQ) จากนั้นคำนวณค่า LOD, LOQ ตาม Eurachem (2014)

2.5 การหาค่า Precision ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมีที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง ระดับความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ โดยที่ระดับความเข้มข้นต่ำ ใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 12-12-17 ความเข้มข้นกลางและสูงใช้ปุ๋ยเคมี สูตร 0-3-0 แล้วประเมิน Precision โดยใช้สมการ Horwitz's Ratio (AOAC, 2016)

ระยะเวลา ตุลาคม 2560 ถึง กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางกทารเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาผลการวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในตัวอย่างปุ๋ยเคมี โดยวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ครอบคลุมสูตร ต่ำ กลาง สูง

จากการทดสอบตัวอย่างปุ๋ยเคมี จำนวน 36 ตัวอย่าง ดังแสดงในTable 1 พบว่า ค่าเฉลี่ยของ $\%ClP_2O_5$ ของวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีค่าสูงกว่าวิธีมาตรฐาน AOAC จำนวน 22 ตัวอย่าง และมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน จำนวน 6 ตัวอย่าง เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทของทั้งสองวิธี มาทดสอบความแตกต่างของความแปรปรวนและใช้สถิติ Paired t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิธีทั้งสองวิธี มีค่า $t_{exp} < t_{cri}$ แสดงว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่สูตรต่ำ กลาง และสูง ของทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน

2. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์

การหาช่วงการใช้งาน ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี ผลการวัดสารละลายมาตรฐาน 9 ความเข้มข้น คือ 1 2 3 4 5 6 7 8 และ 9 มก./กก. ดังแสดงใน Figure 1 ซึ่งวิธีมาตรฐาน AOAC ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.9962 (Figure 1a.) และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ค่า r เท่ากับ 0.9971 (Figure 1b.) และการหาช่วงความเป็นเส้นตรง เลือกช่วงความเข้มข้น 1-7 มก./กก. เป็นช่วงการใช้งานมาหาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยวิธีมาตรฐาน AOAC ได้ค่า r เท่ากับ 1.0000 (Figure 2a.) และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ r เท่ากับ 1.0000 (Figure 2b.) ซึ่งการหาช่วงการใช้งานและช่วงความเป็นเส้นตรงทั้งสองวิธีมีค่า r ผ่านเกณฑ์ยอมรับ (เกณฑ์ยอมรับ $r \geq 0.995$ ตาม Eugene *et al.* (2012))

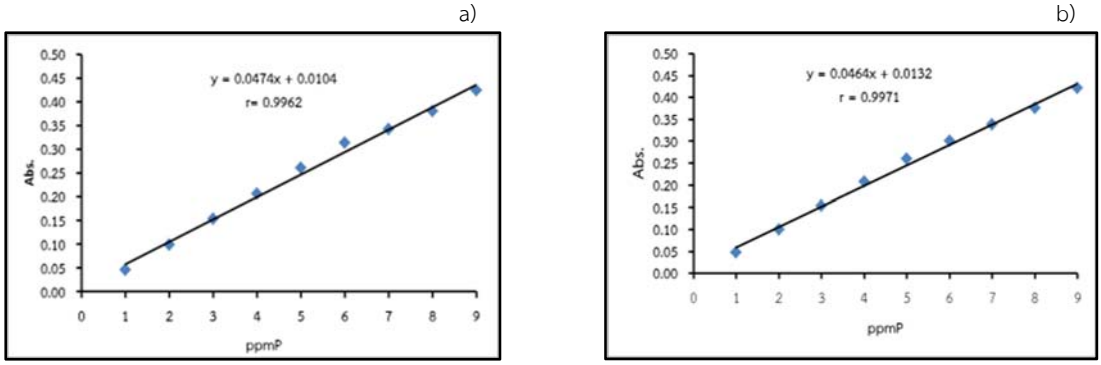


Figure 1 Correlation coefficient of range a. AOAC method b. DOA method

a) b)

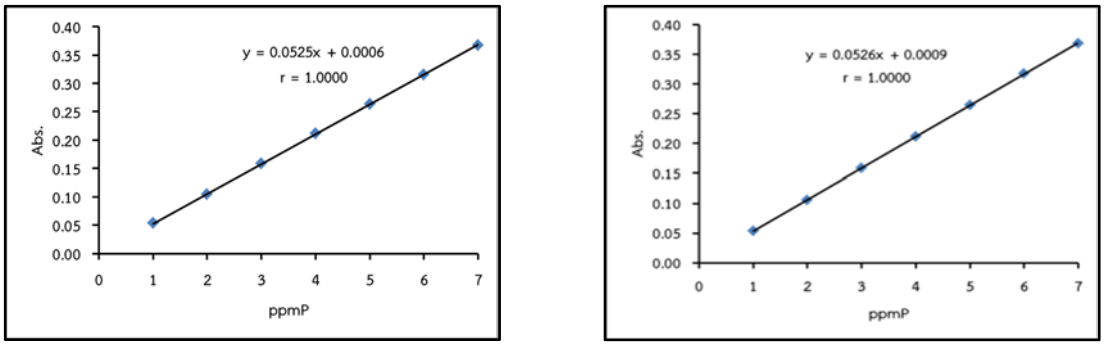


Figure 2 Correlation coefficient of linearity a. AOAC method b. DOA method

Table 1 Citrate insoluble phosphorus (%CIP_2O_5) in straight, compound and mixed fertilizer of 36 samples

Grade	%CIP_2O_5		Grade	%CIP_2O_5		Grade	%CIP_2O_5	
	AOAC method	DOA method		AOAC method	DOA method		AOAC method	DOA method
0-3-0	26.43	25.25	8-24-24	0.08	0.04	3-40-40	0.01	0.05
12-3-6	0.00	0.01	8-26-26	0.01	0.12	9-57-8	0.02	0.03
3-9-9	0.03	0.03	30-18-10	0.00	0.03	0-35-40	0.01	0.03
18-8-8	0.26	0.27	21-21-21	0.00	0.03	8-48-16	0.03	0.05
5-10-40	0.00	0.01	9-18-17	0.00	0.00	10-52-10	0.03	0.05
15-5-20	0.01	0.03	16-16-16	0.08	0.09	0-40-54	0.02	0.05
15-5-30	0.00	0.01	13-13-21	0.04	0.01	8-50-15	0.03	0.05
12-3-42	0.00	0.00	20-20-20	0.00	0.03	4-41-27	0.03	0.04
16-3-8	0.05	0.01	18-18-18	0.00	0.02	16-45-0	0.26	0.18
8-4-0	3.55	3.12	9-16-36	0.00	0.01	10-52-17	0.04	0.04
10-3-0	0.07	0.06	15-15-15	0.00	0.00	6-32-32	0.04	0.02
9-3-27	0.00	0.01	19-19-19	0.00	0.02	0-45-0	0.23	0.23
t-test	ns		t-test	ns		t-test	ns	

ns : non significant at the $p \leq 0.05$

ผลทดสอบผลกระทบจากลักษณะเนื้อสารของ (Matrix effect) ของกราฟมาตรฐาน ดังแสดงใน Figure 3 พบว่าความชันของกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.0528 และความชันของกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัสที่เติม Sample blank โดยวิธีมาตรฐาน AOAC เท่ากับ 0.0527 (Figure 3a.) ซึ่งมีความแตกต่างกัน 0.19% และความชันของกราฟมาตรฐานฟอสฟอรัสที่เติม sample blank โดยวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เท่ากับ 0.0525 (Figure 3b.) ซึ่งมีความแตกต่างกัน 0.57% แสดงว่ากราฟทั้งสองมีความชันต่างกันไม่เกินเกณฑ์ยอมรับที่ 10% (NATA Technical Note 17, 2018) ดังนั้นกราฟมาตรฐานในช่วง 1-7 มก./กก. จึงไม่มีผลกระทบจากลักษณะเนื้อสาร

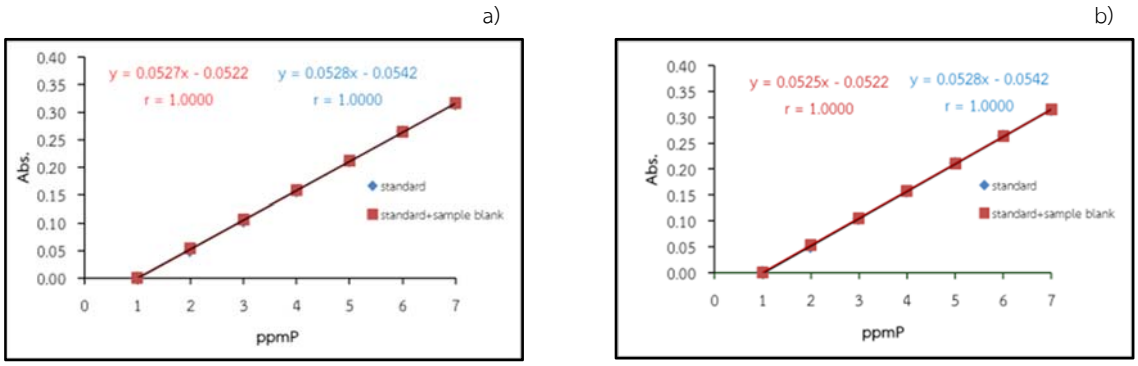


Figure 3 Correlation coefficient of standard cure on matrix effect a. AOAC method b. DOA method

การหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (LOQ) จากการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยเคมี Sample blank (สูตร 15-0-6) จำนวน 10 ซ้ำ คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลอง พบว่า วิธีมาตรฐาน AOAC ได้ค่า SD = 0.009

LOD = $3S_0'$ = 3 x 0.009 = 0.027%CIP_2O_5

LOQ = $10S_0'$ = 10 x 0.009 = 0.090%CIP_2O_5

วิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ค่า SD = 0.004

LOD = $3S_0'$ = 3 x 0.004 = 0.012%CIP_2O_5

LOQ = $10S_0'$ = 10 x 0.004 = 0.040%CIP_2O_5

3. การหาค่า Precision ของวิธีวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมีที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง

จากผลวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยที่ระดับความเข้มข้นต่ำ สูตร 12-12-17 ที่ระดับความเข้มข้นกลางและสูง สูตร 0-3-0 ดังแสดงใน Table 2 เพื่อนำมาหาค่า Precision ประเมินความเที่ยงโดยใช้สมการของ Horwitz's Ratio โดยวิธีมาตรฐาน AOAC ได้ค่า HorRat เท่ากับ 1.03, 0.56 และ 1.04 ตามลำดับ และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ค่า HorRat เท่ากับ 0.75, 0.49 และ 0.99 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้ทั้งหมดนั้นผ่านเกณฑ์การยอมรับตามมาตรฐานสากล (เกณฑ์ยอมรับ HorRat $\leq$ 1.3)

Table 2 Precision of citrate insoluble phosphorus (%CIP_2O_5) in chemical fertilizer at low concentration, medium concentration and high concentration

	%CIP_2O_5					
	Low Concentration		Medium Concentration		High Concentration	
	AOAC method	DOA method	AOAC method	DOA method	AOAC method	DOA method
Mean	0.28	0.28	17.56	17.08	26.71	27.63
SD	0.01	0.01	0.26	0.22	0.68	0.66
%RSD	3.57	3.57	1.48	1.29	2.55	2.39
HorRat	1.03	0.75	0.56	0.49	1.04	0.99

Acceptable HorRat(r) values are $\leq$ 1.3

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองปริมาณฟอสฟอรัสที่ไม่ละลายในสารละลายแอมโมเนียมซิเตรทในปุ๋ยเคมี โดยวิธีมาตรฐาน AOAC และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ไม่แตกต่างกัน และผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ทั้งสองวิธีมีช่วงที่เป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง 1-9 มก./กก. ช่วงการใช้งาน 1-7 มก./กก. ซึ่งช่วงการใช้งานไม่มีผลกระทบจากลักษณะเนื้อสาร และค่า Precision ทั้งสามระดับความเข้มข้นผ่านเกณฑ์ยอมรับตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยวิธีมาตรฐาน AOAC มีช่วงการใช้งาน 0.28 – 26.71%CIP$_2$O$_5$ และวิธีตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ มีช่วงการใช้งาน 0.28 – 27.63%CIP$_2$O$_5$

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

1. ตัวอย่างปุ๋ยที่มีส่วนประกอบของกระดูกสัตว์ การย่อยตัวอย่างปุ๋ยต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมาก เนื่องจากกระดูกสัตว์มีไขมัน อาจเกิดการกระเด็นระหว่างการย่อยตัวอย่าง

2. การศึกษาเพียงเท่านี้ยังไม่เพียงพอ สำหรับปุ๋ยเคมีที่มีลักษณะต่างๆ เนื่องจากทั้งสองวิธีมีข้อจำกัด

3. ห้องปฏิบัติการได้วิธีวิเคราะห์ทางเลือกที่ให้ผลวิเคราะห์ที่มีความเที่ยง

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548**.** *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 547 หน้า.

ราชกิจจานุเบกษา. 2560. *ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559*. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 2 ง 4 มกราคม 2560.

ศุภชัย ใช้เทียมวงศ์. 2543. *ปฏิบัติการเคมีปริมาณวิเคราะห์*. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 260 หน้า.

Eugene, W.R., B.B. Rodger, D.E. Andrew and S.C. Lenore. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22nd ed. Washington, DC.USA.

Eurachem. 2014. *The Fitness for Purpose of Analytical Methods A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics*. 2nd ed. 2014. ISBN 978-91-87461-59-0.

NATA Technical Note 17. 2018. General Accreditation Guidance - Validation and verification of quantitative and qualitative test methods.

Official Methods of Analysis of AOAC International. 2016. AOAC International Gaithersburg, MD, USA, Official Method 20th Ed.

พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ย โดยเทคนิคคอมบัสชัน

Development and Method Validation on Analysis of Total Nitrogen in Fertilizer by Combustion Method

อาธิยา ปุ่นประโคน ทองจันทร์ พิมพ์เพชร วรรณรัตน์ ชุติบุตร

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยเทคนิคคอมบัสชัน ดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ระหว่าง 2 วิธี คือ วิธีเจลดาห์ล และ วิธีการเผา เปรียบเทียบผลทางสถิติ Paired t-test พบว่า ผลวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของทั้ง 2 วิธี ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และจากการหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 0.06% และ 0.07% และปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดปริมาณได้ โดยมีความแม่นและความเที่ยง เท่ากับ 0.24% และ 0.20% การพิสูจน์ความแม่น และความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง ในปุ๋ยเคมีได้ %Recovery เท่ากับ 99.5% 100.19% และ 99.94% และค่า HorRat เท่ากับ 0.84 0.41 และ 0.08 และปุ๋ยอินทรีย์ ได้ %Recovery 100.49% 98.67% และ 99.66% และค่า HorRat เท่ากับ 0.33 0.37 และ 0.15 ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ที่ได้มีค่าความแม่นและความเที่ยง ผ่านเกณฑ์การยอมรับ วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยวิธีการเผา จึงสามารถใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ ที่มีความถูกต้องแม่นยำ ระยะเวลาในการวิเคราะห์สั้น ลดการเกิดของเสีย

คำนำ

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี เคดาห์ล (Kjeldahl Method) ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 ใช้เทคนิคการย่อยตัวอย่างด้วยกรดซัลฟุริคเข้มข้น กรดซาลิไซลิก และโซเดียมไธโอซัลเฟต โดยมี โพแทศเซียมซัลเฟต และคอปเปอร์ซัลเฟตเป็นสารเร่งปฏิกิริยา แล้วนำไปกลั่นด้วยด่าง โดยใช้กรดบอริกดักจับแอมโมเนีย วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดยการไตรเตรทสารละลายบอริกที่มีแอมโมเนียละลายอยู่ ด้วยสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน วิธีนี้ใช้เวลาระยะเวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างนาน และใช้กรดและด่างที่มีความเข้มข้นมาก ในขณะที่วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยหลักการเผา (Combustion Method) โดยการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิสูง เพื่อเปลี่ยนสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมดเป็นแก๊สไนโตรเจน และวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานไนโตรเจน ที่ใช้เวลา และสารเคมีน้อยกว่า งานวิจัยนี้จึงทำการเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ของทั้งสองวิธี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ และดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยเทคนิคคอมบัสชัน Combustion Method ซึ่งให้ค่าอยู่ในเกณฑ์การยอมรับ สามารถนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการได้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

Analyte of total nitrogen by kjeldahl method and combustion method

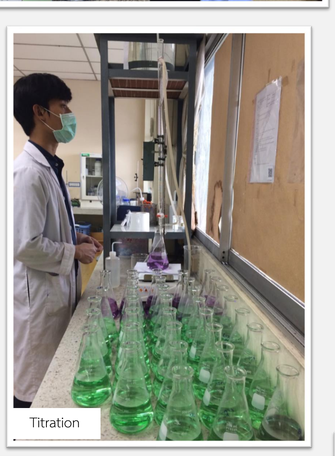


weighing



Digestion by kjeldahl

Compared the analysis results of Paired t-test statistics between Kjeldahl method and Combustion method

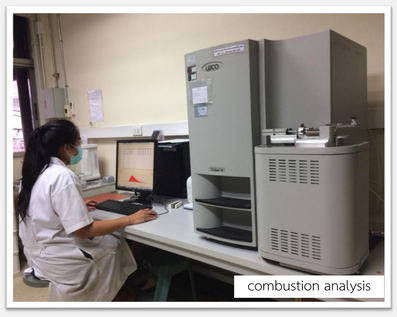


Titration



combustion analyzer

Method Validation on Analysis of Total Nitrogen in Fertilizer by Combustion Method



combustion analysis

ผลการทดลองและวิจารณ์

Table 1 Compared the analysis results of Paired t-test statistics between Kjeldahl method and Combustion method

Fertilizer type	mean		Paired t-test		Comparison results
	Kjeldahl method	Combustion method	t_{exp}	t_{crit}	
chemical fertilizers low concentration	8.36	8.32	1.90	2.09	ns
chemical fertilizers medium concentration	18.68	18.72	1.79	2.09	ns
chemical fertilizers high concentration	29.82	30.36	1.08	2.09	ns
organic fertilizers	1.29	2.05	1.62	2.05	ns
Note ns : non significant					

Table 2 LOD and LOQ values by analyzing samples of chemical fertilizers and organic fertilizers

	chemical fertilizers	organic fertilizers
Mean (n=10)	0.07	0.00
SD (n=10)	0.01	0.06
LOD (3S'0)	0.06	0.07
LOQ (10S'0)	0.24	0.20
HorRat	0.84	0.33
Note : Acceptable HorRat(r) values are < 1.3 , %Recovery values are 98-102 %		

Table 3 Total nitrogen in chemical fertilizers and organic fertilizers at high medium and low concentrations

	%TN					
	concentration of chemical fertilizers			concentration of organic fertilizers		
	low	medium	High	low	medium	High
mean	1.99	26.07	46.51	0.198	5.92	13.80
SD	0.06	0.26	0.08	0.00	0.07	0.06
%Recovery	99.5%	100.19	99.94	100.49	98.67	99.66
HorRat	0.84	0.41	0.08	0.33	0.37	0.15
Note : Acceptable HorRat(r) values are < 1.3 , %Recovery values are 98-102 %						

สรุปผลการทดลอง

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมีและปุ๋ย โดยดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ระหว่าง 2 วิธี คือ 1. โดยเจลดาห์ล (Kjeldahl Method) และ 2. วิธีการเผา (Combustion Method) เปรียบเทียบผลทางสถิติ Paired t-test พบว่า ผลวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของทั้ง 2 วิธี ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน และจากการหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 0.06 และ 0.07 และปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดปริมาณได้ โดยมีความแม่นและความเที่ยง เท่ากับ 0.24 และ 0.198 การพิสูจน์ความแม่น 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 98.67 และ 99.66 และค่า HorRat เท่ากับ 0.33 0.37 และ 0.15 ตามลำดับ ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ที่ได้มีค่าความแม่นและความเที่ยง ผ่านเกณฑ์การยอมรับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยวิธีเทคนิคคอมบัสชัน (Combustion Method) เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ ทำให้มั่นใจว่าวิธีที่ใช้อยู่มีความเหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ เป็นวิธีที่ช่วยลดขั้นตอน และระยะเวลาในการวิเคราะห์ อีกทั้งยังเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และมีความปลอดภัยต่อผู้วิเคราะห์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ราชกิจจานุเบกษา. 2559. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ.2559. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 2 ง 4 มกราคม 2560.

คณะกรรมการด้านวิชาการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2554. *แนวทางการจัดทำความสมเหตุสมผลของการวัด*. โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. 131 หน้า

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น*. ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

อุมาพร สุขม่วง และอารีย์ คชฤทธิ์. 2553. เอกสารประกอบการฝึกอบรม *หลักสูตร "ความใช้ได้ของวิธีทดสอบ"*. กรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ. 33 หน้า 547 หน้า

INAXES. 2017. *การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในอาหาร ด้วยเทคนิค Dumas Combustion* แหล่งข้อมูล: https://inaxes.wordpress.com/category/food-technology/, 1 เมษายน 2562

Eurachem. 2014. The Fitness for Purpose of Analytical Methods A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics. 2nd ed. 2014. ISBN 978-91-87461-59-0.From www.eurachem.org.

NATA Technical Note 17. 2018. General Accreditation Guidance - Validation and verification of quantitative and qualitative test methods.

Official Methods of Analysis of AOAC International. 2016. AOAC International Gaithersburg, MD, USA, Official Method 20th Ed. Official Method 920.03. pp. 15

พัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยโดยเทคนิคคอมบัสชัน

Development and Method Validation on Analysis of Total Nitrogen in Fertilizer by Combustion Method

อาธิยา ปุ่นประโคน ทองจันทร์ พิมพ์เพชร วรรณรัตน์ ชุติบุตร

Arthiya Punprakhon Thongchan Pimpet Wannarut Chutibut

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Development and method validation of total nitrogen in chemical and organic fertilizer operated by combustion method. Analysis of total nitrogen in chemical and organic fertilizer between Kjeldahl method and combustion method were compared. The results of two method compared by paired t-test, it was found that total nitrogen content of both methods is not different. The combustion method of total nitrogen in chemical and organic fertilizer were collected. The limit of detection of chemical and organic fertilizer were 0.02 and 0.06% and limit of quantification were 0.24 and 0.20%. The accuracy and precision of this method was assessed by recovery study and HorRat values. The percent recovery of low, medium and high concentrations in chemical fertilizer were 99.50, 100.19 and 99.94, respectively and HorRat were 0.84, 0.41 and 0.08, respectively. The percent recovery in organic fertilizer were 100.49, 98.67 and 99.66 respectively and HorRat were 0.33, 0.37 and 0.15, respectively. At a result, it was the performance characteristics of this method according to the criteria. This method could be used to analysis chemical and organic fertilizer for standard method in laboratory with accuracy and precision.

Keywords: Combustion method, Chemical fertilizer**,** Organic fertilizer

บทคัดย่อ

การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ และตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยเทคนิคคอมบัสชัน ดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ระหว่าง 2 วิธี คือ วิธีเจลดาห์ล และ วิธีการเผา เปรียบเทียบผลทางสถิติ Paired t-test พบว่า ผลวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของทั้ง 2 วิธี ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยยะ และจากการหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 0.06% และ 0.07% และปริมาณต่ำสุดที่สามารถรายงานผลได้ โดยมีความแม่นและความเที่ยง เท่ากับ 0.24% และ 0.20% การพิสูจน์ความแม่น และความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง ในปุ๋ยเคมี ได้ %Recovery เท่ากับ 99.5, 100.19 และ 99.94 ตามลำดับ และค่า HorRat เท่ากับ 0.84, 0.41 และ 0.08 ตามลำดับ ส่วนและปุ๋ยอินทรีย์ ได้ %Recovery 100.49, 98.67 และ 99.66 ตามลำดับ และค่า HorRat เท่ากับ 0.33 0.37 และ 0.15 ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ที่ได้มีค่าความแม่นและความเที่ยง ผ่านเกณฑ์การยอมรับ วิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยวิธีการเผา จึงสามารถใช้เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ ระยะเวลาในการวิเคราะห์สั้น ลดการเกิดของเสีย

คำสำคัญ: วิธีการเผา ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์

คำนำ

วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธี เคดาห์ล (Kjeldahl Method) ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. 2559 ใช้เทคนิคการย่อยตัวอย่างด้วยกรดซัลฟุริคเข้มข้น กรดซาลิไซลิก และโซเดียมไธโอซัลเฟต โดยมี โพแทศเซียมซัลเฟต และคอปเปร์ซัลเฟตเป็นสารเร่งปฏิกิริยา แล้วนำไปกลั่นด้วยด่าง โดยใช้กรดบอริกดักจับแอมโมเนีย วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนโดยการไตรเตรทสารละลายบอริกที่มีแอมโมเนียละลายอยู่ ด้วยสารละลายกรดเกลือมาตรฐาน วิธีนี้ใช้เวลาระยะเวลาในการวิเคราะห์ค่อนข้างนาน และใช้กรดและด่างที่มีความเข้มข้นมาก ในขณะที่ วิธีวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด โดยหลักการเผา (Combustion Method) โดยการเผาตัวอย่างที่อุณหภูมิสูง เพื่อเปลี่ยนสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมดเป็นแก๊สไนโตรเจน และวัดปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานไนโตรเจน ที่ใช้เวลา และสารเคมีน้อยกว่า งานวิจัยนี้จึงทำการเปรียบเทียบวิธีวิเคราะห์ของทั้งสองวิธี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยยะสำคัญ และดำเนินการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยเทคนิคคอมบัสชัน Combustion Method ซึ่งให้ค่าอยู่ในเกณฑ์การยอมรับสามารถนำไปใช้ในห้องปฏิบัติการได้

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. Macro Kjeldahl Digestion Apparatus and Distilling Apparatus
2. Combustion Instrument; model TruSpec N
3. เครื่องแก้วและวัสดุวิทยาศาสตร์ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์
4. สารมาตรฐาน
   - 4.1 Urea (CRM-BCR 179)
   - 4.2 Ammonium Dihydrogen Phosphate (SRM No.194 NIST)
   - 4.3 Calcium Ammonium Nitrate (CRM-BCR 178)
   - 4.4 CRM GBW07415a

วิธีการ

3. จัดเตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมี สำหรับวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด และวัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Material; CRM) ที่มีค่ารับรอง (Certified Value) และค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty)ระดับความเข้มข้น สูง กลาง ต่ำ
4. จัดเตรียมปุ๋ยสำหรับการวิเคราะห์ได้แก่ ปุ๋ยเคมีจำนวนไม่ต่ำกว่าความเข้มข้นละ 20 ตัวอย่าง และ ปุ๋ยอินทรีย์ จำนวน 30 ตัวอย่าง
5. วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ ตามวิธีประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ.2559 วิธี 1.05.01 ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl Method) และ วิธี 1.05.02 ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีการเผา (Combustion Method)
6. เปรียบเทียบผลวิเคราะห์ของทั้ง 2 เทคนิค โดยใช้สถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์
7. ศึกษาหาค่า Range and Linearity ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดโดยใช้ Combustion Method
   - 5.1 ชั่ง Sample Blank 0.05xx กรัม, เติม Sucrose 0.5 เท่า และเติม EDTA 7 ระดับปริมาณน้ำหนัก คือ 0.03xx, 0.06xx, 0.1xxx, 0.2xxx, 0.3xxx, 0.4xxx และ 0.5xxx กรัม
   - 5.2 นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Combustion
   - 5.3 นำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟปริมาณไนโตรเจนคำนวณ (Nmg.calc) กับปริมาณไนโตรเจนที่วัดได้ (Nmg.found)

5.4 พิจารณาช่วงที่เป็นเส้นตรง

5.5 ชั่ง Sample Blank 0.05xx กรัม, เติม Sucrose 0.5 เท่า และเติม EDTA 7 ระดับปริมาณน้ำหนัก คือ 0.03xx, 0.06xx, 0.1xxx, 0.15xx, 0.2xxx, 0.3xxx และ 0.4xxx กรัม ในช่วงความเข้มข้นที่เป็นเส้นตรง ตาม ข้อ 5.4

5.6 นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Combustion ปริมาณน้ำหนักละ 3 ซ้ำ

5.7 บันทึกผล สร้างกราฟระหว่างปริมาณไนโตรเจนคำนวณ (Nmg.calc) กับปริมาณไนโตรเจนที่วัดได้ (Nmg.found)

5.8 พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient : r) : r ≥ 0.995)

8. การศึกษาหาค่า Limit of Detection (LOD)

6.1 ชั่ง Sample Blank 0.1xxx กรัมและเติม Sucrose 0.5 เท่า นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Combustion

6.2 บันทึกข้อมูล และคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

6.3 คำนวณค่า LOD และ LOQ ตามสูตร(EURACHEM, 2014)

LOD = $3S'_0$

LOQ = $10S'_0$

โดยที่ $S'_0 = \frac{S_0}{\sqrt{n}}$

S'_0 หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการคำนวณ LOD และ LOQ

S_0 หมายถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทำซ้ำของ Sample blank

n หมายถึง จำนวนซ้ำของตัวอย่างทดสอบ

6.4 ดำเนินการพิสูจน์ Accuracy และ Precision ของ LOQ โดยการเตรียมสารละลายมาตรฐาน ให้มีความเข้มข้นเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ LOQ จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในสารละลายมาตรฐานดังกล่าว จำนวน 10 ซ้ำ คำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และประเมิน Accuracy โดยคำนวณ % Recovery (เกณฑ์การยอมรับ 95-105 %: AOAC, 2016) และ Precision โดยประเมินค่า HorRat (เกณฑ์การยอมรับ HorRat < 1.3: AOAC, 2016)

9. พิสูจน์ความแม่น (Accuracy) ความเที่ยง (Precision) โดยใช้วัสดุอ้างอิงรับรอง (Certified Reference Material; CRM) ที่ระดับความเข้มข้น สูง กลาง ต่ำ วิเคราะห์ความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ นำผลการวิเคราะห์มาคำนวณทางสถิติ โดยใช้เกณฑ์กำหนดตามที่มาตรฐาน AOAC Official Methods of Analysis (2016)

10.สรุปและรายงานผลการทดลอง พร้อมวิเคราะห์ความคุ้มค่า โดยเปรียบเทียบต้นทุนการวิเคราะห์ ระยะเวลาการวิเคราะห์ ขั้นตอนการวิเคราะห์ที่เปลี่ยนแปลง และความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) ในปุ๋ยเคมีที่วิเคราะห์ด้วยวิธี Combustion และวิธี Kjeldahl

ระยะเวลาทำการทดลอง เริ่มต้น ตุลาคม 2558 สิ้นสุด กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างปุ๋ยเคมี ที่ความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง ความเข้มข้นละ 20 ตัวอย่างๆละ 3 ซ้ำ และปุ๋ยอินทรีย์ 30 ตัวอย่างๆ ละ 3 ซ้ำ เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติ Pair t-test พบว่าการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ของทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน (Table 1) แสดงว่าวิธี Combustion สามารถนำมาพัฒนาวิธีวิเคราะห์ หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในตัวอย่างปุ๋ยเคมี และปุ๋ยอินทรีย์ได้

Table 1 Comparison of the analysis results of Paired t-test statistics between Kjeldahl method and Combustion method

Fertilizer type	Mean		Paired t-test		Comparison results
	Kjeldahl method	Combustion method	t_{exp}	t_{crit}	
chemical fertilizers low concentration	8.36	8.32	1.90	2.09	ns
chemical fertilizers medium concentration	18.68	18.72	1.79	2.09	ns
chemical fertilizers high concentration	29.82	30.36	1.08	2.09	ns
organic fertilizers	1.29	2.05	1.62	2.05	ns

Note ns : non significant

การหาค่า Range and Linearity ของปุ๋ยเคมี โดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่วัดได้ (แกน y) กับปริมาณไนโตรเจนจากการคำนวณ (แกน X) หาช่วงความเป็นเส้นตรง เลือกใช้ช่วง 3-38 มิลลิกรัมไนโตรเจน นำมาหาค่า Linearity ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.999995 ซึ่งผ่านเกณฑ์การยอมรับ และการหาค่า Range and Linearity ของปุ๋ยอินทรีย์ โดยสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนที่วัดได้ (แกน y) กับปริมาณไนโตรเจนจากการคำนวณ (แกน X) หาช่วงความเป็นเส้นตรง เลือกใช้ช่วง 3-29 มิลลิกรัมไนโตรเจน นำมาหาค่า Linearity ได้ค่า Correlation coefficient (r) เท่ากับ 0.99998 ซึ่งผ่านเกณฑ์การยอมรับ

การหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้ (LOD) และปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์และรายงานผลได้ (LOQ)

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างปุ๋ยเคมี และ ปุ๋ยอินทรีย์ ชั่ง Sample blank (Dolomite) 0.1xxx กรัมและเติม Sucrose 0.5 เท่า นำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Combustion จำนวน 10 ซ้ำ คำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Table 2)

Table 2 LOD and LOQ values by analyzing samples of chemical fertilizers and organic fertilizers

	Chemical fertilizers	Organic fertilizers
Mean (n=10)	0.07	0.00
SD (n=10)	0.01	0.06
LOD (3S'0)	0.06	0.07
LOQ (10S'0)	0.24	0.20
HorRat	0.84	0.33

การศึกษา Accuracy และ Precision ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมี ที่ระดับความเข้มข้นสูง กลาง ต่ำผลการวิเคราะห์ CRM ที่ระดับความเข้มข้นสูง (CRM-BCR 179) ที่ระดับความเข้มข้นกลาง (CRM-BCR 178) และที่ระดับความเข้มข้นต่ำ (SRM No.194 NIST) เตรียมเป็นสารละลายที่ความเข้มข้น (2.00 %N) และเติม Sucrose 0.5 เท่า (Table 3)

Table 3 Total nitrogen in chemical fertilizers at high medium and low concentrations

	%TN		
	low concentration	medium concentration	High concentration
mean	1.99	26.07	46.51
SD	0.06	0.26	0.08
%Recovery	99.5%	100.19	99.94
HorRat	0.84	0.41	0.08

การศึกษา Accuracy และ Precision ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยอินทรีย์ และการศึกษาหาค่า Accuracy ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดของตัวอย่างปุ๋ย ที่ระดับความเข้มข้นสูง กลาง ต่ำ ผลการวิเคราะห์ CRM ที่ระดับความเข้มข้นสูง (CRM-BCR 179) ที่ระดับความเข้มข้นกลาง (SRM No.194 NIST) ที่ความเข้มข้นต่ำ CRM GBW07415a เตรียมที่ความเข้มข้นเท่ากับ 0.197%TN และเติม Sucrose 0.5 เท่า (Table 4)

Table 4 Total nitrogen in organic fertilizers at high medium and low concentrations

	%TN		
	low concentration	**medium concentration**	**High concentration**
mean	0.198	5.92	13.80
SD	0.00	0.07	0.06
%Recovery	100.49	98.67	99.66
HorRat	0.33	0.37	0.15

สรุปผลการทดลอง

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมีและปุ๋ย โดยดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ ระหว่าง 2 วิธี คือ วิธีที่ 1 โดยเจลดาห์ล (Kjeldahl Method) และ วิธีการเผา (Combustion Method) เปรียบเทียบผลทางสถิติ Paired t-test พบว่า ผลวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของทั้ง 2 วิธีในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ไม่แตกต่างกัน และจากการหาปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ ในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์เท่ากับ 0.02 และ 0.06 และปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดปริมาณได้ โดยมีความแม่นและความเที่ยง เท่ากับ 0.24 และ 0.20 การพิสูจน์ความแม่น และความเที่ยงของวิธีวิเคราะห์ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ กลาง สูง ในปุ๋ยเคมี ได้ %Recovery เท่ากับ 99.50, 100.19 และ 99.94 และค่า HorRat เท่ากับ 0.84, 0.41 และ 0.08 และปุ๋ยอินทรีย์ ได้ %Recovery 100.49, 98.67 และ 99.66 และค่า HorRat เท่ากับ 0.33, 0.37 และ 0.15 ตามลำดับ ตามลำดับ ซึ่งผลวิเคราะห์ที่ได้มีค่าความแม่นและความเที่ยง ผ่านเกณฑ์การยอมรับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีวิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ โดยวิธีเทคนิคคอมบัสชัน (Combustion Method) เป็นวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ ที่มีความถูกต้อง แม่นยำ และเหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ ทำให้มั่นใจว่าวิธีที่ใช้อยู่มีความเหมาะสมกับการใช้งานตามวัตถุประสงค์ เป็นวิธีที่ช่วยลดขั้นตอนและระยะเวลาในการวิเคราะห์ อีกทั้งยังเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และมีความปลอดภัยต่อผู้วิเคราะห์มากขึ้น

ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

ห้องปฏิบัติการสามารถใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในปุ๋ย ซึ่งมีความรวดเร็วและปลอดภัยต่อผู้วิเคราะห์มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ราชกิจจานุเบกษา. 2559. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ *เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ. **2559***. เล่ม 134 ตอนพิเศษ 2 ง 4 มกราคม 2560.

คณะกรรมการด้านวิชาการของกรมวิทยาศาสตร์บริการ. 2554. *แนวทางการจัดทำความสมเหตุสมผลของการวัด*. โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ. กรุงเทพฯ. 131 หน้า

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2548. *ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.* ครั้งที่ 10. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

อุมาพร สุขม่วง และอารีย์ คชฤทธิ์. 2553. เอกสารประกอบการฝึกอบรม *หลักสูตร "ความใช้ได้ของวิธีทดสอบ".* กรมวิทยาศาสตร์บริการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ. 33 หน้า 547 หน้า

INAXES. 2017. *การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในอาหาร ด้วยเทคนิค Dumas Combustion* แหล่งข้อมูล: https://inaxes.wordpress.com/category/food-technology/ (1 เมษายน 2562)

Official Methods of Analysis of AOAC International. 2016. AOAC International Gaithersburg, MD, USA, Official Method 20 th Ed. Official Method 920.03. pp. 15

Eurachem. 2014. The Fitness for Purpose of Analytical Methods A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics. 2nd ed. 2014. ISBN 978-91-87461-59-0.From www.eurachem.org.

NATA Technical Note 17. 2018. General Accreditation Guidance - Validation and verification of quantitative and qualitative test methods.

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 ต่อการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันในจังหวัดยโสธร

Physiological Responses of Oil Palm Variety Suratthani 8 to Fertilizers Management in Yasothon Province

อรัญญ์ ขันติยวิชย์ วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน ประภาส แยบยน อุชฎา สุขจันทร์

ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันของ*ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8* อายุ 18 เดือนหลังย้ายปลูก ดำเนินงาน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร ระหว่างเดือนมกราคม –กันยายน 2560 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ให้ปุ๋ย 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร กรรมวิธีที่ 2 ให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ กรรมวิธีที่ 3 ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และสุดท้ายกรรมวิธีที่ 4 ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ ผลการทดลอง พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำที่สุด คือ -1.44 เมกะปาสคาล ซึ่งเป็นการสูญเสียน้ำสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อน ในทางตรงกันข้าม พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ สามารถการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาได้ดีที่สุด โดยมีความเข้มของสีใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงสุด เท่ากับ 66.4 0.605 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร และ 0.969 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวันได้ดีที่สุด ซึ่ง มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเท่ากับ 10.63 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ปริมาณแสง เท่ากับ 556 มิลลิโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 24 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63.7 เปอร์เซ็นต์ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ เท่ากับ 0.96 กิโลปาสคาล

คำนำ

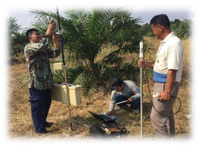
ปาล์มน้ำมัน (Elaeis guineensis Jacq.) เป็นพืชที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากมีปริมาณน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงสุด เมื่อเทียบกับพืชน้ำมันด้วยกัน และปาล์มน้ำมันยังมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี ทำให้ต้องการน้ำและธาตุอาหารในปริมาณสูง จากการสำรวจพบว่า ผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีคิดเป็น 35-60 % ของต้นทุน และเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการธาตุอาหาร เป็นเหตุให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่ำกว่าศักยภาพ (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548) แต่ในขณะเดียวกัน จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร พบว่าปี พ.ศ. 2556 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นถึง 112,796 ไร่ ซึ่งการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มขยายไปในพื้นที่ที่มีการขาดน้ำมากขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาในของปาล์มน้ำมัน เพื่อลดผลกระทบและความเสียหายที่อาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันต่อการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกัน เพื่อให้เข้าใจถึงปัจจัยของสภาพแวดล้อมและการจัดการปุ๋ยที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แสงสุทธิ การคายน้ำ และค่านำไหลปากใบ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างอาหารและพลังงานแก่ปาล์มน้ำมัน

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) พันธุ์ปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 8 2) ปุ๋ยเคมี 3) เครื่องวัดศักย์ของน้ำในพืช 4) เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด 5) เครื่อง Chlorophyll meter 6) เครื่องวัดปริมาณสารด้วยคลื่นแสง (Spectrophotometer) 7) น้ำยาเคลือบเล็บและกล้องจุลทรรศน์ 8) อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับเก็บตัวอย่างพืช และตัวอย่างดิน และ 9) อุปกรณ์จ่ายปุ๋ยในระบบน้ำและระบบให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์






วิธีการ

วางแผนการทดลอง RCB มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ซึ่งมีการจัดการปุ๋ยที่ต่างกัน คือ

กรรมวิธีที่ 1 ให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 2 ให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ

กรรมวิธีที่ 3 ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 4 ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ

เมื่อปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 อายุ 18 เดือน ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน ได้แก่ ศักย์ของน้ำในใบ วัดโดยใช้เครื่อง Pressure chamber บันทึกข้อมูลในรอบวัน โดยทำการวัด 2 ครั้งต่อปี ส่วนดัชนีทางสรีรวิทยา จำนวนและการจัดเรียงของปากใบพืช ดัชนีความเข้มของสีใบ และหาปริมาณคลอโรฟิลล์ การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อสภาพแวดล้อม เช่น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ค่านำไหลปากใบ ค่าการคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ปริมาณแสง ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ และสุดท้ายหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวัน






ระยะเวลาดำเนินการ

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2559 และสิ้นสุด กันยายน 2560

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร อำเภอมหาชนะชัย จังหวัดยโสธร

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ศักย์ของน้ำในใบ มีค่าสูงช่วงเช้าและเริ่มลดลงเมื่ออัตราการคายน้ำเพิ่มขึ้น และต่ำที่สุดในช่วงเวลา 12.00-14.00 น. ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำที่สุด คือ -1.44 เมกะปาสคาล ซึ่งการสูญเสียน้ำสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อน เช่นเดียวกันงานทดลองของ วิชณีย์ และคณะ (2553) พบว่า การทดลองในช่วงฤดูร้อนจะแสดงให้เห็นความเครียดของปาล์มน้ำมันจากขาดน้ำแตกต่างกัน โดยค่าศักย์ของน้ำในใบเมื่อได้รับความเครียดจากการขาดน้ำรุนแรงจะมีค่าอยู่ระหว่าง ลบ 0.55 – ลบ 0.72 เมกะปาสคาล ซึ่งข้อมูลทางสรีรวิทยานี้ก็ถูกนำไปใช้ประเมินเพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง (Figure 1)

2.การปรับตัวทางด้านสรีรวิทยา จำนวนปากใบ ในกรรมวิธีที่มีการมีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 186 ปากใบต่อตารางเซนติเมตร (Table 1) และเมื่อดูปากใบผ่านกล้องจุลทรรศน์ ยังพบว่า การจัดเรียงตัวของปากใบอย่างชิดกันเป็นจำนวนมาก (Figure 2) ในทางตรงกันข้าม ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ สามารถการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาได้ดีที่สุด โดยมีความเข้มของสีใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงสุด เท่ากับ 66.4 0.605 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร และ 0.969 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ (Table 1) สอดคล้องจากรายงานของ วิชณีย์ และคณะ (2554) พบว่า โดยให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ทำให้ความเข้มสีของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีสูงที่สุด ส่งผลต่อประสิทธิภาพของแหล่งสร้างพลังงานให้แก่ปาล์มน้ำมัน

3.ลักษณะการตอบสนองทางสรีรวิทยา ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการปุ๋ยต่างๆนั้นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในตอนเช้าช่วงเวลา 07.00 – 09.00 น. โดยมีปริมาณแสงไม่เกิน 2,000 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 60 – 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิอากาศนั้น อยู่ระหว่าง 20 – 30 องศาเซลเซียส และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศไม่เกิน 2 กิโลปาสคาล (Figure 3)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวัน . พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวันได้ดีที่สุด ซึ่ง มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเท่ากับ 10.63 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ปริมาณแสง 556 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 24 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63.7 เปอร์เซ็นต์ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 0.96 กิโลปาสคาล (Figure 4)

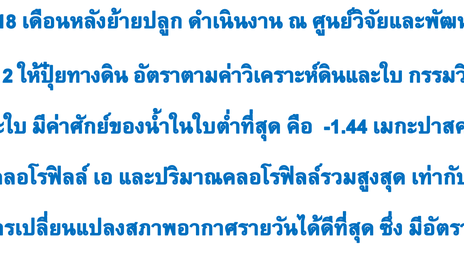
Table 1 Number of Stomata, SPAD UNIT, Chlorophyll a, b and Total Chlorophyll of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in Yasothon Province (May, 2017)

Physiological Index	Fertilizers management			
	T1	T2	T3	T4
No.of stomata (no.cm^{-2})	170±5.50	186±14.10	177±11.30	164±7.87
SPAD UNIT	64.8±5.95	64±10.50	57.6±6.38	66.4±4.07
Chlorophyll a (mg m^{-2})	0.563±0.06	0.471±0.24	0.581±0.07	0.605±0.06
Chlorophyll b (mg m^{-2})	0.380±0.21	0.262±0.10	0.341±0.16	0.363±0.12
Total Chlorophyll (mg m^{-2})	0.943±0.23	0.724±0.32	0.923±0.22	0.969±0.17



(a) (b)

Figure 1 Leaf water potential (MPa) of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in dry season (January, 2017); (a) and rainy season (May, 2017); (b)



(T1) (T3) (T2) (T4)

Figure 2 Alignment and number of Stomata of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in Yasothon Province (January, 2017)

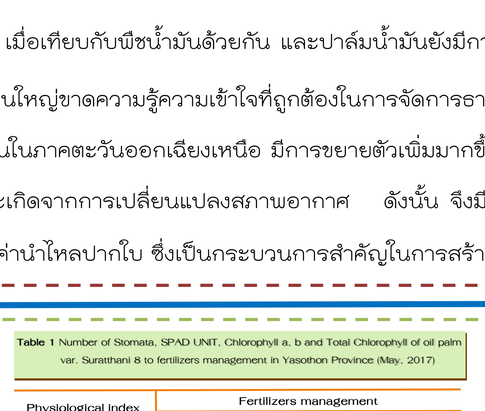


Figure 4 Relation photosynthetic rate and photosynthetically photon flux density (a), photosynthetic rate and Relative Humidity (b), photosynthetic rate and Air Temperature (c) and photosynthetic rate and Vapor pressure deficit; (d) of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in Yasothon Province (January, 2017)

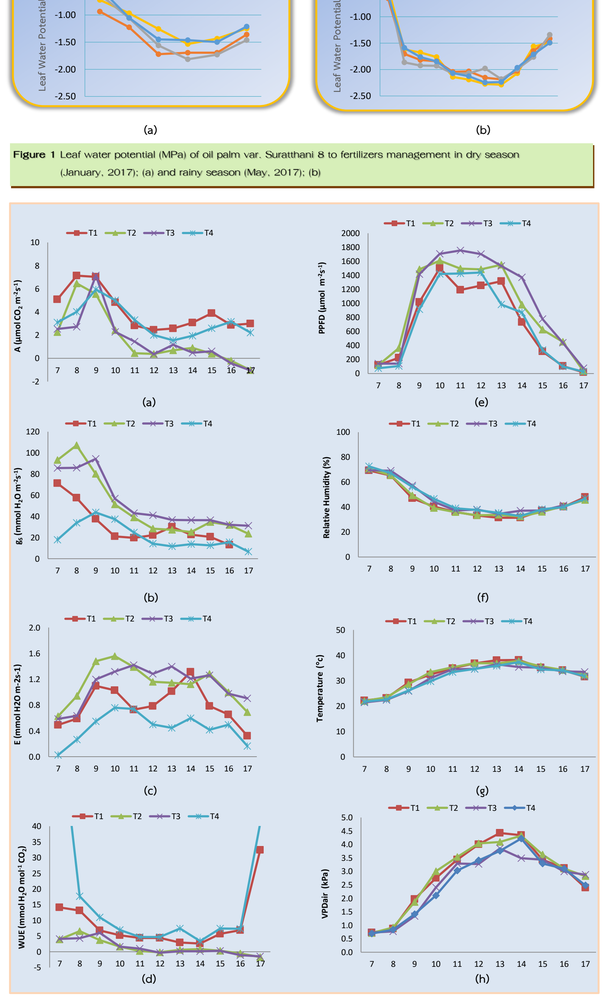


Figure 3 photosynthetic rate (a) stomatal conductance (b) transpiration rate (c) water use efficiency (d) and diurnal climate changes (photosynthetically photon flux density, relative Humidity, air Temperature, vapor pressure deficit) (e-h) of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in Yasothon Province (January, 2017)

สรุปผลการทดลอง

ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 ที่มีการให้ปุ๋ยทางดินอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีการสูญเสียน้ำสูงสุดเนื่องจากศักย์ของน้ำในใบต่ำที่สุดในช่วงฤดูร้อน ในขณะเดียวกันปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำอัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ สามารถการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาได้ดีที่สุด โดยมีความเข้มของสีใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงสุด อย่างไรก็ตาม ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวันได้ดีที่สุด ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการปุ๋ยต่างๆนั้น มีการตอบสนองทางสรีรวิทยากับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวันในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในตอนเช้าช่วงเวลา 07.00 – 09.00 น. โดยมีปริมาณแสงไม่เกิน 2,000 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 60 – 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิอากาศนั้น อยู่ระหว่าง 20 – 30 องศาเซลเซียส และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศไม่เกิน 2 กิโลปาสคาล

เอกสารอ้างอิง

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, สุจิตรา พรหมเชื้อ เพ็ญศิริ จำรัสฉาย เกริกชัย ธนรักษ์ และวราวุธ ชูธรรมธัช. 2553.ศึกษาศรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรเพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง. ใน เอกสารรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549–2553. หน้า 177 - 186.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, สุจิตรา พรหมเชื้อ สุวกิตติ์ ศรีบุตร เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และวราวุธ ชูธรรมธัช. 2554.การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน. ใน เอกสารประชุมวิชาการพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2554 : ยุทธศาสตร์งานพืชไร่: การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ วันที่ 29 – 31 มีนาคม 2554. หน้า 254 - 256.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมัน. เอกสารวิชาการลำดับที่ 6/2548 คู่มือปาล์มน้ำมัน ชุดที่ 1 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด 34 หน้า ISBN : 974-436-433-5.

การตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 ต่อการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันในจังหวัดยโสธร

Physiological Responses of Oil Palm Variety Suratthani 8 to Fertilizers Management in Yasothon Province

อรัญญ์ ขันติยวิชย์[1/] *วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน*[๒/] *ประภาส แยบยน*[๓/] *อุชฎา สุขจันทร์*[1/]

ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The purpose to study the physiological response of Oil Palm Variety Suratthani 8 to Fertilizers Management in Yasothon Province, was undertaken at Yasothon Agricultural Research and Development Center, Amphur Mahachanachai, Yasothon Province. The period of trial operation is October 2016 to September 2017. The experiment was set up in a Randomized Complete Block Design with five replications, four treatments in this study were as the following: (T1) with irrigation and fertilized with the Department of Agriculture (DOA) recommended rate. (T2) with irrigation and fertilized with according to the soil and leaf analysis recommended rate. (T3) with irrigation and fertigation with of the Department of Agriculture (DOA) recommended rate, and finally (T4) with irrigation and fertigation with of according to the soil and leaf analysis recommended rate. The results showed that oil palm plantation with irrigation and fertilized with according to the soil and leaf analysis recommended rate water potential lowest about -1.44 MPa which was to maximum water loss in the summer. In contrast, found that the oil palm plantation that was with irrigation and fertigation with of according to the soil and leaf analysis recommended rate able to adjust physiological aspects best with the SPAD Unit The highest chlorophyll B and chlorophyll total content was 66.4 0.605 mg m^{-2} and 0.969 mg m^{-2}, respectively. However, the oil palm plantation with irrigation and fertilized with according to the soil and leaf analysis recommended rate there was the best correlation between photosynthesis rate and daily climate change, which has the highest net photosynthesis rate about 10.63 µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ at the photosynthetically photon flux density about 556 mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$ at the air temperature was 24 degrees Celsius, relative humidity was 63.7 percent and the vapor pressure deficit about 0.96 kPa.

Keywords: Oil palm, Physiological, Fertilizers management, Yasothon Province

---

[1/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

[๒/]ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สถาบันวิจัยพืชไร่ และพืชทดแทนพลังงาน

[๓/]ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ ๔

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกันของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 อายุ 18 เดือนหลังย้ายปลูก ดำเนินงาน ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร ระหว่าง มกราคม – กันยายน 2560 วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block ให้ปุ๋ย 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ได้แก่ กรรมวิธีที่ 1 ให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร กรรมวิธีที่ 2 ให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ กรรมวิธีที่ 3 ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และสุดท้ายกรรมวิธีที่ 4 ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ ผลการทดลอง พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีค่าศักย์ของน้ำในใบต่ำที่สุด คือ -1.44 เมกะปาสคาล ซึ่งการสูญเสียน้ำสูงที่สุดในช่วงฤดูร้อน ในทางตรงกันข้าม พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ สามารถการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาได้ดีที่สุด โดยมีความเข้มของสีใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงสุด เท่ากับ 66.4 0.605 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร และ 0.969 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวันได้ดีที่สุด ซึ่ง มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเท่ากับ 10.63 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ปริมาณแสง เท่ากับ 556 มิลลิโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 24 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63.7 เปอร์เซ็นต์ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ เท่ากับ 0.96 กิโลปาสคาล

คำสำคัญ : ปาล์มน้ำมัน สรีรวิทยา การจัดการปุ๋ย ยโสธร

คำนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชที่มีศักยภาพสูง เนื่องจากมีปริมาณน้ำมันต่อหน่วยพื้นที่สูงสุดเมื่อเทียบกับพืชน้ำมันด้วยกัน และปาล์มน้ำมันยังมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี ทำให้ต้องการน้ำและธาตุอาหารในปริมาณสูง ส่วนหนึ่งก็มีการสูญเสียธาตุอาหารไปกับผลผลิตในปริมาณมาก จากการสำรวจพบว่า ผู้ปลูกปาล์มน้ำมันมีค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีคิดเป็น 35-60 % ของต้นทุน (ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548) และเกษตรกรส่วนใหญ่ขาดความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในการจัดการธาตุอาหาร เป็นเหตุให้ผลผลิตปาล์มน้ำมันต่ำกว่าศักยภาพ ดังนั้น การจัดการธาตุอาหารโดยใช้เกณฑ์ความต้องการธาตุอาหารพืชจากระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินและใบพืช จะทำให้คาดการณ์หรือประเมินความต้องการได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตปาล์มน้ำมันได้โดยตรง จากรายงานของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2557) พบว่าปี พ.ศ. 2556 พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นถึง 112,796 ไร่ ซึ่งการขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันมีแนวโน้มขยายไปในพื้นที่ที่มีการขาดน้ำมากขึ้น

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา การผลิตปาล์มน้ำมันในประเทศไทยได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเป็นอย่างมาก เช่น ภาวะฝนทิ้งช่วงและปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าปกติ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ การเลื่อนฤดูกาล เป็นต้น ส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาในพืช ทำให้การเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของปาล์มน้ำมันลดลงอย่างต่อเนื่องในหลายปี (พ.ศ. 2556 – 2558) โดยบ้างปีผลผลิตลดลงถึง 30 เปอร์เซ็นต์โดยผลกระทบจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ขึ้นกับความเครียดจากสภาพแวดล้อมที่ได้รับ โดยการผลิตปาล์มน้ำมันในปัจจุบัน จึงต้องเตรียมความพร้อมและมีการจัดการการผลิตให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เพื่อลดผลกระทบและความเสียหายที่อาจจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันต่อการจัดการปุ๋ยที่แตกต่างกัน เพื่อให้เข้าใจถึงปัจจัยของสภาพแวดล้อมและการจัดการปุ๋ยที่มีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แสงสุทธิ การคายน้ำ และค่านำไหลปากใบ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการสร้างอาหารและพลังงานแก่ปาล์มน้ำมัน

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1) พันธุ์ปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี 8 2) ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (0-46-0) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (0-0-60) 3) เครื่องวัดศักย์ของน้ำในพืช Pressure chamber ของ Soil Moisture Equipment ประเทศสหรัฐอเมริกา 4) เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด (LI-COR 6400 Portable Photosynthesis system ของ บริษัท LiCor, Lincoln, Nebraska, ประเทศสหรัฐอเมริกา) 5) เครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 บริษัท Minolta Camera ประเทศญี่ปุ่น 6) เครื่องวัดปริมาณสารด้วยคลื่นแสง (Spectrophotometer) 7) น้ำยาเคลือบเล็บและกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40 เท่า 8) อุปกรณ์ต่าง ๆ สำหรับเก็บตัวอย่างพืช และตัวอย่างดิน และ 9) อุปกรณ์จ่ายปุ๋ยในระบบน้ำและระบบให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์

วิธีการ

ศึกษาการตอบสนองทางสรีวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 อายุ 18 เดือน ที่ปลูกทดสอบในแปลง ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร อ.มหาชนะชัย จ.ยโสธร พื้นที่ 31 ไร่ ปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า 9x9x9 เมตร แปลงมีให้น้ำด้วยระบบมินิสปริงเกอร์ วางแผนการทดลอง RCB มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ซึ่งมีการจัดการปุ๋ยที่ต่างกัน คือ

กรรมวิธีที่ 1 ให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 2 ให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ

กรรมวิธีที่ 3 ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร

กรรมวิธีที่ 4 ให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ

เมื่อปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 อายุ 18 เดือน ศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน ได้แก่

1. ศักย์ของน้ำในใบ วัดโดยใช้เครื่อง Pressure chamber ของ Soil moisture บันทึกข้อมูลในรอบวันเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงและใช้ใบย่อยทางใบที่ 9 ที่ใช้วัดอัตราการสังเคราะห์แสง โดยทำการวัด 2 ครั้งต่อปี ในช่วงฤดูร้อน (มกราคม 2560) และฤดูฝน (พฤษภาคม 2560)

2. ดัชนีทางสรีรวิทยา จำนวนและการจัดเรียงของปากใบพืช เก็บตัวอย่างโดยใช้น้ำยาเคลือบเล็บป้ายด้านล่างทางใบปาล์มที่เป็นตัวแทน พักให้น้ำยาแห้งปิดสก็อตเทปบนตำแหน่งที่ป้ายน้ำยาไว้และลอกออก นำมาปิดบนแผ่นสไลด์ให้เรียบสนิทไม่มีฟองอากาศ นำไปนับจำนวนปากใบและดูการจัดเรียงปากใบด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 40 เท่า ส่วนดัชนีความเข้มของสีใบ วัดโดยใช้เครื่อง Chlorophyll meter รุ่น SPAD-502 บริษัท Minolta Camera ประเทศญี่ปุ่น และหาปริมาณคลอโรฟิลล์นั้น นำตัวอย่างใบย่อย (บริเวณสะดือใบ) ของทางใบที่ 9 ทางใบละ 6 ใบย่อย และตัดใบขนาดพื้นที่ 2 ตารางเซนติเมตร จำนวน 10 ตัวอย่างต่อใบย่อย ใช้เป็นตัวแทนจำนวน 5 ต้นต่อกรรมวิธี นำตัวอย่างใบไปแช่สารเคมี DMF เพื่อสกัดคลอโรฟิลล์นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำสารที่ได้ไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 และ 664 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และคลอโรฟิลล์รวมโดยใช้สมการ

คลอโรฟิลล์ เอ = ((12.6 x ค่า absorbance $_{664}$) – (2.99 x ค่า absorbance $_{647}$)) x 0.02

คลอโรฟิลล์ บี = ((23.26 x ค่า absorbance $_{647}$) – (5.60 x ค่า absorbance $_{664}$)) x 0.02

คลอโรฟิลล์รวม = ((20.27 x ค่า absorbance $_{647}$) + (7.04 x ค่า absorbance $_{664}$)) x 0.02

3. การตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อสภาพแวดล้อม เช่น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ค่านำไหลปากใบ ค่าการคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ปริมาณแสง ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ และจากข้อมูลที่ได้นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวัน ได้แก่ ปริมาณแสง ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ เป็นต้น การวัดการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวนี้สามารถใช้เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด (Photosynthesis ของ LI-COR 6400) วัดใบย่อยทางใบที่ 9 กรรมวิธีละ 5 ต้น บันทึกข้อมูลในรอบวันเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง ใช้โดยทำการวัดในช่วงฤดูร้อนของรอบปี (มกราคม 2560)

ระยะเวลาดำเนินการ

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2559 และสิ้นสุด กันยายน 2560

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรยโสธร อำเภอมหาชนะชัย จังหวัดยโสธร
ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี อำเภอกาญจนดิษฐ์ จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 8 อายุ 18 เดือน ที่มีการจัดการปุ๋ยแตกต่างกันทั้ง 4 กรรมวิธี ในสภาพพื้นที่ปลูกเป็นดินทราย การเจริญเติบโตของต้นปาล์มน้ำมันค่อนข้างแตกต่างกัน ดังนั้นในการคัดเลือกต้นปาล์มน้ำมันที่เป็นตัวแทนในการศึกษาการปรับตัวและกระบวนการทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมัน พบว่า

1. ศักย์ของน้ำในใบ มีค่าสูงช่วงเช้าและเริ่มลดลงเมื่ออัตราการคายน้ำเพิ่มขึ้น และต่ำที่สุดในช่วงเวลา 12.00-14.00 น. จากนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากอัตราการคายน้ำลดลง (Figure 1) ในช่วงฤดูร้อน ค่าเฉลี่ยศักย์ของน้ำในใบของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการปุ๋ยต่างกัน ได้แก่ มีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และสุดท้ายให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีค่าเฉลี่ย -1.20 -1.44 -1.38 และ -1.20 เมกะปาสคาล ตามลำดับ แสดงว่าปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบมีการสูญเสียน้ำสูงสุดเนื่องจากศักย์ของน้ำในใบต่ำที่สุดในช่วงฤดูร้อน เท่ากับ -1.44 เมกะปาสคาล (Figure 1a) ส่วนในช่วงฤดูฝนนั้น ค่าเฉลี่ยศักย์ของน้ำในใบของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการปุ๋ยต่างกัน มีค่าเฉลี่ย -1.77 -1.59 -1.79 และ -1.79 เมกะปาสคาล ตามลำดับ แสดงว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบมีการสูญเสียน้ำสูงสุดเนื่องจากศักย์ของน้ำในใบต่ำที่สุดในช่วงฤดูฝน มีค่าเท่ากัน คือ -1.79 เมกะปาสคาล (Figure 1b)

จากกราฟแสดงศักย์ของน้ำในใบ ซึ่งข้อมูลนี้ในฤดูร้อนจะแสดงข้อมูลได้ชัดเจนกว่าข้อมูลในฤดูฝน เช่นเดียวกันงานทดลองของ วิชณีย์ และคณะ (2553) ได้ทำศึกษาสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มนำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรเพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง พบว่า การทดลองในช่วงฤดูร้อนจะแสดงให้เห็นความเครียดของปาล์มน้ำมันจากขาดน้ำแตกต่างกัน โดยค่าศักย์ของน้ำในใบเมื่อได้รับความเครียดจากการขาดน้ำรุนแรงจะมีค่าอยู่ระหว่าง ลบ 0.55 – ลบ 0.72 เมกะปาสคาส ซึ่งข้อมูลทางสรีรวิทยานี้ก็ถูกนำไปใช้ประเมินเพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง

2. การปรับตัวทางด้านสรีรวิทยา ปริมาณปากใบ ความเข้มของสีใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์ของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการปุ๋ยต่างกัน ได้แก่ มีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และสุดท้ายให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ พบว่า จำนวนปากใบ ในกรรมวิธีที่มีการมีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 186 ปากใบต่อตารางเซนติเมตร (Table 1) และสืบเนื่องจากจำนวนปากใบสูงสุดนั้น เมื่อดูการจัดเรียงตัวของปากใบผ่านกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 40 เท่า ยังพบว่า การจัดเรียงตัวของปากใบมีการเรียงตัวกันอย่างชิดกัน โดยมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่นๆที่มีจำนวนปากใบน้อยกว่า (Figure 2) ส่วนความเข้มของสีใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมนั้น ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีค่าสูงสุด เท่ากับ 66.4 0.605 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร และ 0.969 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร ตามลำดับ ส่วนสุดท้าย คือ ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ปาล์มน้ำมันมีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร จะมีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.380 มิลลิกรัมต่อตารางเมตร (Table 1) การให้ปุ๋ยการให้น้ำมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยา จากรายงานของ วิชณีย์ และคณะ (2554) ได้ทำการศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน พบว่า โดยให้น้ำ 1.2 เท่าของค่าระเหยน้ำ ทำให้ความเข้มสีของใบ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมมีสูงที่สุด ซึ่งข้อมูลนี้ก็จะช่วยส่งผลต่อประสิทธิภาพของแหล่งสร้างพลังงานให้แก่ปาล์มน้ำมันด้วย

3. ลักษณะการตอบสนองทางสรีรวิทยา อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ ค่านำไหลปากใบ อัตราการคายน้ำ ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ปริมาณแสง ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ ของปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการปุ๋ยต่างกัน ได้แก่ มีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และสุดท้ายให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ พบว่า ปาล์มน้ำมันมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในตอนเช้า ช่วงเวลา 07.00 – 09.00 น. โดยมีค่าสูงสุด เท่ากับ 7.15 6.46 7.15 และ 5.95 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ เช่นเดียวกับ ค่านำไหลปากใบเปิดสูงสุด ในช่วงเช้า โดยมีค่าสูงสุด เท่ากับ 71.22 107.20 94.44 และ 43.70 มิลลิโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้น้ำต่ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 5 – 10 มิลลิโมลล์น้ำต่อโมลล์ของคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบก็จะมีประสิทธิภาพการใช้น้ำดีที่สุด ประสิทธิภาพการใช้น้ำ ได้มาจากการประสิทธิภาพในการสร้างอาหารจากการสังเคราะห์แสงต่อปริมาณน้ำที่ใช้ 1 หน่วย หรือก็คือ อัตราส่วนระหว่างอัตราการคายน้ำและอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิในรอบวัน ซึ่งสามารถวัดในช่วงฤดูร้อนด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นข้อมูลจำเป็นในการศึกษาเรื่องการให้น้ำของปาล์มน้ำมัน (วิชณีย์ และคณะ, 2553) ในช่วงเช้าที่มีการมีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด นั้น ปริมาณแสงของทุกกรรมวิธีไม่เกิน 2,000 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 60 – 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิอากาศนั้น อยู่ระหว่าง 20 – 30 องศาเซลเซียส และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศไม่เกิน 2 กิโลปาสคาล (Figure 3)

4. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวัน จากงานวิจัย วิชณีย์ และคณะ (2551) พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงและค่านำไหลปากใบของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 มีด้วยกัน 3 ปัจจัย ได้แก่ ความเข้มแสง ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอุณหภูมิ และขณะเดียวกัน สุจิตตรา และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษาปัจจัยสภาพแวดล้อม ที่มีผลต่อการสังเคราะห์แสงของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ได้แก่ ความเข้มแสง แรงดึงระเหยน้ำในอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิดิน เป็นต้น งานวิจัยนี้ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงและการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวัน ได้แก่ ปริมาณแสง ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ โดยที่แปลงปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการปุ๋ยต่างกัน ได้แก่ มีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และสุดท้ายให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ ก็จะพบว่า ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เท่ากับ 8.93 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ปริมาณแสง 1,631 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 29.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 46.3 เปอร์เซ็นต์ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 1.96 กิโลปาสคาล ถ้าปาล์มน้ำมันมีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบแล้ว มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เท่ากับ 10.63 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ปริมาณแสง 556 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 24 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63.7 เปอร์เซ็นต์ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 0.96 กิโลปาสคาล ส่วนถ้าปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เท่ากับ 9.42 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ปริมาณแสง 1,705 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 26.7 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 55.3 เปอร์เซ็นต์ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 1.47 กิโลปาสคาล และสุดท้ายปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุด เท่ากับ 8.10 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ปริมาณแสง 306 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 24.1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 62.7 เปอร์เซ็นต์ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 0.98 กิโลปาสคาล (Figure 4)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบมีการสูญเสียน้ำสูงสุดเนื่องจากศักย์ของน้ำในใบต่ำที่สุดในช่วงฤดูร้อน เท่ากับ -1.44 เมกะปาสคาล และควรเก็บข้อมูลในช่วงฤดูร้อน

2. ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางระบบน้ำ อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ สามารถการปรับตัวทางด้านสรีรวิทยาได้ดีที่สุด โดยมีความเข้มของสีใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณคลอโรฟิลล์รวมสูงสุด

3. ปาล์มน้ำมันที่มีการจัดการปุ๋ยต่างๆนั้นไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดในตอนเช้า ช่วงเวลา 07.00 – 09.00 น. โดยมีปริมาณแสงไม่เกิน 2,000 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 60 – 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอุณหภูมิอากาศนั้น อยู่ระหว่าง 20 – 30 องศาเซลเซียส และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศไม่เกิน 2 กิโลปาสคาล

4. ปาล์มน้ำมันที่มีการให้ปุ๋ยทางดิน อัตราตามค่าวิเคราะห์ดินและใบ มีความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศรายวันได้ดีที่สุด ซึ่ง มีอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิสูงสุดเท่ากับ 10.63 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่ปริมาณแสง 556 ไมโครโมลล์ต่อตารางเมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิอากาศ 24 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 63.7 เปอร์เซ็นต์ และแรงดึงระเหยน้ำในอากาศ 0.96 กิโลปาสคาล

เอกสารอ้างอิง

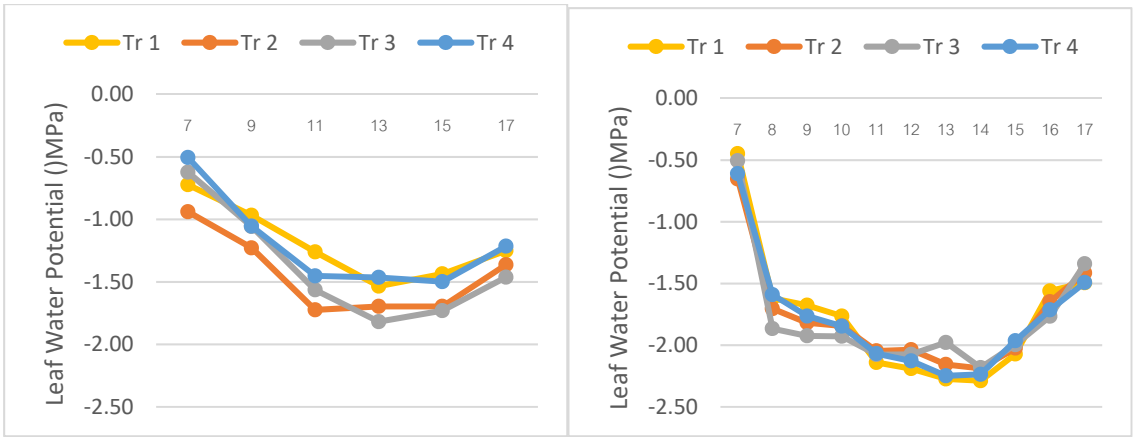
วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, สุจิตรา พรหมเชื้อ และเพ็ญศิริ จำรัสฉาย. 2551. อิทธิพลของการให้น้ำต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยา การเจริญเติบโต และผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ การจัดการความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างดินและน้ำเพื่อการผลิตพืช วันที่ 9-10 มิถุนายน 2551. หน้า 140 - 163.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, สุจิตรา พรหมเชื้อ เพ็ญศิริ จำรัสฉาย เกริกชัย ธนรักษ์ และวราวุธ ชูธรรมธัช. 2553.ศึกษาสรีรวิทยาและการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมันลูกผสมของกรมวิชาการเกษตรเพื่อคัดพันธุ์ทนแล้ง. *ใน* เอกสารรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2549–2553. หน้า 177 - 186.

วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, สุจิตรา พรหมเชื้อ สุรกิตติ ศรีกุล เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และวราวุธ ชูธรรมธัช. 2554.การศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 1 ต่อการให้น้ำระดับต่างกัน. *ใน* เอกสารประชุมวิชาการพืชไร่และพืชทดแทนพลังงาน ประจำปี 2554 : ยุทธศาสตร์งานพืชไร่: การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ วันที่ 29 – 31 มีนาคม 2554. หน้า 254 - 256.

ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี, 2548. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยเคมีในสวนปาล์มน้ำมัน. เอกสารวิชาการลำดับที่ 6/2548 คู่มือปาล์มน้ำมัน ชุดที่ 1 ศูนย์วิจัยปาล์มน้ำมันสุราษฎร์ธานี สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 กรมวิชาการเกษตร โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด 34 หน้า ISBN : 974-436-433-5.

สุจิตรา พรหมเชื้อ, วิชณีย์ ออมทรัพย์สิน, เพ็ญศิริ จำรัสฉาย และสิทธิพงศ์ ศรีสว่างวงศ์. 2551.การศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาของปาล์มน้ำมันลูกผสมสุราษฎร์ธานี 2 ในภาคใต้และภาคตะวันนออกเฉียงเหนือ. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ การจัดการความรู้ด้านความสัมพันธ์ระหว่างดินและน้ำเพื่อการผลิตพืช วันที่ 9-10 มิถุนายน 2551. หน้า 164 - 178.

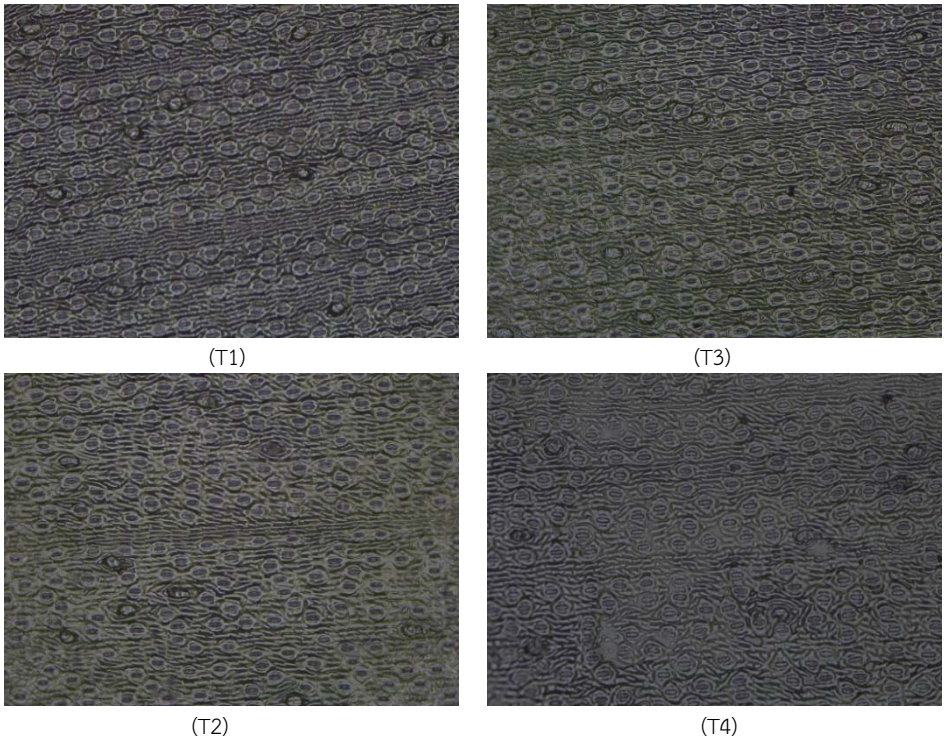


(a) (b)

Figure 1 Leaf water potential (MPa) of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in dry season (January, 2017); (a) and rainy season (May, 2017); (b)

Table 1 Number of Stomata, SPAD UNIT, Chlorophyll a, b and Total Chlorophyll of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in Yasothon Province (May, 2017)

Physiological index	Nutrients management			
	T1	T2	T3	T4
No.of stomata (no. cm^{-2})	170±5.50	186±14.1	177±11.3	164±7.87
SPAD UNIT	64.8±5.95	64.6±10.5	57.6±6.38	66.4±4.07
Chlorophyll a (mg m^{-2})	0.563±0.06	0.471±0.24	0.581±0.07	0.605±0.06
Chlorophyll b (mg m^{-2})	0.380±0.21	0.262±0.10	0.341±0.16	0.363±0.12
Total Chlorophyll (mg m^{-2})	0.943±0.23	0.724±032	0.923±0.22	0.969±0.17



(T1) (T3)

(T2) (T4)

Figure 2 Alignment and number of Stomata of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in Yasothon Province (January, 2017)

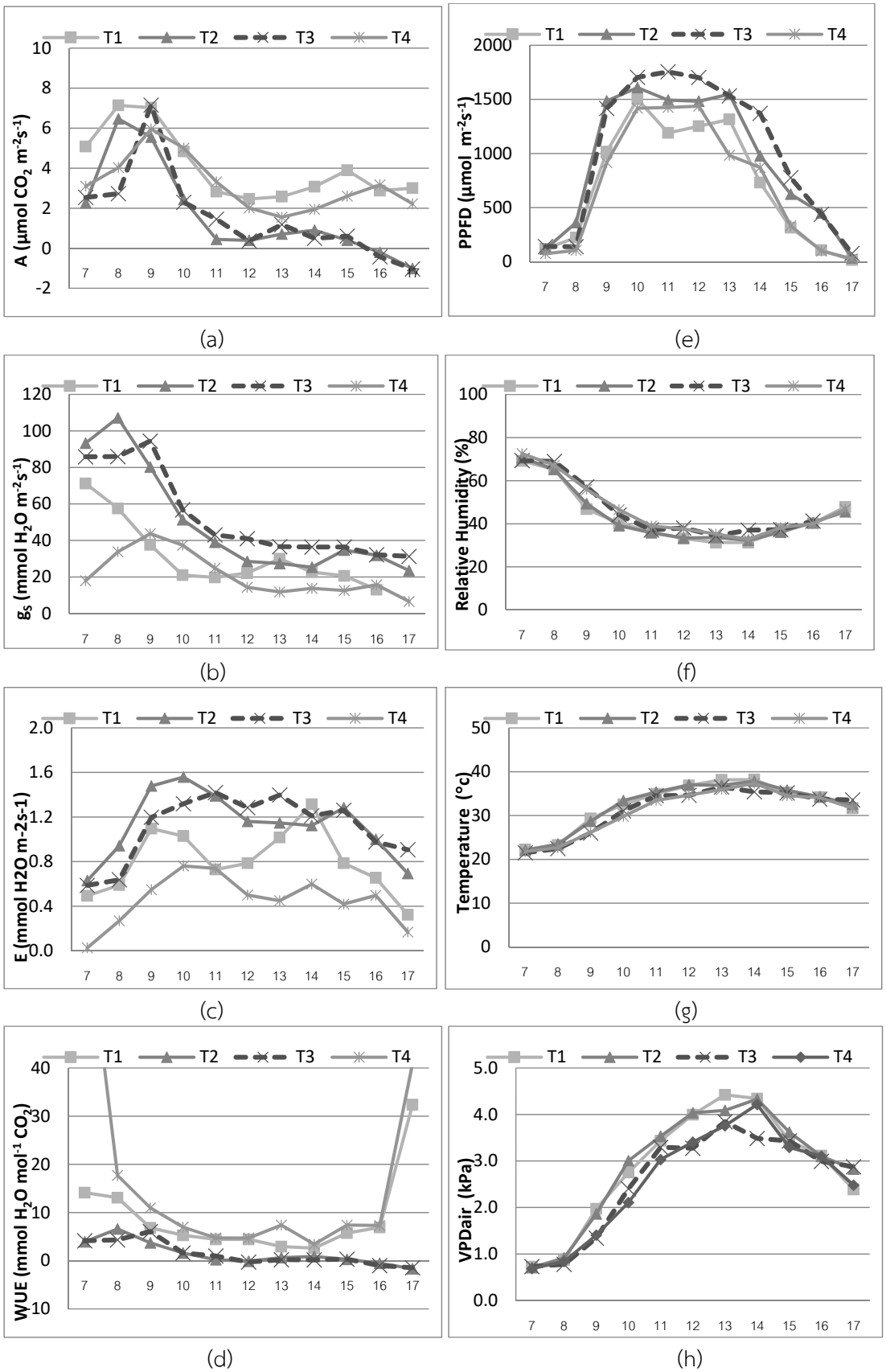


Figure 3 photosynthetic rate (a) stomatal conductance (b) transpiration rate (c) water use efficiency (d) and diurnal climate changes (photosynthetically photon flux density, relative Humidity, air Temperature, vapor pressure deficit) (e-h) of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in Yasothon Province (January, 2017)

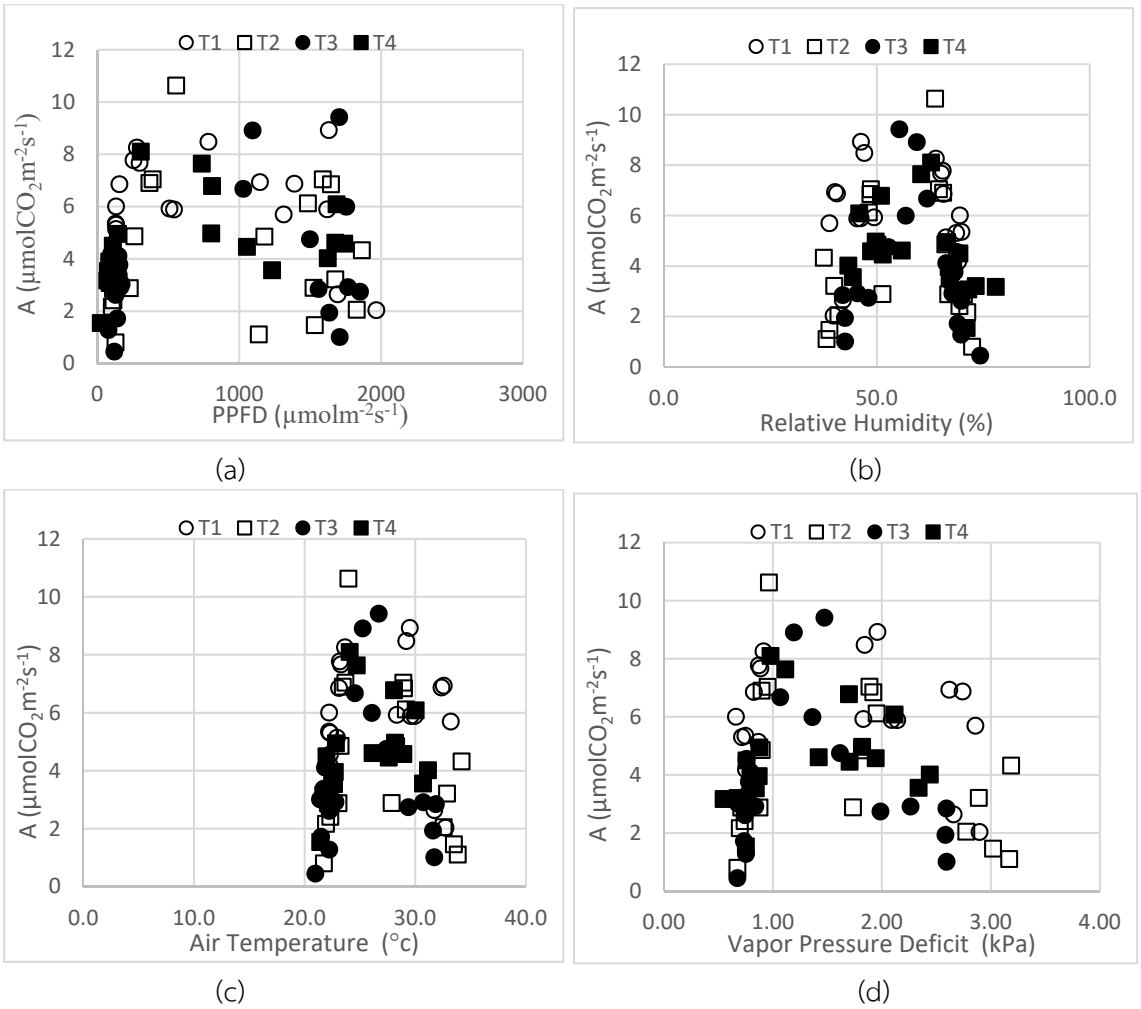


Figure 4 Relation photosynthetic rate and photosynthetically photon flux density (a), photosynthetic rate and Relative Humidity (b), photosynthetic rate and Air Temperature (c) and photosynthetic rate and Vapor pressure deficit; (d) of oil palm var. Suratthani 8 to fertilizers management in Yasothon Province (January, 2017)

ภาคผนวก



คำสั่งกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ที่ ๓ /๒๕๖๒
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานจัดประชุมประจำปี ๒๕๖๒

ด้วยกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ได้กำหนดจัดประชุมประจำปีงบประมาณ ๒๕๖๒ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักวิชาการ และบุคลากรเสนอผลงานประจำปี ทั้งผลงานวิจัยที่ได้ดำเนินการจนสิ้นสุดแล้ว และรายงานความก้าวหน้าผลงานวิจัยที่อยู่ระหว่างดำเนินการในปีปัจจุบัน ตลอดจนผลการดำเนินการของหน่วยงานต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้นักวิชาการ และบุคลากรได้แลกเปลี่ยนแนวความคิด ความรู้ ประสบการณ์ทำงานระหว่างบุคลากรของหน่วยงาน ทำให้เกิดการบูรณาการในการปฏิบัติงานร่วมกัน ซึ่งเป็นการเพิ่มศักยภาพของหน่วยงานให้เข้มแข็ง และทำให้ผลการปฏิบัติงานที่ได้เกิดประโยชน์สูงสุด

ดังนั้น เพื่อให้การประชุมในครั้งนี้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จึงได้แต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานจัดประชุมและกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้

๑. คณะกรรมการอำนวยการจัดประชุม ประกอบด้วย

๑.	ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร		ประธานกรรมการ
๒.	นายยงยุทธ ไผ่แก้ว	ผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร	กรรมการ
๓.	นางปัญจพร เลิศรัตน์	ผู้เชี่ยวชาญด้านดินและปุ๋ย	กรรมการ
๔.	นางสาวพนิดา ไชยยันต์บูรณ์	ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์และทดสอบ	กรรมการ
๕.	ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร		กรรมการ
๖.	ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา		กรรมการ
๗.	ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี		กรรมการ
๘.	ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย		กรรมการ
๙.	ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น		กรรมการ
๑๐.	หัวหน้าฝ่ายบริหารทั่วไป		กรรมการ
๑๑.	นางสาวจรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	กรรมการและเลขานุการ
๑๒.	นางสาวชฎาพร คงนาม	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

ให้คณะกรรมการดังกล่าว มีหน้าที่รับผิดชอบ

๑. กำหนดแนวทางและวิธีการจัดการประชุมตลอดจน อำนวยการ สั่งการให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อให้การประชุมดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

๒. ควบคุม...

๒. ควบคุม ดูแล และติดตามผลการปฏิบัติงานของคณะทำงานฝ่ายต่าง ๆ

๓. แต่งตั้งคณะทำงานได้ตามความเหมาะสม

๒. คณะทำงานฝ่ายจัดการประชุม ประกอบด้วย

๑. นางอุชฎา สุขจันทร์	ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น	ประธานคณะทำงาน
๒. นางสาววรรณรัตน์ ชุติบุตร	ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี	รองประธานคณะทำงาน
๓. นางสุปรานี มั่นหมาย	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
๔. นางสาวสมฤทัย ตันเจริญ	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
๕. นางสาวณัฐธิดา ทองนาค	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ	คณะทำงาน
๖. นางสาวบุณฑริก ฉิมชาติ	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๗. นางสาวอาธิยา ปุ่นประโคน	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๘. นางสาวสุวลักษมิ์ ไชยทอง	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๙. นางสาวชนิตา ทองแซม	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๑๐. นายวิญญู พุทธชู	เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน	คณะทำงาน
๑๑. นางจริยาภรณ์ ทิพโชติ	เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน	คณะทำงาน
๑๒. นางสาวศิริมล สอนหอม	เจ้าพนักงานธุรการปฏิบัติงาน	คณะทำงาน
๑๓. นางสาวณัฐวิกา วัดเยื้อง	เจ้าหน้าที่การเงินและบัญชี	คณะทำงาน
๑๔. นายมรุเชษฐ์ ปาจันทร์	พนักงานประจำสำนักงาน	คณะทำงาน
๑๕. นางสงกรานต์ มะลิสอน	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	คณะทำงานและเลขานุการ
๑๖. นายธนินทร์ธร สมแตง	เจ้าพนักงานธุรการปฏิบัติงาน	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

ให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่รับผิดชอบ

๑. ขออนุมัติจัดการประชุมและค่าใช้จ่าย จัดซื้อ/จัดจ้าง ตลอดจนเบิกจ่ายค่าใช้จ่ายของการประชุมทั้งหมด

๒. กำหนดวาระการประชุม ผู้บรรยาย ผู้บรรยายพิเศษและจัดพิมพ์สูจิบัตร

๓. ดำเนินการด้านพิธีการ พิธีเปิด – ปิดการประชุม

๔. จัดคำกล่าว เปิด-ปิด การประชุม

๕. รวบรวมรายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมและจัดทำแฟ้มลงนาม พร้อมประสานงานกับคณะทำงานฝ่ายวิชาการเพื่อจัดรับลงทะเบียนและประสานงานกับคณะทำงานฝ่ายสถานที่ เพื่อจัดทำทะเบียนห้องพักโรงแรม

๖. จัดทำหนังสือเชิญและประสานงานประธานพิธีเปิด-ปิด ผู้บรรยาย วิทยากรและผู้เข้าร่วมประชุม

๗. จัดหาของที่ระลึกผู้เกษียณ นักวิจัย ข้าราชการ ลูกจ้างประจำและพนักงานราชการดีเด่น ผู้บรรยายพิเศษ และประธานในพิธีเปิด

๘. สรุปผลการประชุม

๙. งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๓. คณะทำงาน...

๓. คณะทำงานฝ่ายวิชาการ ประกอบด้วย

๑. นางสาวจินตนา ภู่มงกุฎชัย	ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร	ประธานคณะทำงาน
๒. นางสาธิดา โพธิ์น้อย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	รองประธานคณะทำงาน
๓. นางสาวศิริลักษณ์ แก้วสุรลิขิต	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
๔. นางสาวชัชธนพร เกื้อหนุน	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	คณะทำงาน
๕. นายสรรเสริญ เสียงใส	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ	คณะทำงาน
๖. นางสาวสุพิศสา ทองเขียว	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๗. นางรัตนาภรณ์ คชวงค์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๘. นายวีระพงษ์ ตั้งชัยธรรม	เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน	คณะทำงาน
๙. นางสาวชลธิชา จันทร์ประทีป	เจ้าพนักงานธุรการปฏิบัติงาน	คณะทำงาน
๑๐. นางสาวโสรยา พลายพิชิต	นักวิทยาศาสตร์	คณะทำงาน
๑๑. นางสาวอัมพา อัมภรัตน์	นักวิชาการพัสดุ	คณะทำงาน
๑๒. นางสาวสุนารี แก้วดี	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์นโยบายและแผน	คณะทำงาน
๑๓. นางสาวปวีณา เที่ยงแท้	เจ้าหน้าที่ธุรการ	คณะทำงาน
๑๔. นายประกิจ จันทร์ติ๊บ	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	คณะทำงานและเลขานุการ
๑๕. นางสาวพจนีย์ หน่อฝั้น	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

ให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่รับผิดชอบ

๑. ดำเนินการรวบรวมผลงาน ผลการดำเนินการของหน่วยงานต่างๆ กำหนดรูปแบบเอกสารภาคบรรยายและจัดทำเอกสารประกอบการประชุม

๒. จัดทำกำหนดการภาคบรรยาย ภาคโปสเตอร์หรือการนำเสนอผลงาน หรือผลการดำเนินการของหน่วยงานต่าง ๆ

๓. จัดหาพิธีการและดำเนินการภาคบรรยาย

๔. ประสานงานด้านวิทยากร ผู้บรรยาย ประธานและเลขานุการภาคบรรยาย

๕. จัดทำแบบประเมินผลการประชุม วิเคราะห์และสรุปผล

๖. จัดรับลงทะเบียน และแจกเอกสารประกอบการประชุม

๗. จัดซื้อ/จ้างทำรูปเล่มเอกสารประกอบการประชุม และวัสดุที่เกี่ยวข้อง

๘. งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๔. คณะทำงานฝ่ายสารสนเทศและโสตทัศนูปกรณ์

๑. นายพีรพงษ์ เชาวนพงษ์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	ประธานคณะทำงาน
๒. นางสาวสุภา โพธิจันทร์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	รองประธานคณะทำงาน
๓. นายอรัญญ์ ขันติยวิชย์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ	คณะทำงาน
๔. นายณัฐพงศ์ ศรีสมบัติ	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๕. นางสาวศุภัคชญา ทาหาร	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๖. นางสาวตวงพร ธีระพิทยาพงศ์	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๗. นางสาวพนิชา เตจ๊ะใจ	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน

๘. นางสาว...

๗. นางสาวพนิชา เตจ๊ะใจ	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๘. นางสาวณัฐพร ฉันทศักดา	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๙. นายวัชระ สังข์ทอง	เจ้าพนักงานการเกษตรปฏิบัติงาน	คณะทำงาน
๑๐. นางสาวศิริวรรณ เอมอารี	พนักงานพิมพ์ ส๔	คณะทำงาน
๑๑. นางสาวนงรัตน์ โอฬาร์ศาสตร์	พนักงานการเงินและบัญชี ส๒	คณะทำงาน
๑๒. นายวรวุฒิ อริยทรัพย์เจริญ	นักวิชาการเกษตร	คณะทำงาน
๑๓. นางสาวภัทรกร จิรโชคถาวร	นักวิชาการพัสดุ	คณะทำงาน
๑๔. นายวัชรากร อยู่จุ้ย	เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูล	คณะทำงาน
๑๕. นางสาวกมลชนก เจริญศรี	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ	คณะทำงาน และเลขานุการ
๑๖. นางสาวปฏิมาภรณ์ จินจาคาม	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ	คณะทำงาน และผู้ช่วยเลขานุการ

ให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่รับผิดชอบ

๑. จัดทำวีดีทัศน์ผลงานของหน่วยงานต่างๆ โดยประสานงานกับคณะทำงานฝ่ายวิชาการ
๒. จัดทำวีดีทัศน์ประวัติผู้เกษียณ โดยประสานงานกับคณะทำงานฝ่ายจัดการประชุม
๓. จัดเตรียมอุปกรณ์และดำเนินการด้านโสตทัศนูปกรณ์ในการประชุมและงานเลี้ยง
๔. งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

๕. คณะทำงานฝ่ายสถานที่ อาหาร เครื่องดื่ม และทัศนศึกษา

๑. นางสาวจรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ	ประธานคณะทำงาน
๒. นายอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ	รองประธานคณะทำงาน
๓. นางสาวศุภากร ดวนใหญ่	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๔. นางสาวนันทกานต์ ขุนโหร	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๕. สิบเอกอิสริยะ สืบพันธุ์ดี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๖. นายปิยะศักดิ์ อรรคบุตร	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ	คณะทำงาน
๗. นางสาวพัชรินทร์ นามวงษ์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ	คณะทำงาน
๘. นางมณฑาทิพย์ คล้ายดวงแข	เจ้าพนักงานธุรการชำนาญงาน	คณะทำงาน
๙. นายวันชัย ศรีอรุณ	เจ้าพนักงานธุรการชำนาญงาน	คณะทำงาน
๑๐. นายธนพันธ์ พงษ์ไทย	นักวิชาการเกษตรปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๑๑. นางสาวกัญฐณา คล้ายแก้ว	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๑๒. นางวิภาวดี กลางโยธี	นักจัดการงานทั่วไปปฏิบัติการ	คณะทำงาน
๑๓. นางวัชราภรณ์ ไกรโสภา	เจ้าพนักงานธุรการปฏิบัติงาน	คณะทำงาน
๑๔. นายพงศ์ศักดิ์ พรหมพันธุ์	ช่างซ่อมบำรุง ระดับ ช๒	คณะทำงาน
๑๕. นางสาวฤทัยรัตน์ น้อยจาด	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป	คณะทำงาน
๑๖. นางชุติมา บุญช่วย	คนงานทดลองการเกษตร	คณะทำงาน
๑๗. นางสาวเพชรรัตน์ ศิริวิ	นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ	คณะทำงาน และเลขานุการ

๑๘. นางสาว...

๑๘. นางสาวจิตติรัตน์ ชูชาติ นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ คณะทำงาน
และผู้ช่วยเลขานุการ

ให้คณะทำงานดังกล่าวมีหน้าที่รับผิดชอบ

๑.จัดสถานที่ประชุม และงานเลี้ยงรับรอง ประสานงานการตกแต่งสถานที่และดูแลความเรียบร้อยของสถานที่ทั้งหมด

๒. ดำเนินการเรื่องห้องพัก จัดทำรายชื่อและลงทะเบียนเข้า-ออก กำหนดผู้เข้าพัก

๓. ดำเนินการเรื่องอาหารและเครื่องดื่มของผู้ร่วมประชุมและงานเลี้ยงรับรอง

๔. จัดยานพาหนะสำหรับผู้เข้าร่วมประชุม ผู้บรรยายพิเศษ วิทยากร คณะจัดงาน และการไปทัศนศึกษา

๕. จัดจ้างยานพาหนะ

๖. ดำเนินการด้านพิธีกร และจัดการแสดงในงานเลี้ยง

๗. งานอื่น ๆ ที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๑๕ มกราคม พ.ศ. ๒๕๖๒

(นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา)
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร


กพ.