การประชุมประจำปี 2563

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

วันที่ 24 – 25 กันยายน 2563

ณ ห้องประชุมมนตรีรุมาคม ชั้น 5

อาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

คำนำ

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร มีบทบาทหน้าที่เกี่ยวกับการศึกษา ค้นคว้า ทดลอง วิจัย พัฒนาวิชาการเกษตร ให้บริการการวิเคราะห์ ตรวจสอบ ให้คำแนะนำ ตลอดจนรับรองมาตรฐานห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับ ดิน น้ำ ปุ๋ย วัตถุมีพิษการเกษตร วัสดุการเกษตร วัตถุเคมีการเกษตร และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งให้บริการวิชาการและเทคโนโลยีแก่เจ้าหน้าที่ ส่วนราชการ เกษตรกร และเอกชน ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้สร้างงานวิจัย และงานบริการด้านปัจจัยการผลิตที่มีคุณค่าให้กับการพัฒนาการเกษตรของประเทศ ทั้งนี้กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรจัดให้มีการประชุมอย่างต่อเนื่องทุกปี เพื่อให้นักวิจัยได้มีโอกาสนำเสนอผลงานวิจัย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักวิจัยภายในหน่วยงาน อีกทั้งยังเป็นการต่อยอดงานวิจัยเพื่อพัฒนา ปรับเปลี่ยน และเพิ่มประสิทธิภาพระบบการผลิตพืช นอกจากนี้ ผลงานวิจัยที่ได้ยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการขับเคลื่อนภาคการเกษตรได้อย่างแท้จริง สำหรับในปีงบประมาณ 2563 กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรได้จัดการประชุมประจำปี ระหว่างวันที่ 24 – 25 กันยายน 2563 ณ ห้องประชุมมนตรีรุมาคม ชั้น 5 อาคารเฉลิมพระเกียรติ 6 รอบพระชนมพรรษา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร โดยได้รับเกียรติจาก นายยงยุทธ ไผ่แก้ว ผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร ในการบรรยายพิเศษภายใต้หัวข้อ **“งานวิจัย กปผ. ในทศวรรษหน้า”** เพื่อให้เกิดความร่วมมือร่วมใจของนักวิจัย ในการสร้างสรรค์ผลงานวิจัยด้านปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ สู่การนำไปใช้ประโยชน์

ในการประชุมประจำปีครั้งนี้ ได้มีการนำเสนอผลงานวิจัยในภาคบรรยาย จำนวน 15 เรื่อง โดยได้จัดทำข้อมูลผลงานเผยแพร่ทางเว็ปไซต์ กปผ. (http://www.doa.go.th/apsrdo/) สำหรับใช้ในการติดตามความก้าวหน้าผลการดำเนินงานวิจัยและนำไปใช้ประโยชน์สู่การพัฒนาระบบการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตรได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ลดต้นทุนการผลิต สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างยั่งยืน ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร หวังเป็นอย่างยิ่งว่า ข้อมูลผลงานประกอบการประชุมประจำปีงบประมาณ 2563 ฉบับนี้จะมีคุณค่า และเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาการเกษตรของประเทศต่อไป

(นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา)
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
๙ พฤศจิกายน 2563

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

<u>บรรยายพิเศษ</u>

1. งานวิจัย กปผ. ในทศวรรษหน้า 2
   นายยงยุทธ ไผ่แก้ว

<u>Power Point</u>

2. โครงการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย 17
   มนต์ชัย มนัสสิลา และคณะ
3. การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลงกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย (benzoylurea) ในหน่อไม้ฝรั่ง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS 67
   ประพันธ์ เคนท้าว และคณะ
4. สารสกัดพืชกับการขึ้นทะเบียนเพื่อใช้ควบคุมศัตรูพืช 79
   ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล และคณะ
5. การถ่ายโอนภารกิจ การกำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย 88
   พงศ์พิศ แก้วสุข และคณะ
6. เตรียมความพร้อมเพื่อขอรับรอง ISO/IEC 17025 ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช 99
   สาธิดา โพธิ์น้อย *และคณะ*
7. การควบคุมการเบิก - จ่าย งบประมาณ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี 113
   ธนินทร์ธร สมแตง

<u>บทคัดย่อ</u>

8. ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ บิสไพริแบก-โซเดียม และ พาราควอตไดคลอไรด์ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช 130
   อนุชา ผลไสว และคณะ
9. วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างอินดอกซาคาร์บ (indoxacarb) ในมะเขือเปราะ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL) 132
   วีระสิงห์ แสงวรรณ และคณะ

<u>ผลงานเรื่องเต็ม</u>

10. ศึกษาความแปรปรวนและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในชุมชนตามสภาพภูมินิเวศน์จังหวัดขอนแก่น 135
    สรรเสริญ เสียงใส และคณะ
11. ผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักกินใบที่ปลูกในโรงเรือน 151
    อรัญญ์ ขันติยวิชย์ และคณะ
12. การแพร่กระจายของแคดเมียม ตะกั่ว และสารหนูในพื้นที่การเกษตรจังหวัดเลย 163
    ศราริน กลิ่นโพธิ์กลับ และคณะ
13. โครงการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช 174
    พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ และคณะ

เรื่อง **หน้า**

14. การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์กับพริกขี้หนูผลใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันตก 197
ชัชธนพร เกื้อหนุน และคณะ
15. การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (Ametryn) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม 211
ปภัสรา คุณเลิศ และคณะ
16. การควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ด้วยการทดสอบความชำนาญ 225
ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010
จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์ และคณะ

<u>ภาคผนวก</u>

คำสั่งกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ที่ ๓๙/๒๕๖๓ เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานจัดการประชุมประจำปี ๒๕๖๓ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

บรรยายพิเศษ

งานวิจัย กปผ. ในทศวรรษหน้า

ที่สอดคล้องกับเป้าหมาย

ยุทธศาสตร์ชาติ ๒๐ ปี

ยงยุทธ ไผ่แก้ว
นักวิทยาศาสตร์เชี่ยวชาญ
ผู้เชี่ยวชาญด้านวัตถุอันตรายทางการเกษตร

๒๔ กันยายน ๒๕๖๓

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

ในเดือนกันยายน 2015 คณะกรรมการ SDGs ได้ประกาศแผนปฏิบัติการ (Action Plan) ที่วางแนวทางการพัฒนาอย่างยั่งยืนไปจนถึงปี 2030 โดยกำหนดเป้าหมายการแก้ไขปัญหาต่างๆ สาหรับทั้งสิ้น 17 เป้าหมายหลัก 169 เป้าหมายย่อย

Food and Agriculture Organization of the United Nations | SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

ยุทธศาสตร์ชาติ
๒๐ ปี
(๒๕๖๑ - ๒๕๘๐)

สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ
สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ประเด็นยุทธศาสตร์ชาติ

๑. ยุทธศาสตร์ชาติด้านความมั่นคง
๒. ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
๓. ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์
๔. ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม
๕. ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
๖. ยุทธศาสตร์ชาติด้านการปรับสมดุลและพัฒนาระบบการบริหารจัดการภาครัฐ

ยุทธศาสตร์ชาติ
ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

การเกษตรสร้างมูลค่า

- ❑ เกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่น
- ❑ เกษตรปลอดภัย
- ❑ เกษตรชีวภาพ
- ❑ เกษตรแปรรูป
- ❑ เกษตรอัจฉริยะ

ยุทธศาสตร์การวิจัย
ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

1

➢ ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน

"ต่อยอดอดีต" "ปรับปัจจุบัน" "สร้างคุณค่าใหม่ในอนาคต"

- ➢ เกษตรอัตลักษณ์พื้นถิ่น
- ➢ เกษตรปลอดภัย
- ➢ เกษตรชีวภาพ
- ➢ เกษตรแปรรูป
- ➢ เกษตรอัจฉริยะ

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการ ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  - **เกษตรปลอดภัย :**
    - สร้างความตระหนักแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภค
      - ตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย/วัตถุอันตราย
      - สารพิษตกค้าง
      - ความปลอดภัยในการบริโภค
      - ผลกระทบจากการใช้ปุ๋ย/วัตถุอันตราย
    - มาตรฐานการจัดการความปลอดภัยของอาหารด้านพืช
      - พัฒนาวิธีการมาตรฐาน เกษตรเคมี/วัตถุมีพิษ/ปฐพี
      - ข้อมูลเพื่อกำหนดค่า MRL
      - เกษตร IPM และดัชนีชี้วัดความปลอดภัย

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  - **เกษตรปลอดภัย :**
    - สร้างความตระหนักแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภค
    - มาตรฐานการจัดการความปลอดภัยของอาหารด้านพืช
    - ผลิตสินค้าที่สอดคล้องกับมาตรฐาน
      - การใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมทั้งชนิดและปริมาณในกลุ่มพืชมุ่งเป้า
      - Test kits ที่ตรวจอย่างง่ายและแนะนำเข้าสู่มาตรฐานการผลิต
      - การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและเหมาะสม
    - มุ่งสู่การเลิกใช้สารเคมีในภาคเกษตร
      - จัดทำบัญชีวัตถุอันตรายที่ต้องจำกัดการใช้ (Restrict Use Pesticides) ก่อนที่จะถูกเลิกใช้/ห้ามใช้
      - สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับปุ๋ยและสารปรับปรุงดิน

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  - **เกษตรปลอดภัย :**
    - สร้างความตระหนักแก่ผู้ผลิตและผู้บริโภค
    - มาตรฐานการจัดการความปลอดภัยของอาหารด้านพืช
    - ผลิตสินค้าที่สอดคล้องกับมาตรฐาน
    - มุ่งสู่การเลิกใช้สารเคมีในภาคเกษตร
    - ส่งเสริมการถ่ายทอดองค์ความรู้เกษตรปลอดสาร
      - ใช้ปุ๋ยและวัตถุอันตรายอย่างถูกต้องและเหมาะสม
    - เกษตรอินทรีย์
    - พัฒนาระบบการตรวจรับรองคุณภาพเกษตรอินทรีย์
    - ระบบตรวจสอบย้อนกลับสินค้าในทุกขั้นตอน
      - กปผ. เป็นหน่วยงานสนับสนุนระบบเกษตรปลอดภัย/เกษตรอินทรีย์ ด้วยองค์ความรู้การผลิตพืช ปุ๋ย/สารธรรมชาติ การตรวจรับรองพืชและปัจจัยการผลิต

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  - **เกษตรชีวภาพ :**
    - ใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ
      - วิจัยพัฒนาและผลิตองค์ความรู้ปุ๋ยชีวภาพทั้งชนิดเก่าและใหม่ ทดแทนปุ๋ยเคมี
      - ผลิตองค์ความรู้คำแนะนำการใช้สารธรรมชาติทดแทนสารเคมี
    - ใช้ชีวภาพสร้างมูลค่าเพิ่มของภาคการผลิต
      - ผลิตปุ๋ยชีวภาพใหม่ๆ ทุกๆ 3 – 5 ปี
    - มุ่งสู่การผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากฐานทรัพยากรชีวภาพ
      - ถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ภาคการผลิต
    - สร้างความมั่นคงด้านอาหารและสุขภาพ โดยเฉพาะพืชสมุนไพร
      - แผนวิจัยการผลิตพืชสมุนไพรและพืชอาหารสุขภาพ
    - ส่งเสริมการปลูกสมุนไพรเป็นพืชเศรษฐกิจตามความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมในพื้นที่ (2565 – 2567, 2568 – 2570)

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

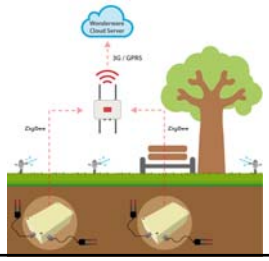
- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  - **เกษตรชีวภาพ**
    - พัฒนาต่อยอดสู่อุตสาหกรรม ด้านปริมาณและคุณภาพมาตรฐาน ตามความต้องการของตลาด
      - ความร่วมมือวิชาการกับภาคการผลิตจากฐานทรัพยากรชีวภาพ
    - วิจัย พัฒนา และประยุกต์ใช้นวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่น
      - ค้นคว้า พัฒนา มาตรฐานการผลิตผลิตภัณฑ์ชีวภาพ
    - สร้างความร่วมมือที่ใกล้ชิดระหว่างภาครัฐ เอกชน และชุมชน
    - ส่งเสริมให้มีการนำวัตถุดิบเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและพลังงานที่เกี่ยวเนื่องกับชีวภาพ
      - พัฒนาการผลิตปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ ที่ได้มาตรฐาน
      - วิจัยพัฒนาการผลิตพืชจากฐานทรัพยากรชีวภาพ(อาจ)ร่วมกับปุ๋ยเคมี

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  - **เกษตรอัจฉริยะ :**
    - เทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อฟาร์มอัจฉริยะ
    - รองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
    - ใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
    - สร้างและนำเทคโนโลยี นวัตกรรม และวิทยาการสมัยใหม่มาใช้ในการเกษตรแม่นยำ

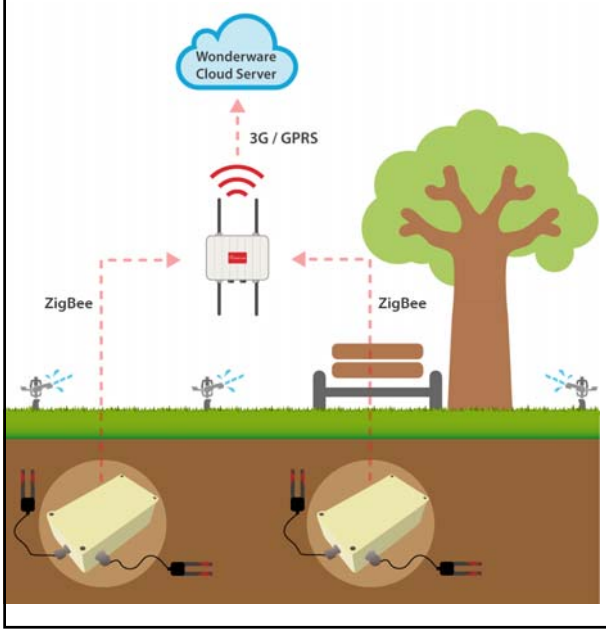
ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  - **เกษตรอัจฉริยะ :** Top 5 of Smart Farming:
  - 1. AgriBot (แทรกเตอร์อัตโนมัติปลูกพืชแทนเกษตรกร)-Germany
  - 2. One Water-Smart Irrigation (ใช้ข้อมูลจาก Big Data ในการควบคุมการให้น้ำ)-India
  - 3. Saga Robotics-Autonomous Harvesting-Japan
  - 4. Livestock Monitoring-Norway
  - 5. Genetic Editing (พัฒนายีนส์จากคลอโรพลาสแทนนิวเคลียส)-USA



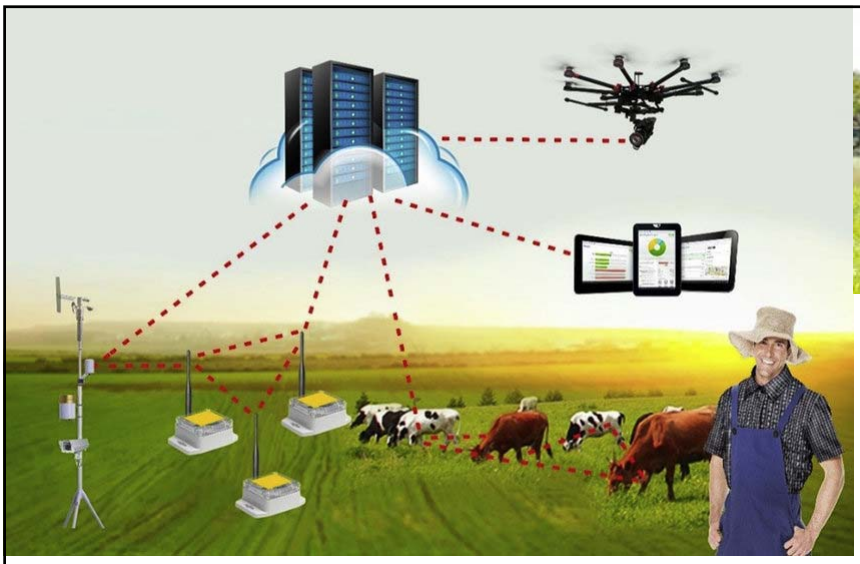
AgriBot
(Agronomybot)

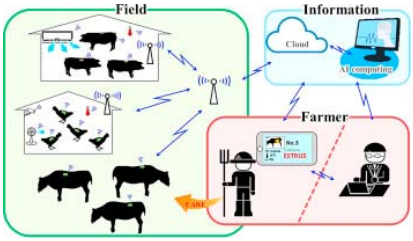
One Water-Smart Irrigation



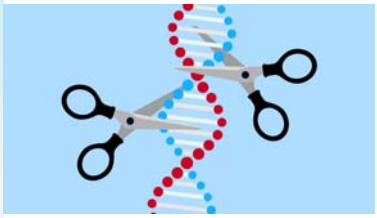
Saga Robotics

Autonomous
Harvesting





Livestock Monitoring



Genetic Editing

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขัน
  - **เกษตรอัจฉริยะ :**
    - เทคโนโลยีการผลิตพืชในโรงเรือนที่ใช้ระบบอัตโนมัติและเซ็นเซอร์อัจฉริยะ
    - การผลิตที่ปลอดวัสดุเหลือใช้ (Zero Waste)
    - วิจัยและพัฒนาพันธุ์พืชและปัจจัยการผลิต
    - เทคโนโลยีการปรับสภาพดิน เซนเซอร์วัดสารเคมีตกค้าง หรือเซนเซอร์วัดคุณภาพปัจจัยการผลิต
    - เทคโนโลยีที่ลดการใช้สารเคมี
    - การสร้างฐานข้อมูลการเพาะปลูกระดับประเทศ

ยุทธศาสตร์การวิจัย ปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

2

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  - สร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว :
    - อนุรักษ์และฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพ
    - อนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วประเทศ
    - ส่งเสริมการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  - สร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว
    - **อนุรักษ์และฟื้นฟูความหลากหลายทางชีวภาพ**
      - การสร้างระบบฐานข้อมูลในรูปแบบธนาคารพันธุกรรม
        - สำรวจและจำแนกจุลินทรีย์ดินที่เป็นประโยชน์
      - พันธุกรรมท้องถิ่นที่มีคุณค่าต่อระบบนิเวศ
        - ความสัมพันธ์จุลินทรีย์ดินกับการผลิตพืชประจำถิ่น
      - พันธุกรรมท้องถิ่นที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ
        - วิจัยการผลิตจุลินทรีย์ดินเพื่อการใช้ประโยชน์
      - การใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพ
        - ผลของการใช้จุลินทรีย์หลายชนิดในการผลิตพืช
      - พัฒนาและเชื่อมโยงระบบฐานข้อมูลให้ได้มาตรฐาน สะดวกต่อการเข้าถึงและการนำไปใช้ประโยชน์

กลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน กปว. 10 ปี

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  - สร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว
    - **อนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำธรรมชาติ**
      - การอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำบนพื้นฐานของการรักษาสมดุลนิเวศ
        - ตรวจติดตามมลพิษทางน้ำจากสารพิษตกค้าง
        - ตรวจติดตามไนเตรทและไนไตรต์ในแหล่งน้ำ
        - วิจัยการใช้ปุ๋ยที่เหมาะกับพืชและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
      - มีส่วนร่วมในการบริหารจัดการแหล่งน้ำธรรมชาติ
        - จัดทำฐานข้อมูลมลพิษทางน้ำจากการเกษตร

กกค.+กปว. +กวพ. 10 ปี

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  - สร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว
    - **ส่งเสริมการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน :**
      - การผลิตที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม
        - วิจัยการใช้ปัจจัยการผลิตเพื่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
      - สร้างระบบและกลไกการเฝ้าระวัง ติดตาม ตรวจสอบและควบคุมมลพิษในภาคการผลิต
        - ตรวจวิเคราะห์สารเคมีตกค้างในการผลิตสีเขียวแบบ Real-time

Chemical Sensors

Biological Sensors

Flow Injection Analysis

ยุทธศาสตร์เพื่อการจัดการปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

- ยุทธศาสตร์ชาติด้านการสร้างการเติบโตบนคุณภาพชีวิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
  - สร้างการเติบโตอย่างยั่งยืนบนสังคมเศรษฐกิจสีเขียว
    - **ส่งเสริมการบริโภคและการผลิตที่ยั่งยืน : (ต่อ)**
      - การลดขยะเป็นศูนย์และจัดการขยะแบบเบ็ดเสร็จยั่งยืน
        - วิจัยการลดปัจจัยการผลิตแบบ Zero Waste
      - การลดการปล่อยมลพิษจากภาคการผลิต
        - วิจัยการใช้ Buffer Zone เพื่อลดมลพิษ
        - วิจัยขนาดของแนวหญ้าแฝกที่ดูดซับสารพิษตกค้าง
      - การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมีมลพิษต่ำ
        - วิจัยสมดุลของปุ๋ยในการผลิตพืชที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
      - ระบบจัดการของเสียจากแหล่งกำเนิดมลพิษ
        - วิจัยการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อจัดการมลพิษ

Reduce fertilizer, pesticide or herbicide use generally

- 38 individual studies from Austria, Czech, Denmark, Finland, France, Germany, Ireland, the Netherlands, Sweden and the UK investigating the effects of reducing fertilizers, pesticides or herbicides.
- 10 studies found positive effects of reducing or stopping pesticide applications on invertebrates, plants, or birds.
- 15 studies from seven countries looked at the effects of reducing or stopping applications of two or more inputs: pesticides, herbicides, or fertilizers.
- 13 studies found positive effects of reducing two or more inputs on some or all invertebrates, plants, soil organisms, and birds studied.

https://www.conservationevidence.com/actions/139

แผนงานวิจัย กปผ. 2565 - 2567

- วิจัยและพัฒนาการจัดการธาตุอาหารพืชร่วมกับการใช้ประโยชน์ทรัพยากรชีวภาพจากจุลินทรีย์และชีวมวลในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชปลอดภัย (ดร.วนิดา)
- พัฒนาระบบการตรวจรับรองคุณภาพปัจจัยการผลิต เพื่อสร้างมาตรฐาน และยกระดับคุณภาพ ของห้องปฏิบัติการในประเทศไทย (ดร.จรีรัตน์)
- วิจัยและพัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์เพื่อการตรวจสอบและรับรองคุณภาพสินค้าพืชและสิ่งแวดล้อม (วิทยา)
- การประเมินความเสี่ยงจากการใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร และการกำหนดค่ามาตรฐานเพื่อลดความเสี่ยงของสารพิษตกค้างในผลิตผลเกษตร (ดร.ประชาธิปัตย์)

+ แผนงานย่อย + โครงการวิจัย + การทดลอง ในแผนงานวิจัยอื่นๆ

- แผนงานเทคโนโลยีชีวภาพและนวัตกรรมการผลิตพืชปลอดภัย...สทช.
- แผนงานนวัตกรรมและเทคโนโลยีการผลิตสารชีวภาพจากจุลินทรีย์และสาหร่ายเพื่อผลิตพืชปลอดภัย...สทช.
- แผนงานพัฒนาการผลิตพืชในพื้นที่อีสานตอนบนสู่มาตรฐานการผลิตพืชปลอดภัย...สวพ.3

การผลิตพืชอินทรีย์

- แผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์พืชในระบบโรงเรือนและระบบเกษตรอินทรีย์...กวม.
- แผนงานวิจัยและพัฒนาเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชอินทรีย์ในภาคอีสานตอนบน...สวพ.3
- แผนงานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบอินทรีย์...สวร.
- แผนงานวิจัยและพัฒนาการผลิตพืชอินทรีย์เพื่อเพิ่มศักยภาพและขยายผลในพื้นที่ภาคตะวันออก...สวพ.6

ขอขอบคุณ

Power Point

โครงการผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

มนต์ชัย มนัสสิลา

ที่มาและความสำคัญ

- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change)
- สภาวะโลกร้อน (Global warming)
- การเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์
- ศักยภาพของจุลินทรีย์ที่ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อม

ประเด็นปัญหาหรือโจทย์วิจัย

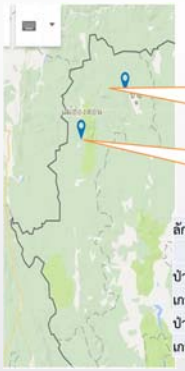
- พื้นที่ลุ่มน้ำปาย จ.แม่ฮ่องสอน เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิเฉลี่ยที่แตกต่างกันระหว่างกลางวัน 38.8 องศาเซลเซียส และกลางคืน 9.8 องศาเซลเซียส (เฉลี่ยย้อนหลังตั้งแต่ 2550 ถึงปัจจุบัน)
- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงของประชากรจุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ไปใช้ทางการเกษตรไปในทิศทางบวกและลบ
- จุลินทรีย์ดินที่มีประโยชน์ไปใช้ทางการเกษตรสามารถนำไปใช้ผลิตพืชในชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ เพื่อการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของผลผลิตพืชในท้องถิ่น

3

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณประชากรจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน ในสภาพพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย
2. เพื่อศึกษาศักยภาพจุลินทรีย์ดินในการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์ดินเพื่อใช้ในการเพิ่มศักยภาพการผลิตพืชในระบบนิเวศที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

4



พื้นที่ทำการทดลอง

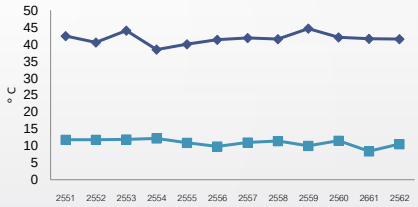
ป่าต้นน้ำ-เกษตรต้นน้ำ
ต. แม่นาเติง อ. ปาย จ. แม่ฮ่องสอน

ป่าปลายน้ำ-เกษตรปลายน้ำ
ต. ผาบ่อง อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน

ลักษณะทางภูมิศาสตร์

	พิกัด GPS		ความสูง (รทก.)
ป่าต้นน้ำ	19° 23' N	97° 57' E	546 m
เกษตรต้นน้ำ	19° 23' N	97° 57' E	544 m
ป่าปลายน้ำ	19° 11' N	97° 59' E	270 m
เกษตรปลายน้ำ	19° 11' N	97° 59' E	208 m

อุณหภูมิสูงสุด-ต่ำสุด ตั้งแต่ พศ. 2551-2562



ป่าต้นน้ำ

เกษตรต้นน้ำ

ป่าปลายน้ำ

เกษตรปลายน้ำ

5

ต้นทาง	กลางทาง	ปลายทาง
• ศึกษาประชากรจุลินทรีย์ในพื้นที่ป่าต้นน้ำ เกษตรต้นน้ำ ป่าปลายน้ำ และเกษตรปลายน้ำ	• ศึกษาศักยภาพจุลินทรีย์ในการนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตร และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากจุลินทรีย์	• ทดสอบประสิทธิภาพจุลินทรีย์ (ถั่วเหลือง ข้าว ข้าวโพด และกระเทียม)

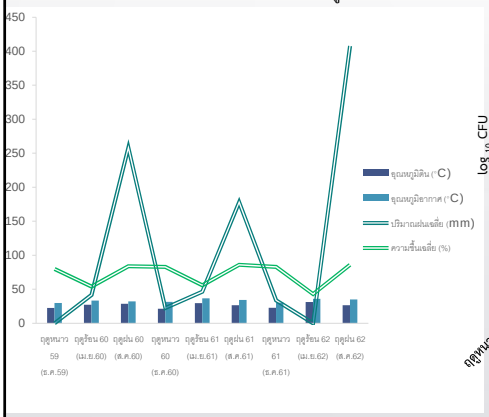
6

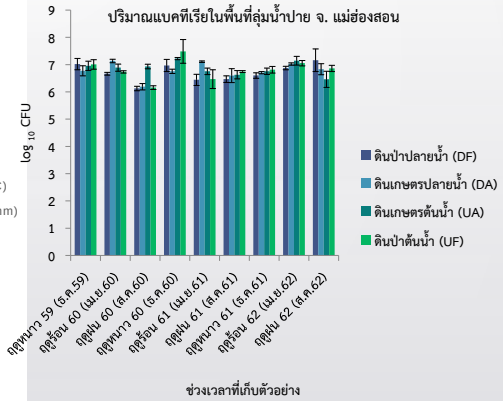
การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง

วัตถุประสงค์

ศึกษาชนิดและปริมาณประชากรแบคทีเรียที่มีอยู่ในดินในสภาพพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

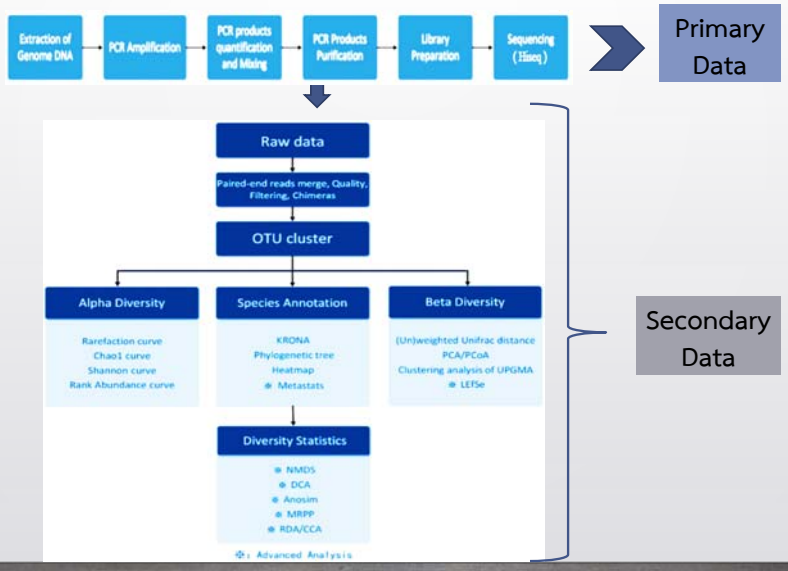




นับปริมาณแบคทีเรียด้วยวิธี total plate count บนอาหารเลี้ยงเชื้อ NA

Next-Generation Sequencing

ต้นทาง



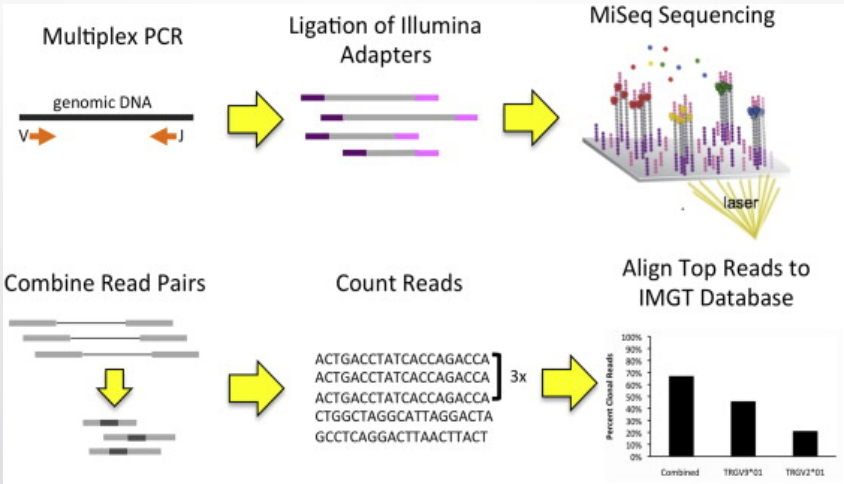
Primary Data

Secondary Data

9

Primary Data

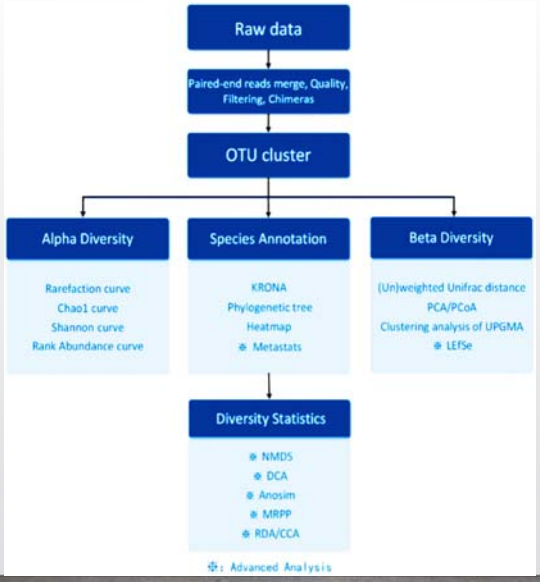
ต้นทาง



1

Secondary Data

ต้นทาง

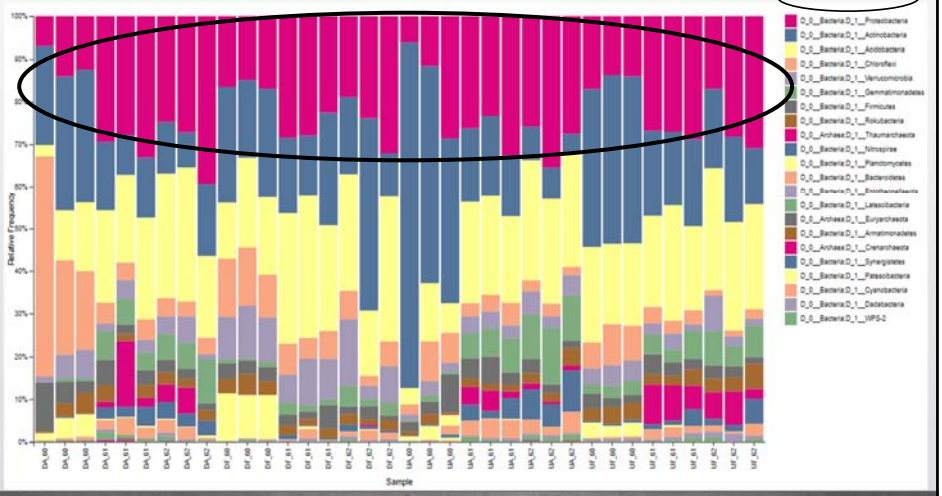


11

ต้นทาง

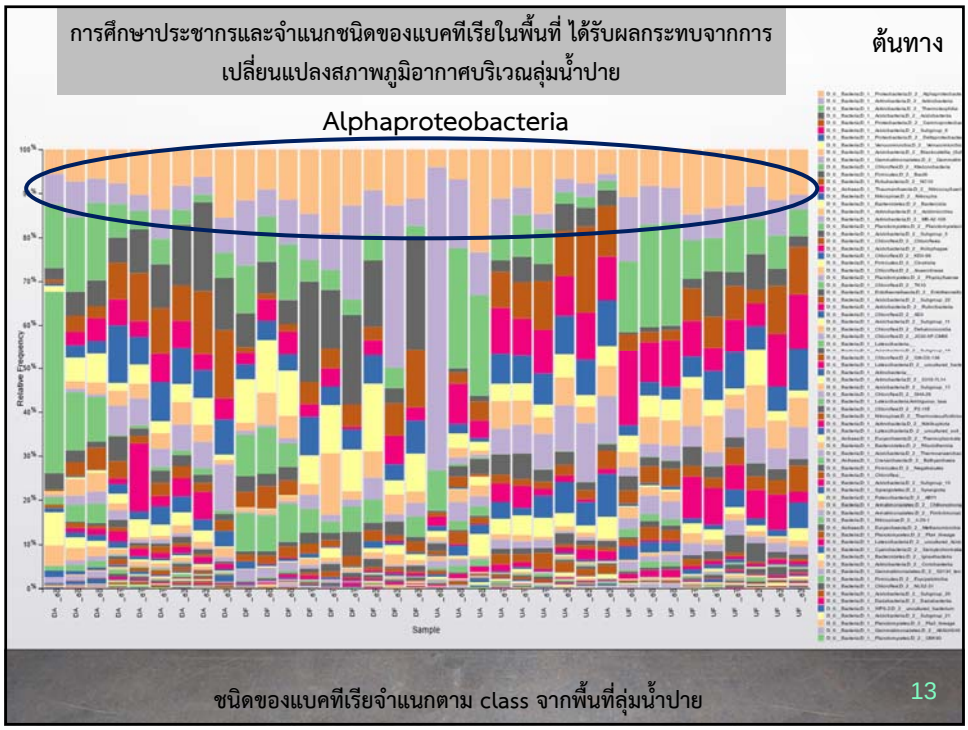
การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

Proteobacteria

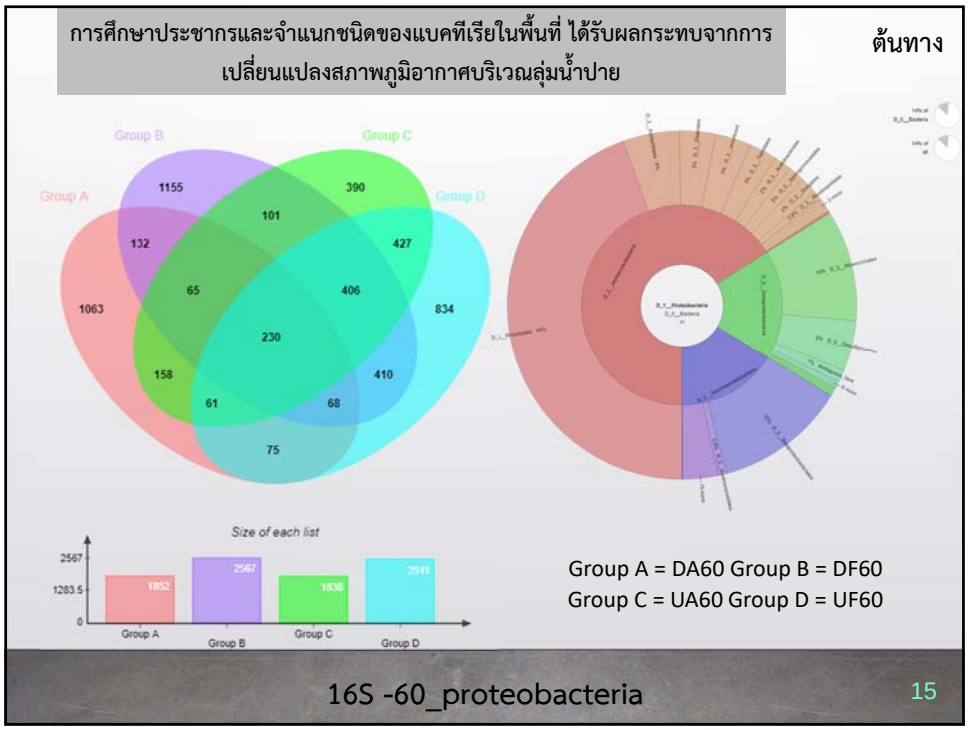


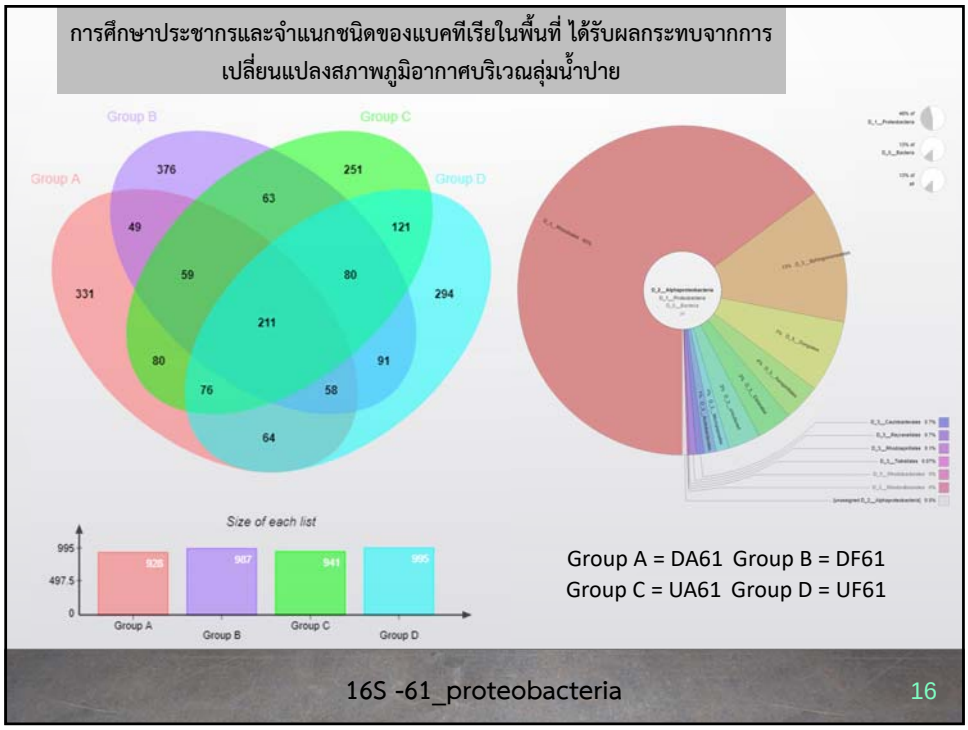
ชนิดของแบคทีเรียจำแนกตาม phylum จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย

12


การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย
ต้นทาง
Alphaproteobacteria
Relative Frequency
Sample
ชนิดของแบคทีเรียจำแนกตาม class จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย
13

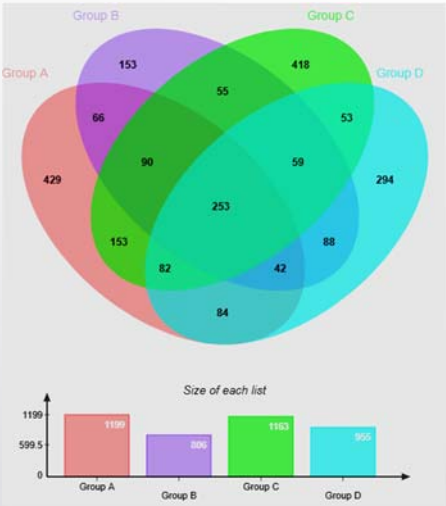
การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย
ต้นทาง
Relative Frequency
Sample
ชนิดของแบคทีเรียจำแนกตาม genus จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย
14

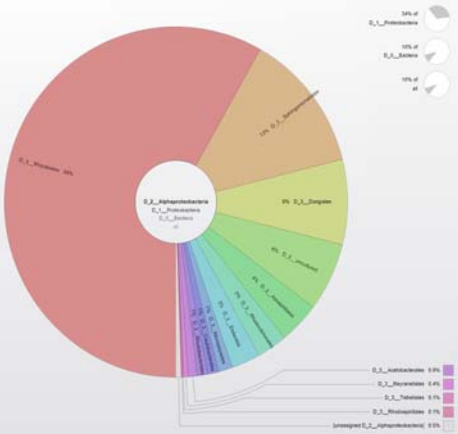

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย
ต้นทาง
Group A
Group B
Group C
Group D
1063
1155
390
834
132
101
427
65
406
230
158
410
61
68
75
Size of each list
2567
1283.5
0
1852
2567
1830
2511
Group A
Group B
Group C
Group D
Group A = DA60 Group B = DF60
Group C = UA60 Group D = UF60
16S -60_proteobacteria
15


การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย
Group A
Group B
Group C
Group D
331
376
251
63
49
121
59
80
294
211
80
91
76
58
64
Size of each list
995
497.5
0
926
987
941
995
Group A
Group B
Group C
Group D
Group A = DA61 Group B = DF61
Group C = UA61 Group D = UF61
16S -61_proteobacteria
16

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง





Group A = UF Group B = UA
Group C = DF Group D = DA

16S -62_proteobacteria

17

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแบคทีเรียในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง

สรุปผลการทดลอง

ประชากรของแบคทีเรียที่มประโยชน์ทางการเกษตร จะอยู่ใน order *Rhizobialres* พบในปี 2560 2561 และ 2562 มีจำนวนร้อยละ 45 65 และ 58 ตามลำดับ

18

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง

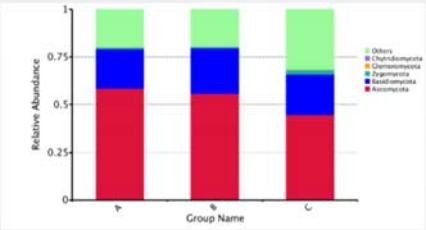
ปี/ฤดู	ป่าปลายน้ำ	เกษตรปลายน้ำ	เกษตรต้นน้ำ	ป่าต้นน้ำ
ปี 2560				
หนาว	3.95×10^4	5.84×10^4	7.05×10^4	7.98×10^4
ร้อน	1.8×10^4	1.6×10^4	5.8×10^3	6.1×10^3
ฝน	2.81×10^4	2.38×10^4	4.10×10^3	2.95×10^3
ปี 2561				
หนาว	4.51×10^4	6.41×10^4	6.35×10^4	8.58×10^4
ร้อน	1.48×10^4	1.26×10^4	3.71×10^3	1.10×10^3
ฝน	1.80×10^4	2.98×10^4	4.46×10^3	3.21×10^3
ปี 2562				
หนาว	2.46×10^4	8.08×10^4	4.81×10^4	1.60×10^4
ร้อน	2.40×10^4	2.10×10^4	2.97×10^3	2.15×10^3
ฝน	2.20×10^4	3.20×10^4	4.56×10^3	2.52×10^3

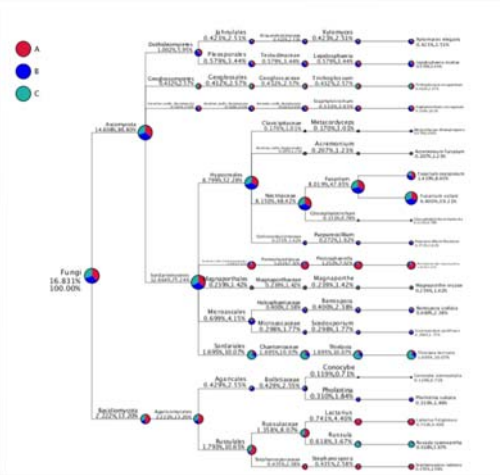
19

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง

การศึกษาชุมชนราดินในพื้นที่ป่าและพื้นที่ทำการเกษตรบริเวณลุ่มน้ำปายที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนจากตัวอย่างดิน 12 ตัวอย่างที่เก็บจาก 4 พื้นที่ในช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อนและฤดูฝนในปี 2560 - 2562 โดยศึกษาลักษณะต่างๆ ของการจัดลำดับยีน rRNA แบบ transcribed spacer (ITS) สามารถจัดกลุ่มได้ 16.83 % ประกอบด้วย phylum Ascomycota 14.61% รองลงมาคือ Basidiomycota 2.22 % Chytridiomycota, Glomeromycota และ Zygomycota พบน้อยมาก ราส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Fungi incertae sedis



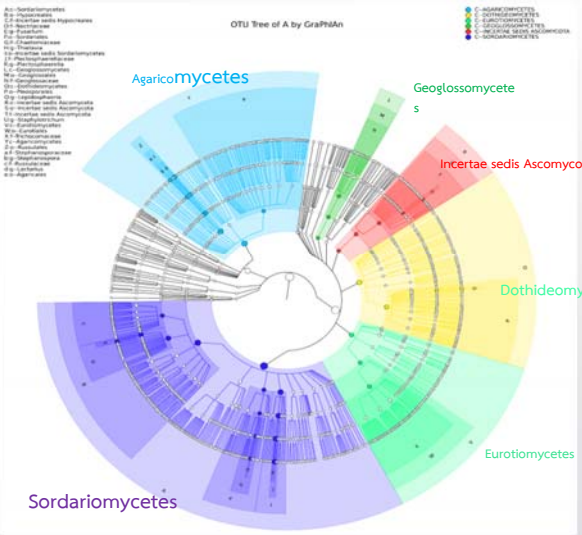


ความหลากหลายของราดินในแต่ละฤดูของทุก ๆ ตัวอย่างดินมีรากลุ่ม Ascomycota มากที่สุดในฤดูหนาว (A) และมี กลุ่ม Basidiomycota มากที่สุดในฤดูร้อน (B) Zygomycota พบมากที่สุดในฤดูฝน

20

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง



class Sordariomycetes ของ phylum Ascomycota ถูกพบมากที่สุดตามด้วย Dothideomycetes, Eurotiomycetes, Dothideomycetes และ Pezizomycetes นอกจากนี้ยังพบว่า Sordariomycetes มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางทุก ๆ ตัวอย่างดิน

ราที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตรส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Ascomycota และ class Sardariomycetes เช่น รา Trichoderma Penicillium

ราที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตรส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Basidiomycota เช่น เห็ด ราในกลุ่มเอคโตไมคอร์ไรซา ส่วน กลุ่ม Glomeromycota ประกอบด้วยกลุ่มราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา

21

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง

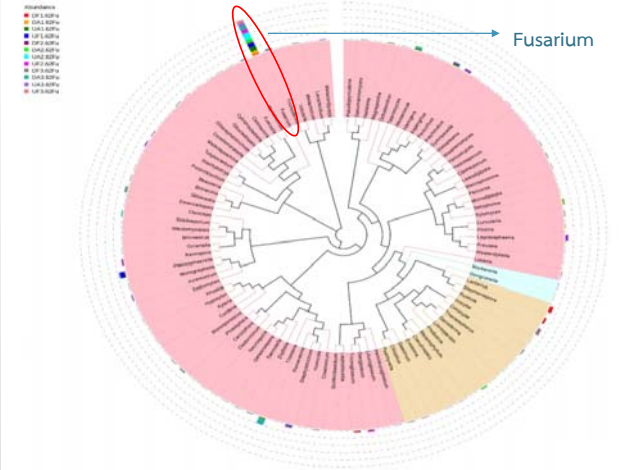
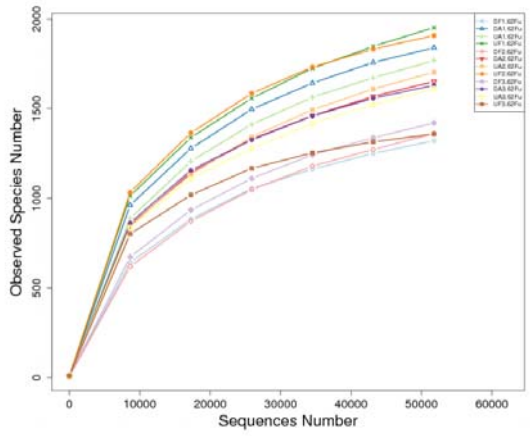


Fig. genus evolutionary tree

สกุลราดินที่พบมากที่สุดคือ Fusarium (Sordariomycetes) ซึ่งจัดเป็นสกุลเด่นที่ถูกพบในทุก ๆ ตัวอย่างดินที่เก็บในแต่ละพื้นที่และแต่ละฤดู

22

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย **ต้นทาง**

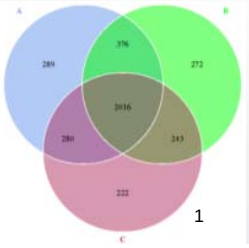


Observed species

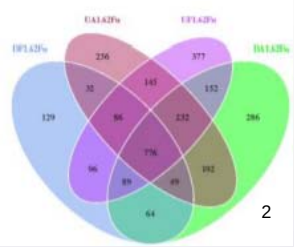
ตัวอย่างดินจากป่าต้นน้ำในฤดูหนาวตรวจพบจำนวนชนิดของราดินได้มากที่สุด รองลงมาคือดินจากป่าต้นน้ำในฤดูร้อนและดินจากป่าปลายน้ำในฤดูหนาวตรวจพบจำนวนชนิดราดินได้น้อยที่สุด

23

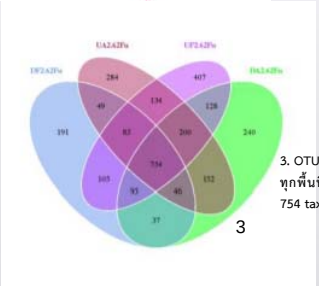
การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย **ต้นทาง**



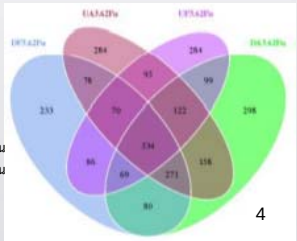
1. OTU ที่ถูกพบในตัวอย่างดินทุกฤดูมีจำนวน 2,016 taxa



2. OTU ที่ถูกพบในตัวอย่างดินทุกพื้นที่ในฤดูหนาวมีจำนวน 776 taxa



3. OTU ที่ถูกพบในตัวอย่างดินทุกพื้นที่ในฤดูร้อนมีจำนวน 754 taxa

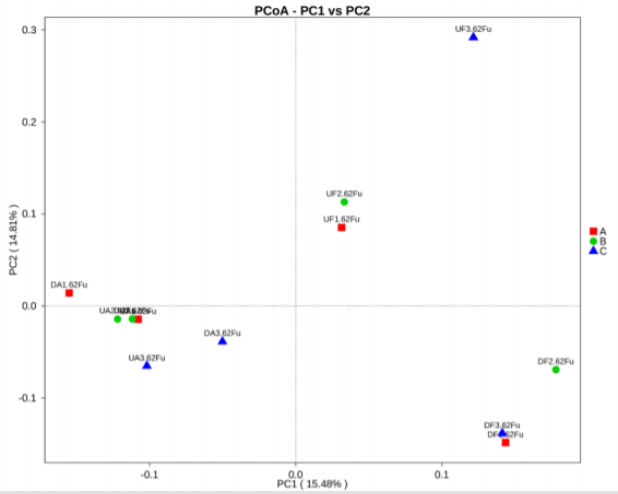


4. OTU ที่ถูกพบในตัวอย่างดินทุกพื้นที่ในฤดูฝนมีจำนวน 534 taxa

24

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของราดินในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง



การวิเคราะห์องประกอบหลัก (Principal Co-ordinates Analysis (PCoA)) พบว่า taxa ที่พบแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม คือในปี 2561 กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยชุมชนเชื้อราจาก DF1 DA1 และ UA1 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย DF2 และ DA3 กลุ่ม 3 ประกอบด้วย DA2 และ UA2 กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย UF3 กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วย UF1, UA2 และ DF3 กลุ่มที่ 6 ประกอบด้วย UF2 ในปี 2562 กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยชุมชนเชื้อราจาก DF1 DF3 และ DF2 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย UF1 และ UF2 กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยกลุ่มที่มาจาก DA1 และ DA2 กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วย UA1 UA2 และ UA3 กลุ่ม 5 ประกอบด้วย DA3 กลุ่ม 6 ประกอบด้วย UF3 ชุมชนของเชื้อรามีลักษณะคล้ายกันในฤดูหนาวและฤดูร้อน แต่แตกต่างจากตัวอย่างในฤดูฝนทั้งสองปี

DF = ดินป่าต้นน้ำ DA = ดินเกษตรต้นน้ำ
UF = ดินป่าปลายน้ำ UA = ดินเกษตรปลายน้ำ
1 = ฤดูหนาว 2 = ฤดูร้อน 3 = ฤดูฝน

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแอคติโนมัยสีทในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

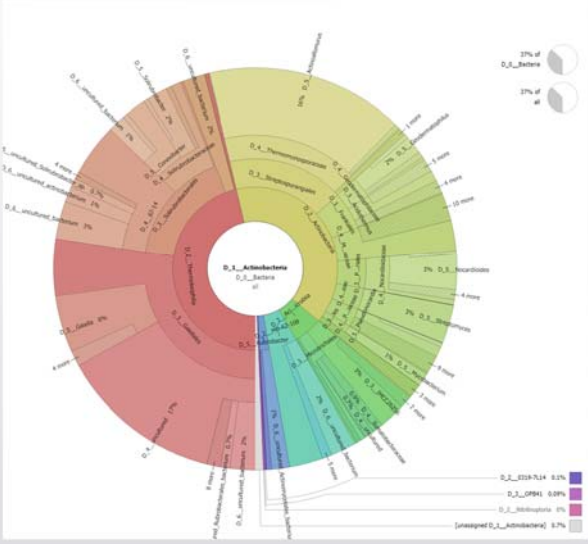
ต้นทาง

ปี/ฤดู	ป่าปลายน้ำ	เกษตรปลายน้ำ	เกษตรต้นน้ำ	ป่าต้นน้ำ
ปี 2560				
หนาว	5.9×10^{6}	1.99×10^{6}	3.5×10^{6}	1.97×10^{6}
ร้อน	6.7×10^{4}	1.1×10^{4}	2.4×10^{5}	1.5×10^{4}
ฝน	5.3×10^{6}	1.9×10^{6}	4.0×10^{6}	5.4×10^{6}
ปี 2561				
หนาว	5.5×10^{6}	1.37×10^{6}	2.2×10^{6}	5.9×10^{6}
ร้อน	2.5×10^{6}	1.05×10^{6}	4.6×10^{6}	8.0×10^{5}
ฝน	1.89×10^{6}	1.35×10^{6}	1.33×10^{6}	1.19×10^{6}
ปี 2562				
หนาว	1.68×10^{6}	9.2×10^{5}	3.8×10^{5}	3.3×10^{6}
ร้อน	3.5×10^{6}	1.17×10^{7}	6.6×10^{6}	3.2×10^{6}
ฝน	4.1×10^{6}	6.8×10^{6}	3.3×10^{5}	7.0×10^{6}

จากตัวอย่างดิน 12 ตัวอย่างสามารถจำแนกหน่วยอนุกรมวิธานปฏิบัติการ (OTU) ของ 16S ได้ 5,522 หน่วย จัดกลุ่มได้ 43 phyla 820 สกุล โดยแบ่งเป็น Actinobacteria จำนวนนี้ 92 สกุล โดยความหลากหลายของแอคติโนแบคทีเรียมีมากที่สุดในดินป่าปลายน้ำ และพบในปริมาณต่ำในดินเกษตร

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแอคติโนมัยสีทในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ บริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง



จากตัวอย่างดิน 12 ตัวอย่างสามารถจำแนกหน่วยอนุกรมวิธานปฏิบัติการ (OTU) ของ 16S ได้ **123,771** OTU Phylum Actinobacteria ตรวจพบ 45,928 OTU ประกอบด้วย 4 class ได้แก่

- Thermoleophilia ตรวจพบ 21,267 OTU คิดเป็น 46% ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Actinobacteria ตรวจพบ 18,206 OTU คิดเป็น 40% ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Acidimicrobiia ตรวจพบ 2,609 OTU คิดเป็น 6% ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Rubrobacter ตรวจพบ 855 OTU คิดเป็น 2% ของ Actinobacteria ทั้งหมด

27

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแอคติโนมัยสีทในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ บริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง

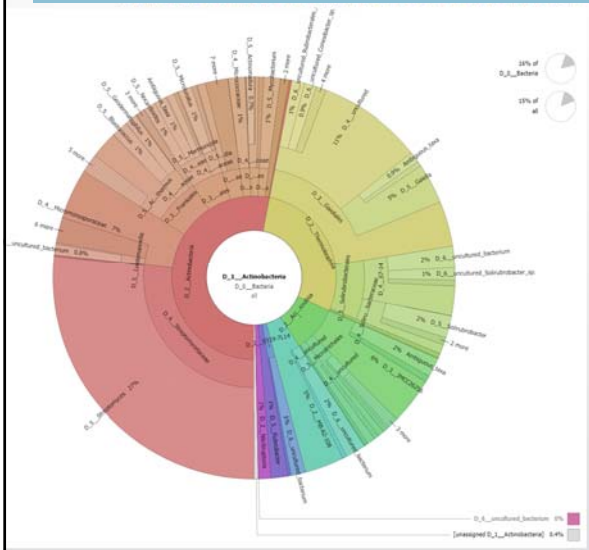
จากตัวอย่างดิน 12 ตัวอย่างสามารถจำแนกหน่วยอนุกรมวิธานปฏิบัติการ (OTU) ของ 16S ได้ **118,160** OUT มี Phylum Actinobacteria ตรวจพบ 21,399 OTU คิดเป็น 18 % ของแบคทีเรียทั้งหมด
ประกอบด้วย 4 class ได้แก่

- Actinobacteria ตรวจพบ 9,228 OTU คิดเป็น 40% ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Thermoleophilia ตรวจพบ 8,424 OTU คิดเป็น 39% ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Acidimicrobiia ตรวจพบ 1,487 OTU คิดเป็น 7% ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Rubrobacter ตรวจพบ 260 OTU คิดเป็น 1% ของ Actinobacteria ทั้งหมด

28

การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแอคติโนมัยสีทในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง



จากตัวอย่างดิน 12 ตัวอย่างสามารถจำแนกหน่วยอนุกรมวิธานปฏิบัติการ (OTU) ของ 16S ได้ **120,499** OUT มี Phylum Actinobacteria ตรวจพบ 18,877 OTU คิดเป็น 16 **%** ของแบคทีเรียทั้งหมด

ประกอบด้วย 5 class ได้แก่

- Actinobacteria ตรวจพบ 10,005 OTU คิดเป็น **53%** ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Thermoleophilia ตรวจพบ 5,407 OTU คิดเป็น **29%** ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Acidimicrobiia ตรวจพบ 1,721 OTU คิดเป็น **9%** ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Rubrobacter ตรวจพบ 258 OTU คิดเป็น **1%** ของ Actinobacteria ทั้งหมด
- Nitriliruptoria ตรวจพบ 188 OTU คิดเป็น **1%** ของ Actinobacteria ทั้งหมด

29

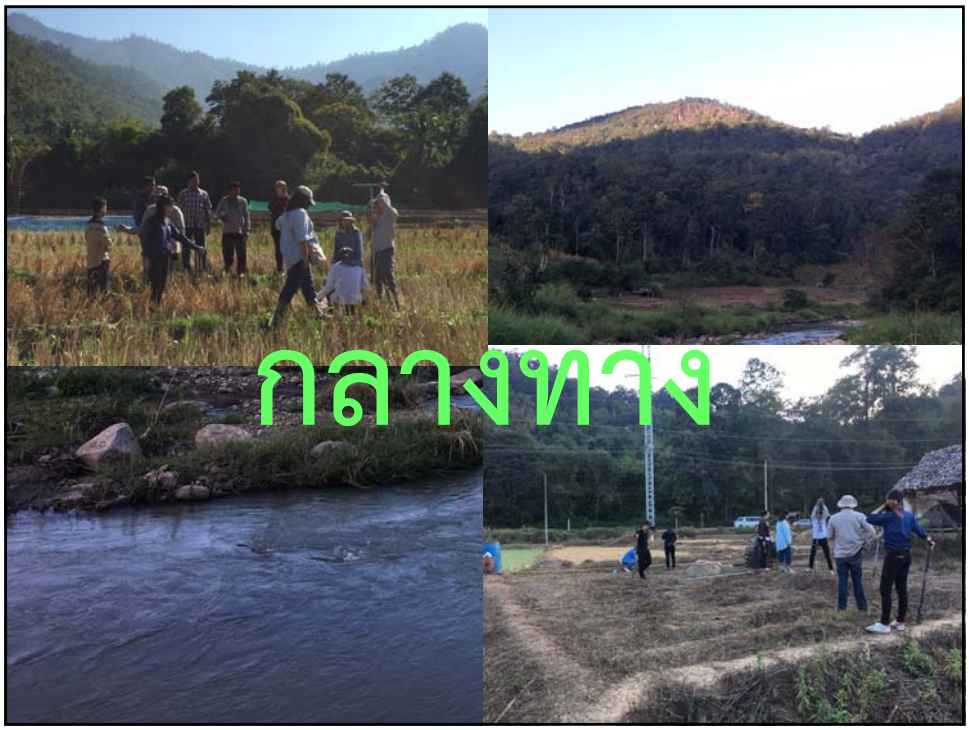
การศึกษาประชากรและจำแนกชนิดของแอคติโนมัยสีทในพื้นที่ ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ต้นทาง

สรุปผลการทดลอง

- การศึกษาทั้ง 3 ปี พบว่าในฤดูฝนตรวจพบประชากรแอคติโนมัยสีมากที่สุด
- Phylum Actinobacteria ในปี 2560 ตรวจพบจำนวนประชากรมากที่สุดถึง 45,928 OTU
- แอคติโนแบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มของ Streptomyces มีรายงานพบมากถึง 90 % ในดิน
- แอคติโนแบคทีเรียส่วนใหญ่อาศัยอยู่บริเวณรากพืชมีปฏิสัมพันธ์กับพืชโดยทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืช (PGPR)

30



การศึกษาศักยภาพของเชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ศึกษาการใช้เชื้อ *Bradyrhizobium* spp.จำนวน 30 สายพันธุ์ที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปายกับถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน ในสภาพไม่มีธาตุอาหารไนโตรเจน ของห้องปฏิบัติการของกลุ่มงานวิจัยจุลินทรีย์ดิน พบว่าการใส่เชื้อ *Bradyrhizobium* spp.ทั้งหมดทำให้รากถั่วมีการติดปม และสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการตรึงไนโตรเจนของแต่ละสายพันธุ์ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้สูงที่สุดจำนวน 3 สายพันธุ์ คือ DASA 32019, DASA 32025 และ DASA 32116 ซึ่งมีอัตราการตรึงไนโตรเจนเท่ากับ 38.269, 41.343 และ 39.288 ไมโครโมลเอธิลีนต่อกระถางต่อชั่วโมงตามลำดับ

รหัสชื่อ	จำนวนปม (ปม/ต้น)	น้ำหนักสดปม (กรัม/ต้น)	น้ำหนักแห้งปม (กรัม/ต้น)	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม/ต้น)	การตรึงไนโตรเจน (ไมโครโมลเอธิลีน/กระถาง/ชั่วโมง)ชั่วโมง)
Control(ไม่ใส่เชื้อ)	0	0.00	0.00	1.39	0.199
DASA32019	74	2.10	0.48	4.50	38.269
DASA32025	108	2.93	0.63	5.92	41.343
DASA32116	77	2.00	0.46	6.10	39.288

การศึกษาศักยภาพของไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

กรรมวิธี	จำนวนปม/ต้น	น้ำหนักสดปม (กรัม)/ต้น	น้ำหนักแห้งปม (กรัม)/ต้น	น้ำหนักสดราก (กรัม)/ต้น	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)/ต้น	น้ำหนักสดต้น (กรัม)/ต้น	น้ำหนักแห้งต้น (กรัม)/ต้น	ค่าการตรึงไนโตรเจน (µmol C_2H_4/ ต้น/ชั่วโมง
Bradyrhizobium DASA32019 (A)	64	1.26	0.28	6.93 abc	1.73 abc	73.80 ab	17.16 ab	12.91 b
Bradyrhizobium DASA32025 (B)	60	1.41	0.31	8.69 a	2.08 a	64.89 ab	16.30 ab	14.89 b
Bradyrhizobium DASA32116 (C)	86	2.61	0.51	8.34 ab	2.03 a	76.83 a	17.41 a	23.16 ab
Bradyrhizobium sp. กรมวิชาการฯ	77	1.67	0.43	7.54 ab	1.83 abc	58.34 ab	13.95 ab	24.13 ab
Bradyrhizobium A + B + C	68	1.53	0.36	6.26 bc	1.30 bc	65.66 ab	15.53 ab	17.65 ab
ไม่ใส่ปุ๋ย	48	1.03	0.24	7.75 ab	1.88 ab	62.09 ab	14.37 ab	12.68 b
ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟตในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่	78	1.72	0.41	4.98 c	1.14 c	52.50 b	12.61 b	28.14 a
CV	36.44	38.61	40.93	15.47	21.63	17.63	15.71	35.62

นำเชื้อไรโซเบียมทั้ง 3 สายพันธุ์มาทดสอบในระดับกระถางทำการตรวจวัดการตรึงไนโตรเจนในระยะออกดอกที่ อายุ 35 วันหลังปลูก

- จำนวนปม น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งปม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
- น้ำหนักสดราก น้ำหนักแห้งราก ในกรรมวิธีที่ 2 มีความแตกต่างจากกรรมวิธีที่ 5 และกรรมวิธีที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
- น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งต้นในกรรมวิธีที่ 3 มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ 7
- ค่าการตรึงไนโตรเจนพบว่ากรรมวิธีที่ 7 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 24.13 µmol C_2H_4/ ต้น/ชั่วโมง

กรรมวิธีที่ 1, 2 และ 6 มีค่าการตรึงไนโตรเจนที่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

33

การศึกษาศักยภาพของไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

กรรมวิธี	จำนวนฝัก/ต้น	จำนวนเมล็ดทั้งหมด	นน.เมล็ดทั้งหมด	นน. 100 เมล็ด
Bradyrhizobium DASA32019 (A)	52	161	30.57	15
Bradyrhizobium DASA32025 (B)	67	225	33.15	14.26
Bradyrhizobium DASA32116 (C)	57	207	29.7	15.01
Bradyrhizobium sp. กรมวิชาการฯ	53	172	26.44	14.91
Bradyrhizobium A+B+C	55	207	28.69	14.33
ไม่ใส่ปุ๋ย	55	195	27.2	14.33
ปุ๋ยทริปเปิ้ลซุปเปอร์ฟอสเฟตในอัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่	51	186	25.63	14.42
CV	20.63	17.23	17.23	7.26

ผลผลิตถั่วเหลืองตาแดงที่ปลูกในกระถางทดลอง เก็บเกี่ยวผลผลิตเมื่อต้นถั่วมีอายุได้ 105 วัน หลังปลูกพบว่า จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ด และ น้ำหนัก 100 เมล็ดในทุก ๆ กรรมวิธีการใส่ปุ๋ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยพบว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยชีวภาพ *Bradyrhizobium* spp. สายพันธุ์ DASA32025 ให้จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ดทั้งหมด น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด มากที่สุด เท่ากับ 67 ฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดทั้งหมด 225 เมล็ด และ นน. เมล็ด เท่ากับ 33.15 กรัม และเมื่อนำเชื้อผสม 3 สายพันธุ์มาใช้ พบว่ามีจำนวนฝักต่อต้น เท่ากับ 55 ฝัก จำนวนเมล็ดทั้งหมด เท่ากับ 172 เมล็ด และน้ำหนักเมล็ด เท่ากับ 28.69 กรัม

34

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย และคัดเลือกสายพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงสุดเพื่อนำไปพัฒนาปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ที่มีประสิทธิภาพสูงและเหมาะกับทุกพื้นที่

วิธีดำเนินการทดลอง

1. คัดแยกแบคทีเรีย
- ใช้อาหารจำเพาะ (selective media) NFb, RC และ LGI
- เก็บตัวอย่าง 4 จุด รวม 36 ตัวอย่าง ในพื้นที่ผลิตพืชและป่าบริเวณต้นน้ำและปลายน้ำ

2. วัดประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรีย
- ตรึงไนโตรเจน
- ผลิต IAA และ GA_3
- ละลายฟอสฟอรัส
- ผลิตซิเดอโรฟอร์

3. จำแนกสกุลและชนิดโดยวิธีทางสัณฐานวิทยา ชีวเคมี และเทคนิคมัลดิทอฟ (MALDI-TOF)
- โดยวิธีทางสรีระวิทยา ด้วยอาหารแข็งและย้อมสีแกรม
- โดยวิธีทางชีวเคมีด้วย API 20 NE test kit
- โดยเทคนิคมัลดิทอฟ (MALDI-TOF)

4. ศึกษาประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในห้องปฏิบัติการ
- คัดเลือกแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพสูง จากข้อ 2 มาทำการทดสอบในหลอดทดลองและขวดแก้ว
- พืชทดสอบ ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด และกระเทียม

5. วิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธีการของ Duncan's new multiple range test (DMRT)

35

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 1 ความสามารถในการตรึงไนโตรเจนและผลิต IAA ของเชื้อบริสุทธิ์สกุล *Azospirillum* ที่แยกได้จากตัวอย่างดิน

ไอโซเลท	ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน (μmol C_2H_2/h/tube)	ความสามารถในการผลิต IAA (ppm)
AP1	0.903 ± 0.141	77.21
AP3	0.482 ± 0.253	68.70
AP4	0.640 ± 0.091	62.24
AP5	0.346 ± 0.206	57.63
AP6	0.069 ± 0.025	71.83
AP7	0.096 ± 0.031	87.54
AP8	0.054 ± 0.023	71.78
AP9	0.042 ± 0.031	69.31
AP10	0.071 ± 0.023	74.46
AP11	0.066 ± 0.011	53.95
AP12	0.065 ± 0.015	54.14
AP13	0.049 ± 0.003	48.58
AP14	0.053 ± 0.010	72.03
AP20	0.080 ± 0.020	10.42
AP21	0.700 ± 0.102	15.83
AP26	0.820 ± 0.058	17.84
AP27	0.740 ± 0.017	13.54
AP29	0.712 ± 0.135	19.96
AP31	0.602 ± 0.996	15.48

36

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 2 ความสามารถในการตรึงไนโตรเจนและผลิต IAA ของเชื้อบริสุทธิ์สกุล *Azotobacter* ที่แยกได้จากตัวอย่างดิน

ไอโซเลท	ความสามารถในการตรึงไนโตรเจน (µmol C_2H_2/h/tube)	ความสามารถในการผลิต IAA (ppm)
AT1	7.952 ± 1.546	108.43
AT2	5.782 ± 1.453	19.48
AT3	5.785 ± 2.715	15.86
AT4	9.136 ± 0.542	39.94
AT6	4.410 ± 0.321	14.02
AT7	4.774 ± 0.614	16.48
AT9	5.861 ± 0.714	14.50
AT10	6.016 ± 1.007	13.50
AT11	3.203 ± 0.595	44.63
AT32	7.533 ± 0.548	25.12
AT35	6.214 ± 0.152	26.70
AT37	6.899 ± 0.167	32.02
AT38	7.778 ± 0.220	27.97
AT39	6.562 ± 0.179	20.00

37

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 3 ความสามารถในการผลิตจิบเบอเรลลิน (GA3) ความสามารถในการละลายฟอสเฟต และความสามารถในการผลิตสาร siderophore ของเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้จากตัวอย่างดิน

ไอโซเลท	ความสามารถในการผลิตจิบเบอเรลลิน (ppm)	ความสามารถในการละลายฟอสเฟต		ความสามารถในการผลิตสารซิเดอโรฟอร์
		Pikovskaya' medium	SRSM	
Azopirillum brasilense (DASF04003)	180.77	+	+	+
Azopirillum brasilense (DASF04005)	210.01	+	+	+
Azotobacter vinelandii (DASF04141)	176.07	-	+	+
Azopirillum (AP1)	153.59	-	+	-
Azopirillum (AP3)	338.32	-	+	-
Azopirillum (AP4)	154.15	-	+	-
Azopirillum (AP5)	184.73	-	+	-
Azopirillum (AP7)	183.21	-	+	-
Azotobacter (AT1)	231.33	-	+	-
Azotobacter (AT4)	156.18	-	+	-
Azotobacter (AT9)	207.42	-	+	-
Azotobacter (AT10)	595.52	-	+	-

หมายเหตุ : + = ให้ผลเป็นบวกในการทดสอบ - = ให้ผลเป็นลบในการทดสอบ

38

ตารางที่ 4 ลักษณะทางชีวเคมีของเชื้อสกุล *Azospirillum* โดยใช้ชุดทดสอบ API 20NE

กลางทาง

ไอโซเลท	NO_3	TRP	GLU	ADH	URE	ESC	GEL	PNG	GLU	ARA	MNE	MAN	NAG	MAL	GNT	CAP	ADI	MLT	CIT	PAC
DASF 04008	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
DASF 04003	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DASF 04141	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AP1	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
AP3	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-
AP4	+	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-
AP5	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
AP7	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-

NO_3 = reduction of NO_3 to N_2O and reduction of NO_3 to N_2, TRP = L-tryptophan, GLU = D-glucose, ADH = L-arginine, URE = Urea, ESC = Esculin ferric citrate, GEL = Gelatin (bovine origin), PNPG = 4-nitrophenyl-βD-galactopyranoside, GLU = D-glucose, ARA = L-arabinose, MNE = D-mannose, MAN = D-mannital, NAG = N-acetyl-glucosamine, MAL = D-maltose, GNT = potassium gluconate, CAP = capric acid, ADI = adipic acid, MLT = malic acid, CIT = trisodium citrate and PAC = phenyl acetic acid

39

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 5 ลักษณะทางชีวเคมีของเชื้อสกุล *Azotobacter* โดยใช้ชุดทดสอบ API 20NE

ไอโซเลท	NO_3	TRP	GLU	ADH	URE	ESC	GEL	PNG	GLU	ARA	MNE	MAN	NAG	MAL	GNT	CAP	ADI	MLT	CIT	PAC
DASF04141	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT1	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT4	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT9	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AT10	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

NO_3 = reduction of NO_3 to N_2O and reduction of NO_3 to N_2, TRP = L-tryptophan, GLU = D-glucose, ADH = L-arginine, URE = Urea, ESC = Esculin ferric citrate, GEL = Gelatin (bovine origin), PNPG = 4-nitrophenyl-βD-galactopyranoside, GLU = D-glucose, ARA = L-arabinose, MNE = D-mannose, MAN = D-mannital, NAG = N-acetyl-glucosamine, MAL = D-maltose, GNT = potassium gluconate, CAP = capric acid, ADI = adipic acid, MLT = malic acid, CIT = trisodium citrate and PAC = phenyl acetic acid

40

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 6 การจำแนกด้วยเทคนิคมัลดิทอฟ (MALDI-TOF)

รหัสเชื้อจุลินทรีย์	ผลการจำแนก	ค่า Score value*
DASF 04003	*Azospirillum brasilense*	2.35
DASF 04005	*Azospirillum brasilense*	2.20
DASF 04141	*Azotobacter vinelandii*	2.28
AP1	*Azospirillum*	1.75
AP3	*Azospirillum*	1.78
AP4	*Azospirillum*	1.72
AP5	*Azospirillum*	1.86
AP7	*Azospirillum*	1.19
AT1	*Azotobacter*	1.85
AT4	*Azotobacter*	1.81
AT9	*Azotobacter*	1.90
AT10	*Azotobacter*	1.80

* score ระหว่าง 0.00 - 1.69 แสดงผลเป็นสีแดง แปลผลว่า ไม่สามารถจำแนกได้

score ระหว่าง 1.70 - 1.99 แสดงผลเป็นสีเหลือง แปลผลว่า สามารถรายงานระดับสกุล (genus) ของจุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์

score ระหว่าง 2.00 - 3.00 แสดงผลเป็นสีเขียว แปลผลว่า สามารถรายงานระดับสกุล (genus) และชนิด (species) ของจุลินทรีย์ที่ทำการวิเคราะห์

41

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 9 ผลของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อการการเจริญเติบโตของข้าวในขวดแก้ว

ไอโซเลท	ข้าว	
	ความยาวราก (ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)
Control	11.18 a	6.83 c
DASF04005	12.25 a	8.67 b
AP1	11.58 a	10.58 a
AP4	8.83 b	4.67 d
AT1	11.25 a	8.58 bc
AT9	11.75 a	8.58 bc
C.V. (%)	6.27**	13.46**

ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

42

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 7 ผลของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อการเจริญเติบโตของข้าวโพดในขวดแก้ว

ไอโซเลท	ข้าวโพด	
	ความยาวราก (ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)
Control	5.83 ab	25.67 d
DASF04003	6.67 a	36.17 b
DASF04141	6.46 a	27.83 d
AP1	6.17 a	40.83 a
AP4	4.67 b	33.83 bc
AT1	4.83 b	34.17 bc
AT9	5.67 ab	31.67 c
C.V. (%)	13.31**	5.93**

ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

43

การศึกษาศักยภาพของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 8 ผลของแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชต่อการการเจริญเติบโตของกระเทียมในขวดแก้ว

ไอโซเลท	กระเทียม	
	ความยาวราก (ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)
Control	2.07 ab	3.17 b
DASF04003	2.58 a	3.83 b
AP1	2.08 ab	2.92 b
AP4	1.27 b	1.22 c
AT1	1.12 b	1.18 c
AT9	2.83 a	5.33 a
C.V. (%)	36.03**	23.87**

ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

44

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สามารถแยกเชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเติบโตของพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีบนอาหารวุ้นได้จำนวน 33 ไอโซเลท และจำแนกเป็น 2 สกุล คือ สกุล *Azospirillum* และ สกุล *Azotobacter* ผลของการวัดความสามารถในการตรึงไนโตรเจนและความสามารถในการผลิต IAA ของเชื้อบริสุทธิ์ที่แยกได้ชี้ให้เห็นว่า เชื้อสกุล *Azotobacter* มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนสูงว่าเชื้อสกุล *Azospirillum* แต่มีความสามารถในการผลิต IAA ได้ต่ำกว่า ส่วนการศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ 999 ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง และกระเทียมพันธุ์พื้นเมือง แบคทีเรียทั้งสองสกุลทุกไอโซเลทมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบแตกต่างกัน โดยแบคทีเรียไอโซเลท AP1 มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิดสูงที่สุด รองลงมา คือ แบคทีเรียไอโซเลท AT1 เพื่อยืนยันผลของแบคทีเรียต่อการเจริญเติบโตของพืชควรทำการศึกษาในระดับแปลงทดลองต่อไป

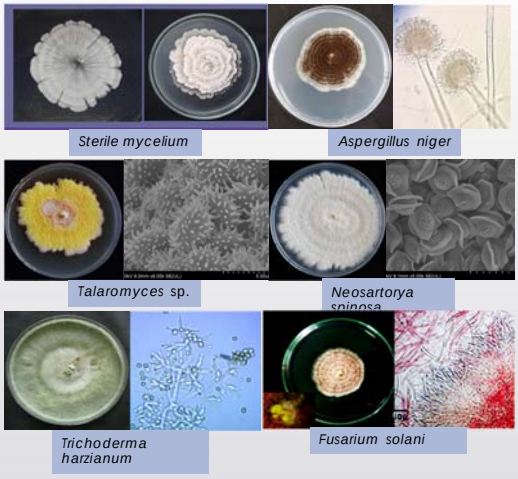
การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

นำเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากการทดลอง (AP1 AT1 และ AT9) ไปศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียม ข้าวโพด และข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย เพื่อนำข้อมูลและเชื้อแบคทีเรียที่มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตสูงสายพันธุ์ใหม่ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสมกับพื้นที่ปลูกกระเทียม ข้าวโพด และข้าว

45

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง



แยกราดินได้ทั้งหมด 390 สายพันธุ์ นำมาจัดจำแนกตามลักษณะทางสัณฐานวิทยาได้ 18 สกุล 18 ชนิด แบ่งเป็นราในกลุ่ม Zygomycota 4 สกุล Ascomycota 13 สกุล Basidiomycota 1สกุล และราที่ไม่สร้างสปอร์ (sterile mycelium) จำนวน 55 สายพันธุ์

ราที่พบมากในทุกพื้นที่ ได้แก่ ราที่ไม่สร้างสปอร์ สร้างเพียงเส้นใยรา (Sterile mycelium)พบจำนวน 55 สายพันธุ์ รองลงมาได้แก่รา *Aspergillus niger* (32 สายพันธุ์) *Talaromyces* spp. (30 สายพันธุ์) และ *Neosartorya* spp. (23)

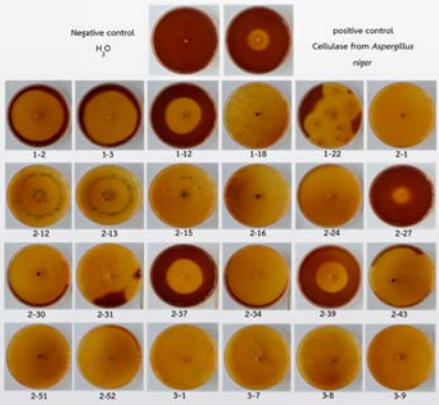
ราที่พบเฉพาะในพื้นที่ทำการเกษตรได้แก่ รา *Fusarium solani*, *Sclelotium rolfsii* และ*Trichoderma harzianum*

46

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การทดสอบประสิทธิภาพในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสเพื่อย่อยเซลลูโลส



ประสิทธิภาพการย่อยสลายเซลลูโลสของราดิน 24 สายพันธุ์ ที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย บนอาหาร Cellulose congo red agar บ่มที่อุณหภูมิห้อง

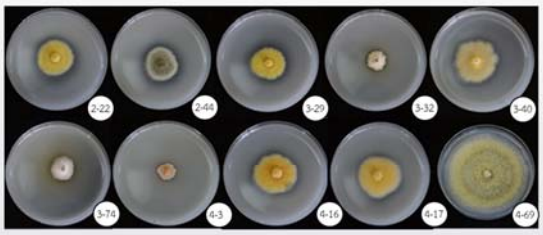
พบราดินจำนวน 5 สายพันธุ์ที่สามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้ดีกว่าเอนไซม์เซลลูเลสที่สกัดจากรา *Aspergillus niger* ได้แก่ สายพันธุ์รา *Talaromyces* sp. สายพันธุ์ 2-24, รา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ 2-15, 2-16, รา *Aspergillus niger* สายพันธุ์ 2-43 และ รา *Trichoderma* sp. สายพันธุ์ 1-18 โดยมีค่าการย่อยเซลลูโลสอยู่ที่ 21.5, 20, 20, 14.3 และ 9.3 ตามลำดับ

47

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ลักษณะของราดินที่สามารถย่อยสลายฟอสเฟตบนอาหาร Pikovskaya's agar



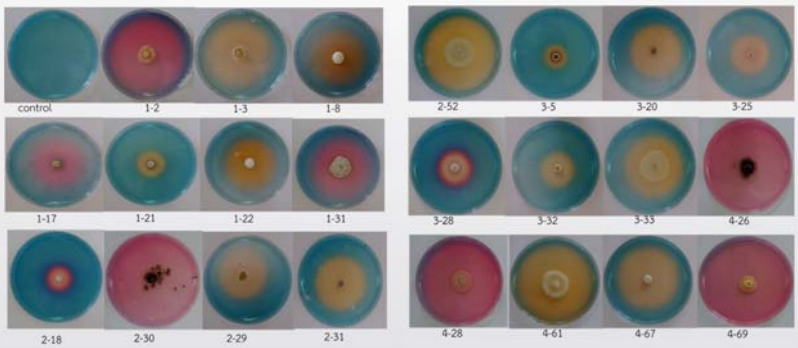
พบราดินจำนวน 10 สายพันธุ์ได้แก่ รา *Penicillium* sp. สายพันธุ์ 2-44, รา *Talaromyces* sp.สายพันธุ์ 3-29, รา sterile mycelium สายพันธุ์ 3-32 และ รา *Aspergillus niger* สายพันธุ์ 4-3 สามารถละลายฟอสเฟตได้มากที่สุดเท่ากับ 1.10

48

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การทดสอบศักยภาพในการสร้างสารเร่งการเจริญเติบโต



การทดสอบประสิทธิภาพของราดินในการสร้างสารsiderophore พบราดินจำนวน 53 สายพันธุ์มีความสามารถในการสร้างสาร siderophore สายพันธุ์ที่สร้าง siderophore ได้มากที่สุดได้แก่รา *Aspergillus niger* สายพันธุ์ 4-69 มีค่าการสร้าง siderophore เท่ากับ 3.5 รองลงมาได้แก่รา *Neosartorya* sp. สายพันธุ์ 4-20 และ *A. niger* สายพันธุ์ 4-26 มีค่าการสร้าง siderophore เท่ากับ 3.0

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การทดสอบศักยภาพในการสร้างสารเร่งการเจริญเติบโต

Indole acetic acid (IAA)

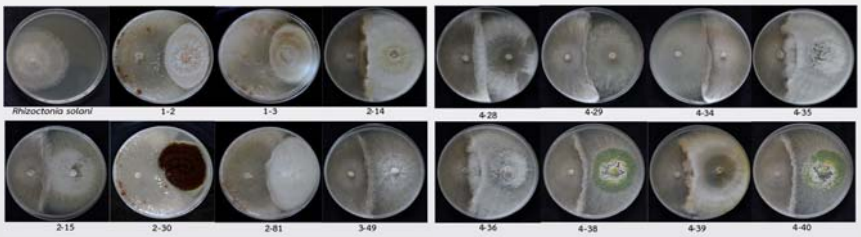
สายพันธุ์	สีชมพู	สายพันธุ์	สีชมพู	สายพันธุ์	สีชมพู
Sterile mycelium (1-1)	+	Sterile mycelium (2-52)	+++	*Xylaria* sp.(3-43)	+
Aspergillus niger(1-2)	++	*Xylaria* sp.(2-58)	++	*Talaromyces* sp.(3-48)	+
Sterile mycelium(1-3)	++	Sterile mycelium (2-59)	+	Sterile mycelium (3-52)	+
A. fumigatus(1-7)	+	*Hamigera avellanea* (2-60)	+	*Talaromyces* sp. (3-53)	+++
Penicillium sp.(1-8)	+	*Neosartorya* sp.(2-64)	++	Sterile mycelium (3-58)	+
Sterile mycelium (1-9)	+++	Sterile mycelium (2-65)	++	Sterile mycelium (3-59)	+
Neosartorya sp.(1-10)	+	*A. terreus*(2-71)	+	Sterile mycelium (3-64)	+
A. fumigatus (1-13)	+	Sterile mycelium (2-79)	++	Sterile mycelium(3-74)	+
Xylaria sp.(1-14)	+	Sterile mycelium (2-81)	++	*A. niger* (4-3)	+
Sterile mycelium(1-20)	+++	Sterile mycelium(2-82)	+++	*Neosartorya* sp.(4-5)	+
Sterile mycelium (1-21)	++	*A. terreus*(2-83)	++	*Eupenicillium* sp.(4-13)	+
Sterile mycelium (1-22)	+	*Rhizopus stolonifer*(2-84)	++	Sterile mycelium (4-18)	+
Sterile mycelium (1-25)	+	Sterile mycelium(2-85)	++	Sterile mycelium (4-19)	+
A. flavus(1-30)	+++	Sterile mycelium(2-88)	++	*Neosartorya* sp.(4-20)	+
Trichoderma sp.(2-1)	+	Sterile mycelium (3-1)	+	Sterile mycelium (4-21)	++
Sterile mycelium (2-2)	+	Sterile mycelium (3-6)	+++	*Neosartorya* sp.(4-23)	+
Hamigera avellanea (2-10)	+	Sterile mycelium (3-7)	+	*A. niger* (4-26)	+++
A. terreus (2-18)	+++	*Talaromyces* sp.(3-8)	+++	Sterile mycelium (4-27)	+
Sterile mycelium (2-21)	++	*Talaromyces* sp.(3-13)	+++	*T. harzianum*(4-28)	++
Talaromyces sp.(2-22)	+	*Paecilomyces lilacinus* (3-20)	+	*Trichoderma* sp.(4-29)	+++
Talaromyces sp.(2-24)	+	*Xylaria* sp.(3-22)	+	*Trichoderma* sp.(4-34)	+
Xylalia sp.(2-27)	+++	*Neosartorya* sp.(3-25)	++	Sterile mycelium (4-43)	++
A. niger(2-29)	++	*Verticillium* sp.(3-26)	+	*A. niger* (4-49)	+
A. niger (2-30)	+++	Sterile mycelium (3-27)	+	Sterile mycelium (4-54)	+++
Paecilomyces lilacinus (2-31)	++	Sterile mycelium (3-32)	+	*Xylaria* sp.(4-57)	++
Sterile mycelium (2-33)	+	Sterile mycelium (3-33)	+++	Sterile mycelium (4-61)	+++
Neosartorya sp.(2-34)	+	Sterile mycelium (3-34)	+++	Sterile mycelium (4-62)	++
Neosartorya sp.(2-39)	+	Sterile mycelium (3-36)	+	*Eupenicillium* sp.(4-67)	+
A. niger (2-43)	+	Sterile mycelium (3-37)	+	*A. niger* (4-69)	+++
Penicillium sp.(2-44)	+	*Talaromyces* sp.(3-40)	+		
A. flavus (2-51)	++	*Xylaria* sp.(3-42)	+		

การศึกษาครั้งนี้พบราดินจำนวน 91 สายพันธุ์มีความสามารถในการสร้าง Indole acetic acid (IAA) โดยมีจำนวน 18 สายพันธุ์ที่สามารถสร้าง IAA ในระดับสูง (+++) และ 21 สายพันธุ์สามารถสร้าง IAA ในระดับปานกลาง (++)

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การทดสอบความเป็นปฏิปักษ์กับเชื้อราสาเหตุโรคพืช



ราดินที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Rhizoctonia solani* ในจานเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA

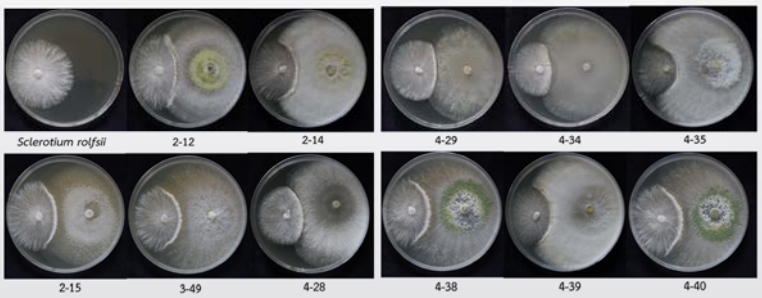
พบราดิน 15 สายพันธุ์สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Rhizoctonia solani* ได้ 40-58 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่รา *Aspergillus niger* สายพันธุ์ 2-30 และรา *Trichiderma* sp. สายพันธุ์ 4-34

51

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ราดินที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Sclerotium rolfsii* ในจานเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA



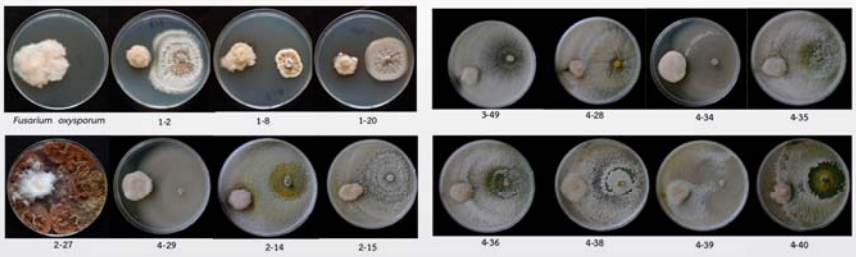
พบว่ามีราดินในสกุล *Trichoderma* spp จำนวน 11 สายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Sclerotium rofsiii* ได้ดี มีค่าการยับยั้ง 70-95 เปอร์เซ็นต์

52

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ราดินที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Fusarium oxysporum* ในจานเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA

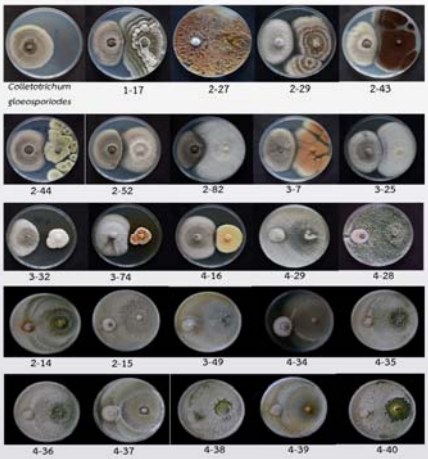


มีราดิน 15 สายพันธุ์สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Fusarium oxysporum* ได้ตั้งแต่ 57.69-88.46 เปอร์เซ็นต์

53

การศึกษาศักยภาพของราดินที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง



ราดินที่สามารถยับยั้งการเจริญของรา *Colletotrichum gloeosporioides* ในจานเลี้ยงเชื้อบนอาหาร PDA

และราดิน 24 สายพันธุ์สามารถยับยั้ง รา *Colletotrichum goesporioides*ได้ 40.23-89.66 เปอร์เซ็นต์ ราดินสายพันธุ์ที่สามารถยับยั้งรา *R. solani* *S. rolfsii* *F. oxysporum* และ *C. gloeosporioides* ได้ในระดับดีมาก เมื่อนำมาตรวจดูลักษณะทางสัณฐานวิทยาพบว่าเป็นราในสกุล *Trichoderma* spp.

54

การศึกษาศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การทดสอบความสามารถในการส่งเสริมการเจริญของพืชในระดับห้องปฏิบัติการ

- *Streptomyces* sp. WF 4-1 มีความสามารถในการสร้าง siderophore ดีที่สุด
- *Streptomyces* sp. WF 10-1 มีความสามารถในการละลายฟอสเฟตดีที่สุด
- แอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากดินในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝนที่มีการสร้างกรดอินโดลอะซีติกมีจำนวนทั้งหมด 42 32 และ 29 ไอโซเลท ตามลำดับ

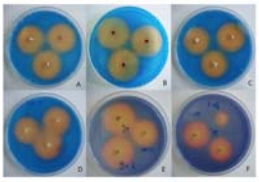


Figure 1 Characteristics of actinomycetes that produce siderophore by creating orange rings around the colonies: A)-B) front and back of petri dishes of *Streptomyces* sp. WA 20-3, C) WA 21-3, D) WA 22-3, E) HF 36-1, and F) HF 35-1

Table 4 Indole acetic acid (IAA) production of *Streptomyces* spp. isolate that have the ability to produce siderophore and phosphate solubility

Isolates	Diameter of siderophore production (cm)	IAA production*	Isolates	Diameter of 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

55

การศึกษาศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การทดสอบความเป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อก่อโรคพืชในระดับห้องปฏิบัติการ

- *Streptomyces* sp. WF 4-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคพืช *E. carotovora* pv. *carotovora*, *R. solanacearum*, *X. axonopodis* pv. *glycines* และ *X. oryzae* pv. *oryzae* ได้ดีที่สุด
- *Streptomyces* sp. WA 20-3 มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง *X. campestris* pv. *campestris* ได้ดีที่สุด
- *Streptomyces* sp. RF 23-1 มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชทดสอบได้ทุกชนิด
- *Streptomyces* sp. WF 3-1, WF 4-1, WF 10-1, RF 12-4 และ RF 23-1 ไม่เป็นปฏิปักษ์ต่อเชื้อไรโซเบียม 3 ชนิด คือ *B. japonicum* DASA 02006, *B. liaoningense* DASA 03018 และ *B. daqingense* DASA 03084

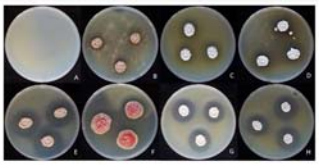


Figure 2 Antagonistic test of actinomycetes with plant pathogenic bacteria: *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, causes of black rot disease of cauliflower. A) control, *Streptomyces* sp. B) WF 3-1, C) RF 12-4, D) RF 10-1, E) WA 22-3, F) RF 22-1, G) WA 21-3, and H) WF 4-1

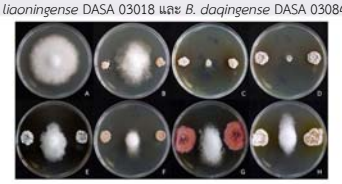


Figure 3 Antagonistic test of actinomycetes with plant pathogenic fungi: *Phytophthora palmivora*, causes of root and stem rot disease. A) control, *Streptomyces* sp. B) WF 4-1, C) WA 20-3, D) WA 22-3, E) RF 10-1, F) RF 12-4, G) RF 22-1, and H) RF 23-1

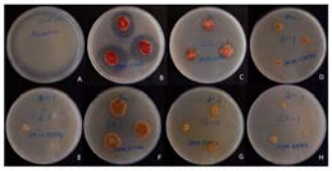


Figure 4 Antagonistic test of actinomycetes with rhizobium: A) control, rhizobium inhibition of *Streptomyces* sp. B) WA 20-3, C) WA 22-3, D) WF 3-1, E) WF 4-1, F) WF 10-1, G) RF 12-4, and H) RF 23-1

56

การศึกษาศักยภาพของแอคติโนมัยสีทที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

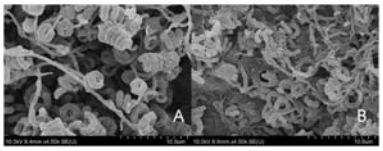


Figure 5 Characteristics of hyphae and spores of actinomycetes A) *Streptomyces* sp. WF 4-1 and B) *Streptomyces* sp. RF 12-4 under scanning electron microscope.

เมื่อคัดเลือก *Streptomyces* sp. WF 4-1 และ *Streptomyces* sp. RF 12-4 ไปทำการทดสอบในระดับโรงเรือน พบว่า

- ต้นกล้าถั่วเขียวมีอาการเน่าตายเมื่อได้รับการปลูกเชื้อรา *S. rolfsii* แม้จะปลูกเชื้อแอคติโนมัยสีท *Streptomyces* sp. WF 4-1 ร่วมด้วย
- ต้นกล้าที่มีการปลูกเชื้อ *Streptomyces* sp. RF 12-4 มีการเกิดโรคปานกลางในระดับ 2
- การปลูกเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคพืช *E. carotovora* pv. *carotovora* ทำให้ต้นกล้าถั่วเขียวเกิดโรคเล็กน้อยในระดับ 1
- ความสูงของต้น น้ำหนักสด ความยาวรากและจำนวนปมรากของแต่ละกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
- ข้อมูลจากการทดลองนี้สามารถนำไปพัฒนาและทดสอบรูปแบบของการนำแอคติโนมัยสีทไปใช้ในการส่งเสริมการเจริญของพืชหรือการยับยั้งเชื้อก่อโรคพืชในสภาพโรงเรือนและสภาพแปลงทดลองต่อไปได้

การทดสอบในระดับโรงเรือน

Table 8 Antagonistic testing of plant pathogens and rhizobium in greenhouse

Treatment	Height (cm)	Fresh weight (gram)	Root length (cm)	Number of root nodule	Disease severity index*
1. Rhizobium	17.94	1.01	5.52	17.78	0
2. Rhizobium + WF 4-1	19.33	1.04	6.64	14.22	0
3. Rhizobium + RF 12-4	18.31	1.00	6.87	16.11	0
4. Rhizobium + Sclerotium	0	0	0	0	4
5. Rhizobium + Sclerotium + WF 4-1	0	0	0	0	4
6. Rhizobium + Sclerotium + RF 12-4	14.50	0.76	6.32	8.55	2
7. Rhizobium + Erwinia	17.31	0.91	6.37	13.78	1
8. Rhizobium + Erwinia + WF 4-1	17.68	0.90	5.58	12.00	1
9. Rhizobium + Erwinia + RF 12-4	17.89	0.91	4.66	16.00	1
CV. (%)	16.8	15.0	26.6	40.19	-
Sig.	ns	ns	ns	ns	-

Note: Sclerotium = *Sclerotium rolfsii*, Erwinia = *Erwinia carotovora pv. carotovora*, ns = means are not significantly different at α = 0.05 by Tukey's post hoc multiple mean comparison tests

* Disease severity index: 0 = 2% (Healthy seedling), 1 = 3 - 30% (Mild), 2 = 31 - 60% (Moderate), 3 = 61 - 90% (Severe) and 4 = > 91% (Dead plants)

57

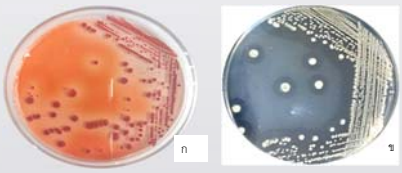
การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาเชื้อจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase จากดินบริเวณลุ่มน้ำปาย

จากการดำเนินการคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไคติเนสจากดินบริเวณลุ่มน้ำปาย จำนวน 4 แหล่ง ได้แก่ พื้นที่ป่าปลายน้ำ พื้นที่เกษตรปลายน้ำ พื้นที่เกษตรต้นน้ำ และ พื้นที่ป่าธรรมชาติต้นน้ำบ้านแม่นะ ในช่วงฤดูกาลต่างๆ พบว่า สามารถคัดแยกจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไคติเนส บนอาหาร selective medium ที่มีองค์ประกอบของเซลลูโลส และไคติน ดังภาพที่ 1 โดยสามารถคัดแยกเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งสิ้น 296 ไอโซเลท แบ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลส จำนวน 198 ไอโซเลท และจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ไคติเนส จำนวน 98 ไอโซเลท



ภาพที่ 1 การผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไคติเนสของเชื้อจุลินทรีย์ โดยสังเกตการสร้างวงใสรอบโคโลนีบนอาหารสังเคราะห์ ก.) อาหารสังเคราะห์ที่มี cellulose เป็นองค์ประกอบ ข.) อาหารสังเคราะห์ที่มี chitin เป็นองค์ประกอบ

58

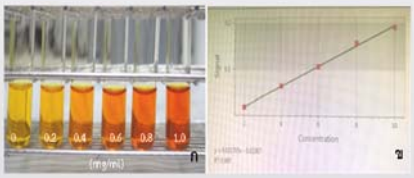
การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์ Cellulase

นำเชื้อจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้บนอาหาร selective medium ที่มีเซลลูโลสเป็นองค์ประกอบ จำนวนทั้งสิ้น 198 ไอโซเลท เมื่อนำมาทำการคัดเลือกและทดสอบประสิทธิภาพในการผลิตเอนไซม์ Cellulaseได้ดี พบว่า สามารถคัดเลือกได้จุลินทรีย์ที่สามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้ดี ดังภาพที่ 2 โดยให้ผลของปฏิกิริยาการเกิดวงใสรอบโคโลนี ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง >20 มิลลิเมตร จำนวน 20 ไอโซเลท และเมื่อนำไปทำการวิเคราะห์ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ที่เกิดจากการย่อยสลายเซลลูโลสโดยจุลินทรีย์ ด้วยวิธี Dinitrosalicylic colorimetric method (DNS method)

ภาพที่ 2 กิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสที่ผลิตโดยเชื้อจุลินทรีย์ ให้ผลของปฏิกิริยาการเกิดวงใสบนอาหารแข็งที่มีเซลลูโลส 0.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นองค์ประกอบ หลังจากบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 ก. ปริมาณสารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/ml ตามลำดับ ข. กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ค่าน้ำตาลรีดิวซ์

การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์จำแนกชนิดโดยเทคนิคชีวโมเลกุล การผลิตเอนไซม์ Cellulase (สร้างวงใส) และค่าการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 20 ไอโซเลท

ไอโซเลท	Genus/ species	เส้นผ่านศูนย์กลางวงใส (มม.)	Reducing sugar (mg/ml)
1CMC-1.6	*Bacillus cereus*	20	0.5850
2CMC-1.1	*Bacillus velezensis*	23	0.6380
3CMC-2.4	*Bacillus cereus*	20	0.5541
3CMC-2.6	*Lysobacter enzymogenes*	20	0.6191
3CMC-2.7	*Streptomyces pseudovenezuelae*	20	0.5707
3CMC-3.5	*Streptomyces cellostaticus*	20	0.5357
3CMC-4.2	*Bacillus luciferensis*	20	0.5329
4CMC-2.3	*Streptomyces coeruleorubidus*	20	0.4795
4CMC-2.9	*Duganella nigrescens*	22	0.5361
4CMC-3.5	*Bacillus aryabhattai*	20	0.4970
4CMC-3.7	*Pseudomonas nitroreducens*	20	0.5274
4CMC-3.9	*Pseudomonas fluorescens*	20	0.4325
4CMC-3.13	*Pseudomonas nitroreducens*	23	0.5444
4CMC-3.15	*Bacillus cereus*	20	0.5385
4CMC-3.16	*Streptomyces cinereospinus*	20	0.6061
4CMC-4.3	*Pseudomonas brenneri*	20	0.5265
4CMC-4.14	*Pseudomonas brenneri*	20	0.5458
7CMC-1.2	*Pseudomonas brenneri*	20	0.5140
8CMC-3.4	*Streptomyces griseovariabilis*	20	0.5569
8CMC-3.6	*Streptomyces griseovariabilis*	20	0.5624

การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์ Chitinase จากดินบริเวณลุ่มน้ำปาย

- การคัดเลือกได้เชื้อจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพในการผลิตเอนไซม์ไคติเนสได้ดี จากจุลินทรีย์ที่คัดแยกได้ จำนวนทั้งสิ้น 98 ไอโซเลท สามารถคัดเลือกจุลินทรีย์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสรอบโคโลนี บนอาหารที่มีไคตินเป็นองค์ประกอบ > 20 มิลลิเมตร

ไอโซเลท	Genus/ species	เส้นผ่านศูนย์กลางวงใส (มม.)
1Ch-1.4	*Paenibacillus xylanilyticus*	23
3Ch-1.4	*Paenibacillus xylanilyticus*	20
6Ch-2.1	*Duganella nigrescens*	22
6Ch-2.2	*Paenibacillus terrigena*	20
6Ch-2.4	*Paenibacillus kobensis*	20
6Ch-3.5	*Streptomyces bambusae*	21
6Ch-4.2	*Cellulosimicrobium cellulans*	20

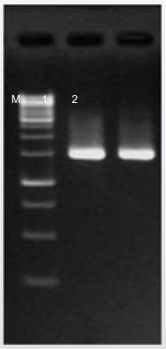
ภาพที่ 4 เปรียบเทียบกิจกรรมของเอนไซม์ไคติเนสที่ผลิตโดยเชื้อจุลินทรีย์ และให้ผลของปฏิกิริยาการเกิดวงใสบนอาหารแข็งที่มีไคตินเป็นองค์ประกอบ หลังจากบ่มให้เอนไซม์ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง

การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

2. การโคลนยีน และการแสดงออกในระดับโปรตีน

2.1 การโคลนยีนที่ควบคุมการผลิตเอนไซม์ Cellulase



ภาพที่ 5 ผลผลิต PCR ของยีน Cellulase ขนาดประมาณ 1,500 bp

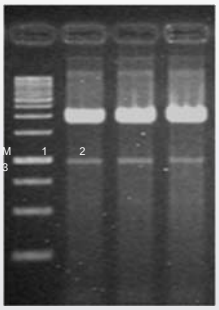
```
MULTISPECIES: cellulase family glycosylhydrolase [Bacillus]
Sequence ID: WP_025851060.1Length: 499Number of Matches: 1
Range 1: 1 to 499GenPeptGraphics Next Match Previous Match
Query  1    MKRSISIFITCLLITVLTMGGLQASPASAAGTKTPAAKNGQLSIKGTQLVNRDGKAVQLK  60
            MKRSISIFITCLLITVLTMGGLQASPASAAGTKTP AKNGQLSIKGTQLVNRDGKAVQLK
Sbjct  1    MKRSISIFITCLLITVLTMGGLQASPASAAGTKTPVAKNGQLSIKGTQLVNRDGKAVQLK  60
Query  61   GISSHGLQWYGDFVNKDSLKWLRDDWGITVFRAAMYTADGGYIDNPSvknkvkeaveaak  120
            GISSHGLQWYGDFVNKDSLKWLRDDWGITVFRAAMYTADGGYIDNPSVKNKVKEAVEAAK
Sbjct  61   GISSHGLQWYGDFVNKDSLKWLRDDWGITVFRAAMYTADGGYIDNPSVKNKVKEAVEAAK  120
Query  121  eLGIYVIIDWHILNDGNPNQNKEKAKEFFKEMSSLYGNTPNVIYEIANEPNGDVNWKRDI  180
            ELGIYVIIDWHILNDGNPNQNKEKAKDFFKEMSSLYGNTPNVIYEIANEPNGDVNWKRDI
Sbjct  121  ELGIYVIIDWHILNDGNPNQNKEKAKDFFKEMSSLYGNTPNVIYEIANEPNGDVNWKRDI  180
Query  181  KPYAEEVISVIRKNDPDNIIIVGTGTWSQDVNDAADDQLKDANVMYALHFYVGTHGQSLR  240
            KPYAEEVISVIRKNDPDNIIIVGTGTWSQDVNDAADDQLKDANVMYALHFY GTHGQSLR
Sbjct  181  KPYAEEVISVIRKNDPDNIIIVGTGTWSQDVNDAADDQLKDANVMYALHFYAGTHGQSLR  240
Query  241  DKANYALSKGAPIFVTEWGTSDASGNGGVFLDQSREWLNYLDSKNISWVNWNLSDKQESS  300
            DKANYALSKGAPIFVTEWGTSDASGNGGVFLDQSREWLNYLDSKNISWVNWNLSDKQESS
Sbjct  241  DKANYALSKGAPIFVTEWGTSDASGNGGVFLDQSREWLNYLDSKNISWVNWNLSDKQESS  300
Query  301  SALKPGASKTGGWPLTDLTASGTFVRENILGNKDSTKERPETPAQDNPAQENGISVQYKA  360
            SALKPGASKTGGWPLT+LTASGTFVRENILGNKDSTKERPETPAQDNPAQENGISVQYKA
Sbjct  301  SALKPGASKTGGWPLTNLTASGTFVRENILGNKDSTKERPETPAQDNPAQENGISVQYKA  360
Query  361  GDGGVNSNQIRPQLHIKNNGNATVDLKDVTARYWYNAKNKGQNFDCDYAQIGCGNLTHKF  420
            GDGGVNSNQIRPQLHIKNNGNATVDLKDVTARYWYNAKNKGQNFDCDYAQIGCGNLTHKF
Sbjct  361  GDGGVNSNQIRPQLHIKNNGNATVDLKDVTARYWYNAKNKGQNFDCDYAQIGCGNLTHKF  420
Query  421  VTLHKPKQGVDTYLELGFKTGTLSPGASTGNIQLRLHNDDWSSYAQSGDYSFFQSNTFKT  480
            VTLHKPKQG DTYLELGFKTGTLSPGASTGNIQLRLHNDDWSSYAQSGDYSFFQSNTFKT
Sbjct  421  VTLHKPKQGADTYLELGFKTGTLSPGASTGNIQLRLHNDDWSSYAQSGDYSFFQSNTFKT  480
Query  481  TKKITLYHQGKLIWGTEPN  499
            TKKITLYHQGKLIWGTEPN
Sbjct  481  TKKITLYHQGKLIWGTEPN  499
```

ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบลำดับของอะมิโนแอซิดของยีน cellulase ที่ได้จากการโคลนเทียบกับฐานข้อมูลโปรตีน NCBI ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับยีน cellulase family glycosylhydrolase [Bacillus] (Accession No. WP_025851060.1) ที่ identity 99 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

2.2 การโคลนยีน Chitinase



ภาพที่ 7 ผลผลิต PCR ของยีน chitinase Lane M; DNA Marker 1 kb, Lane 1-3; ผลผลิต PCR ขนาดประมาณ 2,103 bp

```
chitinase [Paenibacillus sp. 7516]
Sequence ID: WP_095290735.1Length: 700Number of Matches: 1
Range 1: 1 to 700GenPeptGraphics Next Match Previous Match
Query  1    MSYKAKPMDFkkvgkvllgwvlllsvIIPSFTLQSRTAEAADAYKIVGYYPAWAAYGRNY  60
            MSYKAK MDFKKVGKVLLG+VLLLSVIIP+FT QSRTAEAADAYKIVGYYPAWAAYGRNY
Sbjct  1    MSYKAKHMDFKKVGKVLLGLVLLLSVIIPTFTFQSRTAEAADAYKIVGYYPAWAAYGRNY  60
Query  61   NVTDIDPTKVTHINYAFADICWNGIHGNPDPSGPNPVTWSCQNEKSQTINVPNGTIVLGD  120
            NVTDIDPTKVTHINYAFADICWNGIHGNPDPSGPNPVTWSCQNEKSQTINVPNGTIVLGD
Sbjct  61   NVTDIDPTKVTHINYAFADICWNGIHGNPDPSGPNPVTWSCQNEKSQTINVPNGTIVLGD  120
Query  121  PWIDTGKQFAGDTWDQPYAGNINQLNKLKQVNPNLKTIISVGGWTWSNRFSDVAATSATR  180
            PWIDTGKQFAGDTWDQPYAGNINQLNKLKQVNPNLKTIIS+GGWTWSNRFSDVAATSATR
Sbjct  121  PWIDTGKQFAGDTWDQPYAGNINQLNKLKQVNPNLKTIISIGGWTWSNRFSDVAATSATR  180
Query  181  EVFANSAVDFLRKYNFDGVDLDWEYPVSGGLDGNSKRPEDKQNYTLLLSKIREKLDAAEA  240
            EVFANSAVDFLRKYNFDGVDLDWEYPVSGGLDGNSKRPEDKQNYTLLLSKIREKLDAAEA
Sbjct  181  EVFANSAVDFLRKYNFDGVDLDWEYPVSGGLDGNSKRPEDKQNYTLLLSKIREKLDAAEA  240
Query  241  VDGKEYLLTIASGASPTYAANTELANIASIVDWINIMTYDFNGAWQKISahnaplnadpa  300
             DGKEYLLTIASGASPTYAANTELANIASIVDWINIMTYDFNGAWQKISAHNAPLNADPA
Sbjct  241  ADGKEYLLTIASGASPTYAANTELANIASIVDWINIMTYDFNGAWQKISAHNAPLNADPA  300
Query  301  aasaGVPDSNTFNVAAGAQGHLNAGVPAAKLVLGVPFYGRGWDGCAQANNGQYQTCSGGS  360
            AASAGVPD+NTFNVAAGAQGHLNAGVPAAKLVLGVPFYGRGWDGCAQANNGQYQTCSGGS
Sbjct  301  AASAGVPDTNTFNVAAGAQGHLNAGVPAAKLVLGVPFYGRGWDGCAQANNGQYQTCSGGS  360
Query  361  SVGTWEAGSFDFYDLEANYINKNGYTRYWNDTAKVPFLYNASNKRFISYDDAESIGHKTA  420
            S+GTWEAGSFDFYDLEANYINKNGYTRYWNDTAKVPFLYNASNKRFISYDDAESIGHKTA
Sbjct  361  SIGTWEAGSFDFYDLEANYINKNGYTRYWNDTAKVPFLYNASNKRFISYDDAESIGHKTA  420
Query  421  YIKSKGLGGAMFWELSGDRNKTLQNKLKSDLLTGGTVPPADTTAPSVPGNARSTGVTASS  480
            YIKSKGLGGAMFWELSGDRNKTLQNKLKSDL TGGTVPPADTTAPSVPGNARSTGVTASS
Sbjct  421  YIKSKGLGGAMFWELSGDRNKTLQNKLKSDLSTGGTVPPADTTAPSVPGNARSTGVTASS  480
Query  481  VTLAWNASTDNVGVTGYNVYNGTSLVTFVTGTTATISGLASGTSYTFTVKAKDAAGNLSA  540
            VTLAWNASTDNVGVTGYNVYNGTSLVT VTGTTATISGLASGTSYTFTVK+KDAAGNLSA
Sbjct  481  VTLAWNASTDNVGVTGYNVYNGTSLVTSVTGTTATISGLASGTSYTFTVKSKDAAGNLSA  540
Query  541  Asnsvtvsttvqpggdtqaptvpt+ltstaktsstitlswaasednvgvtgyevyngtal  600
            ASNS+TVSTTVQPGGDTQAPTVPT+LTSTAKTSSTITLSWAAS DNVGVTGYEVYNGTAL
Sbjct  541  ASNSITVSTTVQPGGDTQAPTVPTSLTSTAKTSSTITLSWAASTDNVGVTGYEVYNGTAL  600
Query  601  vttvegtsatvtgltdtsytftvkakdaagnlsaassaltvkteVGTTNPGVSAWQANT  660
           VTTVSGT+ATVTGLTADTSYTFTVKAKDAAGNLSAASSALTVKTEVGTTNPGVSAWQANT
Sbjct  601  VTTVSGTTATVTGLTADTSYTFTVKAKDAAGNLSAASSALTVKTEVGTTNPGVSAWQANT  660
Query  661  AYVVGQLVTYNGKTYKCLQSHTSLTGWEPSNVAALWQLQP  700
            AYVVGQLVTYNGKTYKCLQSHTSLTGWEPSNVAALWQLQP
Sbjct  661  AYVVGQLVTYNGKTYKCLQSHTSLTGWEPSNVAALWQLQP  700
```

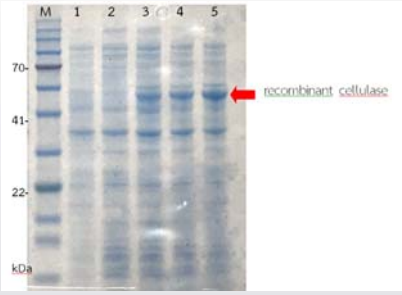
ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบลำดับของอะมิโนแอซิดของยีน chitinase ที่ได้จากการโคลนเทียบกับฐานข้อมูลโปรตีน NCBI ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับยีนchitinase [Paenibacillus sp.] (Accession No. WP_095290735.1) ที่ identity 98 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การทดสอบการแสดงออกในระดับโปรตีนของ recombinant enzyme

ภาพที่ 9 การแสดงออกของโปรตีน fusion protein (ลูกศรชี้) ที่ได้รับการชักนำการแสดงออกของยีนด้วย 3mM IPTG Lane M; protein marker Lane 1 - 4; *E. coli* BL21 (DE3) ได้รับการถ่ายฝากพลาสมิดดีเอ็นเอสายผสมของยีน chitinase ที่ได้รับการกระตุ้นนาน 0, 2, 4, และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ



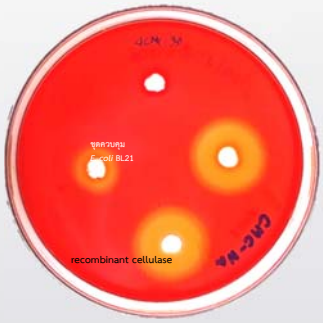
ภาพที่ 10 การแสดงออกของโปรตีน fusion protein (ลูกศรชี้) ที่ได้รับการชักนำการแสดงออกของยีน cellulase โดย 3mM IPTG นาน 0, 2, 4, และ 6 ชั่วโมง ตามลำดับ

การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

3. การทดสอบกิจกรรมของ crude protein โดยวิธี Bioassay technique

ภาพที่ 11 เปรียบเทียบกิจกรรมของ recombinant chitinase (crude enzyme) ที่ได้จากการทำพลาสมิดดีเอ็นเอสายผสมของยีน chitinase โดยวิธี Bioassay technique ในอาหารที่มีโคดินเป็นองค์ประกอบ ที่สภาวะอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 12 เปรียบเทียบกิจกรรมของ recombinant cellulase (crude enzyme) ที่ได้จากการทำพลาสมิดดีเอ็นเอสายผสมของยีน cellulose โดยวิธี Bioassay technique ในอาหารที่มีโคดินเป็นองค์ประกอบ ที่สภาวะอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

การศึกษาศักยภาพของจุลินทรีย์ผลิตเอนไซม์ Cellulase และ Chitinase ที่แยกได้จากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

กลางทาง

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. เชื้อ *Bacillus velezensis* ไอโซเลท 2CMC-1.1 และ *Paenibacillus xylanilyticus* ไอโซเลท 1Ch2.4 เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลาย cellulose และ chitin สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเอนไซม์ cellulase และ chitinase ได้ดี

2. รีคอมบิแนนท์ *E. coli* ของยีน cellulase และ chitinase สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการพัฒนากรรมวิธีการผลิตรีคอมบิแนนท์เอนไซม์ cellulase และ chitinase ให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการทดแทนสารชีวภาพ การประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร พลังงาน และอุตสาหกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องต่อไป

การใช้เชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ปลูกถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองของแม่ฮ่องสอนโดยใช้ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมที่ผลิตจากเชื้อไรโซเบียมที่แยกได้จากพื้นที่ลุ่มน้ำปายเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเคมีและดำเนินการตรวจวัดประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง

68

การใช้เชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย (ปี 2562)

ปลายทาง

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ 6 กรรมวิธี

1. ไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีควบคุม)
2. ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว
3. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่
4. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม
5. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่
6. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม

เมื่อต้นถั่วอายุ 43 วัน ได้ดำเนินการวัดประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจนเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2562

69

การใช้เชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย (ปี 2562)

ปลายทาง

ตารางที่ 1 จำนวนปมราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก ปมราก และลำต้น และค่าการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียมในปมรากของต้นถั่วเขียวในระยะออกดอก อายุ 42 วันหลังปลูก

กรรมวิธี	จำนวนปม	น้ำหนักสดปม (กรัม)	น้ำหนักแห้งปม (กรัม)	น้ำหนักสดราก(กรัม)	น้ำหนักแห้งราก (กรัม)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม)	ค่าการตรึงไนโตรเจน (µmol C_2H_4/ ต่อต้นพืชต่อชั่วโมง)
ไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีควบคุม)	19 bc	0.11 d	0.10 e	4.95 ab	0.78 b	24.00 b	3.73 c	15.46 b
ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว	34 b	1.29 c	0.25 c	4.72 b	0.78 b	25.17 b	4.09 bc	34.56 b
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่	27 b	1.13 cd	0.22 cd	5.34 ab	1.04 ab	32.67 b	5.32 b	28.03 b
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	92 a	3.87 a	0.78 a	6.06 a	1.18 a	44.33 a	6.93 a	79.36 a
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่	10 c	0.61 d	0.11 de	5.17 ab	1.30 a	26.67 b	4.37 bc	17.17 b
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	79 a	3.10 b	0.61 b	5.04 ab	0.89 b	34.00 b	5.52 ab	60.75 a

ค่าการตรึงไนโตรเจนของกรรมวิธีที่ 4 และกรรมวิธีที่ 6 มีค่าการตรึงไนโตรเจนที่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

70

การใช้เชื้อไรโซเบียมเพื่อเพิ่มผลผลิตถั่วเหลืองในพื้นที่ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 2 ข้อมูลผลผลิตของถั่วเหลืองที่ปลูกในพื้นที่ลุ่มน้ำปายด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ณ วันเก็บเกี่ยว

กรรมวิธี	จน.ฝัก/ต้น	จน.เมล็ด/ต้น	นน.ต้นสด ในพท. เก็บเกี่ยว (ก.)	นน.ผลผลิต ในพท. เก็บเกี่ยว (กก.)	นน.100เมล็ด (ก.)
ไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีควบคุม)	22 A	38 A	543 AB	109 AB	13.10 AB
ใส่ปุ๋ยชีวภาพไรโซเบียมเพียงอย่างเดียว	19 AB	34 AB	533 AB	107 AB	12.92 AB
ส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่	17 AB	27 AB	310 C	62 C	13.27 A
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	20 AB	36 AB	643 A	128 A	12.85 AB
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่	17 AB	28 AB	570 A	114 A	12.70 B
ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม	14 B	25 B	350 BC	70 BC	12.78 AB

จำนวนฝัก/ต้น จำนวนเมล็ด/ต้น ในแต่ละกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นกรรมวิธีที่ 1 (ไม่ใส่ปุ๋ย) และ 6 (ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-9-6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O/ไร่ + ไรโซเบียม)

71

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการในการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

วิธีดำเนินการทดลอง

1. วิเคราะห์ดินก่อนการทดลองและนับจำนวนแบคทีเรียในดิน

- วิเคราะห์ pH, OM, Avai.P และ Exc.K เพื่อคำนวณปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน
- นับจำนวน *Azospirillum* และ *Azotobacter* ในดินก่อนปลูก

2. ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร อ.ปาย และ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

- วางแผนการทดลอง RCB 5 วิธี 4 ซ้ำ
- เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต
- วัดการตรึงไนโตรเจน
- นับจำนวน *Azospirillum* และ *Azotobacter* ในดินหลังปลูก

3. วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธีการของ Duncan's new multiple range test (DMRT)

72

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง ปี 2562 ของ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตัวอย่าง	pH[1] (water 1:1)	อินทรียวัตถุ[2] (%)	ฟอสฟอรัส[3] (Bray II-P มก./กก.)	โพแทสเซียมที่สกัดได้[4] (มก./กก.)
แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน	7.21	1.00	60	210
แปลงที่ 2 แปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน	6.81	2.20	30	285

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

73

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04005) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2562 ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน และทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2562 รวมอายุ 113 วัน

แปลงที่ 2 แปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04005) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 2562 ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน และทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2562 รวมอายุ 134 วัน

74

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 2 ความสูงวันเก็บเกี่ยว ผลผลิต น้ำหนัก 100 เมล็ด จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ และจำนวนเมล็ดต่อรวง ของข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่ปลูก ณ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี 2562

กรรมวิธีทดลอง	ความสูงวันเก็บเกี่ยว	ผลผลิต	น้ำหนัก 100 เมล็ด	จำนวนต้น/กอ	จำนวนรวง/กอ
	เซนติเมตร	กิโลกรัม/ไร่	กรัม		
แปลงที่ 1 อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	119.3 b	241 b	3.1	14 a	14 a
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	128.7 a	337 ab	3.0	12 ab	12 ab
3. DASF4005 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	116.2 b	219 b	3.1	11 b	11 b
4. AP1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	122.7 ab	266 b	3.2	11 b	11 b
5. AT1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	130.6 a	395 a	2.9	13 a	13 a
CV (%)	4.49*	20.76**	6.79	9.73*	9.69**
แปลงที่ 2 อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	90.7 b	170	2.4 a	25	17
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	91.4 b	128	2.4 a	28	17
3. DASF4005 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	112.7 a	205	2.5 a	28	19
4. AP1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	89.6 b	75	2.2 b	35	22
5. AT1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	92.2 b	207	2.6 a	26	20
CV (%)	6.84**	42.58	4.27**	19.77	21.01

หมายเหตุ : * ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT
** ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

75

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 3 ปริมาณประชากรแบคทีเรียและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน ณ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี 2562

กรรมวิธีทดลอง	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน μmol C_2H_2 /hr	ปริมาณประชากรแบคทีเรียในดิน (Log_{10} CFU/ml)			
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
		Azospirillum sp.		*Azotobacter* sp.	
แปลงที่ 1 อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.022 ± 0.005	5.12	4.04	-	-
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.027 ± 0.009	4.82	3.87	-	-
3. DASF4005 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.034 ± 0.007	4.92	4.80	-	-
4. AP1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.032 ± 0.002	4.79	4.51	-	-
5. AT1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.030 ± 0.020	4.53	3.85	-	-
แปลงที่ 2 อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.023 ± 0.008	4.91	3.85	-	-
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.034 ± 0.012	4.75	3.77	-	-
3. DASF4005 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.029 ± 0.019	4.86	4.72	-	-
4. AP1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.039 ± 0.013	4.76	4.48	-	-
5. AT1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.016 ± 0.013	4.86	4.71	-	-

หมายเหตุ : - ไม่สามารถตรวจนับได้

76

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง ปี 2563 ของ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตัวอย่าง*	pH[1] (water 1:1)	อินทรียวัตถุ[2] (%)	ฟอสฟอรัส[3] (Bray II-P มก./กก.)	โพแทสเซียมที่สกัดได้[4] (มก./กก.)
แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน	7.15	1.2	65	201
แปลงที่ 2 แปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน	6.78	2.1	35	258

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

*เก็บตัวอย่างดิน เมื่อวันที่ 20 มกราคม 2563 อุณหภูมิสูงสุด 29.7°C อุณหภูมิต่ำสุด 11.6°C อุณหภูมิเฉลี่ย 20.1°C ความชื้นเฉลี่ย 68% และปริมาณน้ำฝนรวม 0.0 มม.

77

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04005) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2563 ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน

แปลงที่ 2 แปลงเกษตรกร อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04005) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2563 ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน

78

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 5 ปริมาณประชากรแบคทีเรียและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน ณ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ปี 2563

กรรมวิธีทดลอง	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน μmol C_2H_2 /hr	ปริมาณประชากรแบคทีเรียในดิน (Log_{10} CFU/ml)			
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
		Azospirillum sp.		*Azotobacter* sp.	
แปลงที่ 1 อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.047 ± 0.008	4.80		-	
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.022 ± 0.005	5.19		-	
3. DASF4005 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.024 ± 0.004	5.38		-	
4. AP1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.027 ± 0.007	5.51		-	
5. AT1 + 6-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.028 ± 0.002	4.80		-	
แปลงที่ 2 อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.018 ± 0.004	4.78		-	
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.028 ± 0.012	5.41		-	
3. DASF4005 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.038 ± 0.003	5.45		-	
4. AP1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.034 ± 0.011	5.44		-	
5. AT1 + 3-3-3 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.032 ± 0.011	5.05		-	

หมายเหตุ : - ไม่สามารถตรวจนับได้

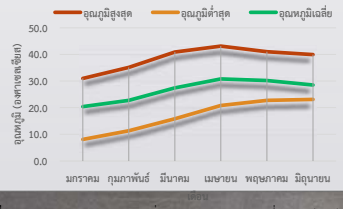
79

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

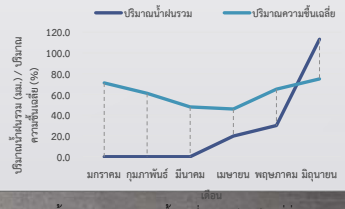
การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. ในการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตได้ จึงควรมีการศึกษาต่อในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้น

ปัญหาและอุปสรรค

ในปี 2563 เนื่องจากอุณหภูมิ ความชื้นปริมาณน้ำฝน และความชื้นเฉลี่ยของจังหวัดแม่ฮ่องสอนในช่วงไตรมาสที่ 2 และ 3 ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก จึงต้องเลื่อนการปลูกไปช่วงปลายไตรมาส 3 เดือนมิถุนายน 2563



รูปที่ 1 อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน 2563



รูปที่ 2 ปริมาณน้ำฝนรวมและความชื้นเฉลี่ยของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน 2563

80

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการในการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

วิธีดำเนินการทดลอง

1. วิเคราะห์ดินก่อนการทดลองและนับจำนวนแบคทีเรียในดิน

- วิเคราะห์ pH, OM, Avai.P และ Exc.K เพื่อคำนวณปุ๋ยเคมีอัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน
- นับจำนวน *Azospirillum* และ *Azotobacter* ในดินก่อนปลูก

2. ดำเนินการทดลองในแปลงเกษตรกร อ.ปาย และ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

- วางแผนการทดลอง RCB 5 วิธี 4 ซ้ำ
- เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิต
- วัดการตรึงไนโตรเจน
- นับจำนวน *Azospirillum* และ *Azotobacter* ในดินหลังปลูก

3. วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธีการของ Duncan's new multiple range test (DMRT)

81

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2562 ของ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตัวอย่าง	pH[1] (water 1:1)	อินทรียวัตถุ[2] (%)	ฟอสฟอรัส[3] (Bray II-P มก./กก.)	โพแทสเซียมที่สกัดได้[4] (มก./กก.)
แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน	7.10	1.60	64	145
แปลงที่ 2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน	6.85	1.90	55	131

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

82

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04003) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน 2562 ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น เมื่ออายุ 7 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน และทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2562 รวมอายุ 127 วัน

แปลงที่ 2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04005) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 10 กรกฎาคม 2562 ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น เมื่ออายุ 7 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน และทำการเก็บเกี่ยวเมื่อวันที่ 29 ตุลาคม 2562 รวมอายุ 111 วัน

83

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 2 ความสูงวันเก็บเกี่ยว ความยาวฝัก น้ำหนักฝักสดรวมเปลือก น้ำหนักฝักสดปอกเปลือก น้ำหนักเมล็ด และน้ำหนัก 100 เมล็ด ของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NH-146 ที่ปลูก ณ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน ปี 2562

กรรมวิธีทดลอง	ความสูงวันเก็บเกี่ยว	ความยาวฝัก	น้ำหนักฝักสด	น้ำหนักเมล็ด	น้ำหนัก 100 เมล็ด
	เซนติเมตร		กิโลกรัม/ไร่		กรัม
แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	225.4 ab	16.3	287	209	33.6
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	247.0 a	17.3	358	246	33.4
3. DASF04003 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	203.4 b	15.1	270	195	30.8
4. AP1 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	249.8 a	16.4	313	216	33.0
5. AT1 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	246.0 a	17.1	318	225	33.2
CV (%)	5.20**	6.21	22.22	19.97	4.73
แปลงที่ 2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	285.9 b	18.5	488	350	35.6
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	294.2 ab	19.4	539	381	35.0
3. DASF04003 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	291.6 ab	18.6	537	388	35.8
4. AP1 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	304.4 a	19.0	536	384	34.9
5. AT1 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	306.4 a	18.7	533	367	37.2
CV (%)	2.52**	2.55	13.04	14.55	4.81

หมายเหตุ : ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

84

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 3 ปริมาณประชากรแบคทีเรียและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน ณ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน ปี 2562

กรรมวิธีทดลอง	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (μmol C_2H_2 /hr)	ปริมาณประชากรแบคทีเรียในดิน (Log_{10} CFU/ml)			
		Azospirillum sp.		*Azotobacter* sp.	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.029 ± 0.006	3.71	4.28	-	-
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.030 ± 0.006	3.95	3.95	-	-
3. DASF04003 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.030 ± 0.006	3.77	4.19	-	-
4. AP1 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.037 ± 0.006	3.61	3.95	-	-
5. AT1 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.025 ± 0.019	3.66	3.85	-	-
แปลงที่ 2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.039 ± 0.011	4.02	4.91	-	-
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.027 ± 0.006	3.92	5.26	-	-
3. DASF04003 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.029 ± 0.004	3.37	5.00	-	-
4. AP1 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.030 ± 0.007	3.83	4.83	-	-
5. AT1 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.025 ± 0.018	3.76	5.45	-	-

หมายเหตุ : - ไม่สามารถตรวจนับได้

85

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ดินแปลงทดลองข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ปี 2563 ของ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และอำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

ตัวอย่าง	pH[1] (water 1:1)	อินทรียวัตถุ[2] (%)	ฟอสฟอรัส[3] (Bray II-P มก./กก.)	โพแทสเซียมที่สกัดได้[4] (มก./กก.)
แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน	7.12	1.50	70	135
แปลงที่ 2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน	6.80	2.60	12	257

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

86

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04003) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-15-15 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 23 มิถุนายน 2563 ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น เมื่ออายุ 7 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน

แปลงที่ 2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (control)

กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ (อัตราแนะนำตามค่าวิเคราะห์ดิน)

กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ *Azospirillum brasilense* (DASF04005) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรีย *Azospirillum* (AP1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรีย *Azotobacter* (AT1) + ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ทำการปลูกและใส่ปุ๋ยรองพื้น เมื่อวันที่ 24 มิถุนายน2563 ถอนแยกให้เหลือ 1 ต้น เมื่ออายุ 7 วัน ใส่ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยแต่งหน้า เมื่ออายุ 30 วัน

87

การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตข้าวโพดในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ตารางที่ 3 ปริมาณประชากรแบคทีเรียและประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน ณ แปลงเกษตรกร อำเภอปาย และศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน ปี 2563

กรรมวิธีทดลอง	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (μmol C_2H_2 /hr)	ปริมาณประชากรแบคทีเรียในดิน (Log_{10} CFU/ml)			
		Azospirillum sp.		*Azotobacter* sp.	
		ก่อนปลูก	หลังปลูก	ก่อนปลูก	หลังปลูก
แปลงที่ 1 แปลงเกษตรกร อำเภอปาย					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.053 ± 0.012	4.28		-	
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.085 ± 0.007	4.99		-	
3. DASF04003 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.042 ± 0.018	5.46		-	
4. AP1 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.046 ± 0.001	5.43		-	
5. AT1 + 15-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.036 ± 0.011	5.09		-	
แปลงที่ 2 ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรแม่ฮ่องสอน					
1. ไม่ใส่ปุ๋ย	0.037 ± 0.008	4.91		-	
2. ใส่ปุ๋ยเคมี 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.034 ± 0.011	4.76		-	
3. DASF04003 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.027 ± 0.010	5.40		-	
4. AP1 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.018 ± 0.004	4.83		-	
5. AT1 + 10-5-5 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่	0.019 ± 0.007	4.91		-	

หมายเหตุ : - ไม่สามารถตรวจนับได้

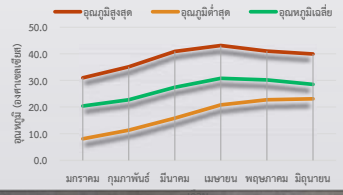
88

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

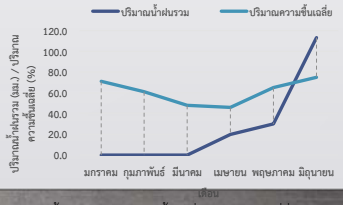
การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum* sp. และ *Azotobacter* sp. ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NH-146 ให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตได้ จึงควรมีการศึกษาต่อในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้น

ปัญหาและอุปสรรค

ในปี 2563 เนื่องจากอุณหภูมิ ความชื้นปริมาณน้ำฝน และความชื้นเฉลี่ยของจังหวัดแม่ฮ่องสอนในช่วงไตรมาสที่ 2 และ 3 ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก จึงต้องเลื่อนการปลูกไปช่วงปลายไตรมาส 3 เดือนมิถุนายน 2563



รูปที่ 1 อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิต่ำสุด และอุณหภูมิเฉลี่ยของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน 2563



รูปที่ 2 ปริมาณน้ำฝนรวมและความชื้นเฉลี่ยของจังหวัดแม่ฮ่องสอน ระหว่างเดือนมกราคม – มิถุนายน 2563

การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการในการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชในการเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน

วางแผนการทดลองแบบ RCB 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำประกอบด้วย

- กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย (-control)
- กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน (control)
- กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดอ้างอิง (*Azospirillum brasilense* TS13)
- กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิด A ที่คัดเลือกจากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย (*Azospirillum brasilense* AP1)
- กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิด B ที่คัดเลือกจากพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย (*Azotobacter beijerinckii* AT1)

การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทำการปลูกกระเทียมในแปลงทดลองขนาด 6X5 เมตร ระยะปลูก 10 × 10 เซนติเมตร และใส่จุลินทรีย์ตามกรรมวิธีพร้อมปลูก 1 ครั้ง พร้อมใส่ปุ๋ยรองพื้น และใส่ปุ๋ยแต่งหน้า ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุประมาณ 110 – 125 วัน ในพื้นที่ 2X2 เมตร
2. หลังเก็บเกี่ยวหาน้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง การสะสมไนโตรเจนในต้น และผลผลิต และอัตราการตรึงไนโตรเจน

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น ความสูง น้ำหนักต้นสด น้ำหนักรากสด น้ำหนักผลผลิตสด
2. หลังเก็บเกี่ยวบันทึกข้อมูล น้ำหนักต้นแห้ง น้ำหนักรากแห้ง และน้ำหนักผลผลิตแห้ง
3. บันทึกข้อมูลการวิเคราะห์การสะสมไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ในต้น และหัว อัตราการตรึงไนโตรเจน นับปริมาณแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชรอบๆราก และองค์ประกอบผลผลิตอื่นๆ
4. ค่าวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและหลังปลูก

91

การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

แปลงกระเทียม อ. ปาย

แปลงกระเทียม อ. เมืองแม่ฮ่องสอน

92

การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ปลูกกระเทียมโดยใช้พันธุ์พื้นเมืองของ จ. แม่ฮ่องสอน ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และใช้ปุ๋ยชีวภาพแบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชตามกรรมวิธี

สมบัติทางเคมีของตัวอย่างดินแปลงกระเทียม

พื้นที่แปลงทดลอง	Organic matter (%)	Available P (mg/kg)	Exchangeable K (mg/kg)
พื้นที่ต้นน้ำ	2.02	84	205
พื้นที่ปลายน้ำ	1.89	92	189.7

การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

การเจริญเติบโตของกระเทียมในแปลงทดลองบริเวณต้นน้ำ ลุ่มน้ำปาย จ.แม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี	ความสูงต้น (ซม.)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักรากสด (กรัม)	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม)	น้ำหนักราก แห้ง (กรัม)	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (μmol/hr/plant)
กรรมวิธีที่ 1	37 b	36.38	2.64	2.50	0.55	0.0650
กรรมวิธีที่ 2	40 a	46.50	3.05	3.25	0.60	0.0675
กรรมวิธีที่ 3	38 ab	42.88	3.38	2.95	0.73	0.0825
กรรมวิธีที่ 4	39 ab	39.13	2.37	2.71	0.43	0.0488
กรรมวิธีที่ 5	37 b	41.75	3.26	3.14	0.79	0.0888
CV.	7.31	21.46	34.81	18.82	42.09	42.72

ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

การเจริญเติบโตของกระเทียมในแปลงทดลองบริเวณปลายน้ำ ลุ่มน้ำปาย จ.แม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี	ความสูงต้น (ซม.)	น้ำหนักต้นสด (กรัม)	น้ำหนักรากสด (กรัม)	น้ำหนักต้นแห้ง (กรัม)	น้ำหนักรากแห้ง (กรัม)	ประสิทธิภาพการตรึงไนโตรเจน (μmol/hr/plant)
กรรมวิธีที่ 1	43.3	43.50	3.98	3.29	0.70	0.0796
กรรมวิธีที่ 2	45.9	56.88	4.08	3.65	0.67	0.2279
กรรมวิธีที่ 3	43.9	52.13	4.46	4.10	0.69	0.2460
กรรมวิธีที่ 4	44.6	52.00	4.10	3.87	0.62	0.1954
กรรมวิธีที่ 5	43.7	51.63	4.11	3.83	0.64	0.2221
CV.	6.29	16.97	22.67	20.66	30.58	32.06

ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

95

การใช้จุลินทรีย์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตกระเทียมในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศบริเวณลุ่มน้ำปาย

ปลายทาง

ผลผลิตของกระเทียมในแปลงทดลองบริเวณลุ่มน้ำปาย จ.แม่ฮ่องสอน

กรรมวิธี	นน.ผลผลิต/ไร่ (กิโลกรัม)			
	ต้นน้ำ		ปลายน้ำ	
	2562	2563	2562	2563
กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ปุ๋ย	1,473 b	1,660 b	2,185 c	2,531
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน	2,313 a	2,170 a	2,635 bc	3,076
กรรมวิธีที่ 3 แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิดอ้างอิง	2,435 a	1,590 c	2,700 b	2,933
กรรมวิธีที่ 4 แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิด A	1,499 b	1,670 b	3,245 a	2,649
กรรมวิธีที่ 5 แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชชนิด B	2,180 a	1,620 b	2,525 bc	3,004
CV	24.0	8.2	16.0	16.12

ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่แตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% โดย DMRT

96

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

- ประชากรของแบคทีเรียที่มีประโยชน์ทางการเกษตร จะอยู่ใน order *Rhizobialres* พบในปี 2560 2561 และ 2562 มีจำนวนร้อยละ 45 65 และ 58 ตามลำดับ
- ราที่เป็นประโยชน์ทางการเกษตรส่วนใหญ่ถูกจัดอยู่ในกลุ่ม Basidiomycota เช่น เห็ดราในกลุ่มเอคโตไมคอร์ไรซา ส่วนกลุ่ม Glomeromycota ประกอบด้วยกลุ่มราอาร์บัสคูลาร์ไมคอร์ไรซา กลุ่ม Ascomycota และ class Sordariomycetes เช่น รา Trichoderma Penicillium
- การศึกษาทั้ง 3 ปี พบว่าในฤดูฝนตรวจพบประชากรแอคติโนมัยสีมากที่สุด ในปี 2560 ตรวจพบจำนวนประชากร Phylum Actinobacteria มากที่สุดถึง 45,928 OUT แอคติโนแบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มของ Streptomyces มีรายงานพบมากถึง 90 % ในดิน ส่วนใหญ่อาศัยอยู่บริเวณรากพืชมีปฏิสัมพันธ์กับพืชโดยทำหน้าที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตให้กับพืช (PGPR)
- การคัดเลือกเชื้อ *Bradyrhizobium* spp. จากถั่วเหลืองตาแดงพันธุ์พื้นเมืองแม่ฮ่องสอน จากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย จำนวน 30 สายพันธุ์ คัดเลือกสายพันธุ์ที่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนได้สูงที่สุดจำนวน 3 สายพันธุ์ คือ DASA 32019, DASA 32025 และ DASA 32116
- สามารถแยกเชื้อแบคทีเรียส่งเสริมการเติบโตของพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีบนอาหารวุ้นได้จำนวน 33 ไอโซเลท และจำแนกเป็น 2 สกุล คือ สกุล *Azospirillum* และ สกุล *Azotobacter* เชื้อสกุล *Azotobacter* มีความสามารถในการตรึงไนโตรเจนสูงว่าเชื้อสกุล *Azospirillum* แต่มีความสามารถในการผลิต IAA ได้ต่ำกว่า ส่วนการศึกษาการส่งเสริมการเจริญเติบโตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ 999 ข้าวไร่พันธุ์พื้นเมือง และกระเทียมพันธุ์พื้นเมือง แบคทีเรียทั้งสองสกุลทุกไอโซเลทมีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบแตกต่างกัน โดยแบคทีเรียไอโซเลท AP1 มีความสามารถในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชทดสอบทั้ง 3 ชนิดสูงที่สุด รองลงมา คือ แบคทีเรียไอโซเลท AT1

97

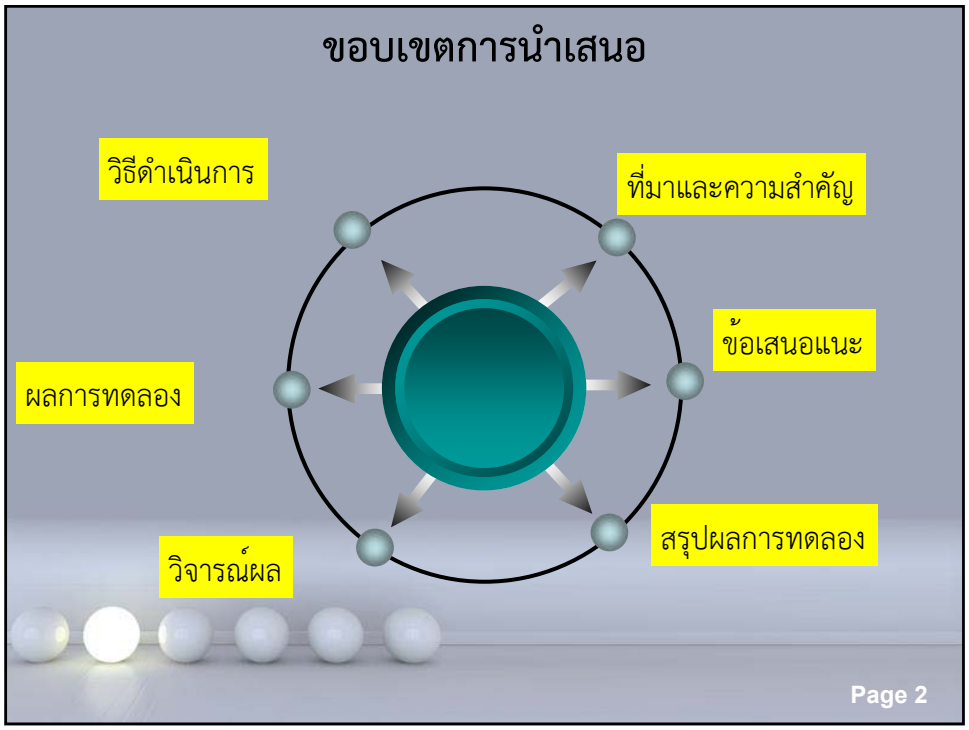
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

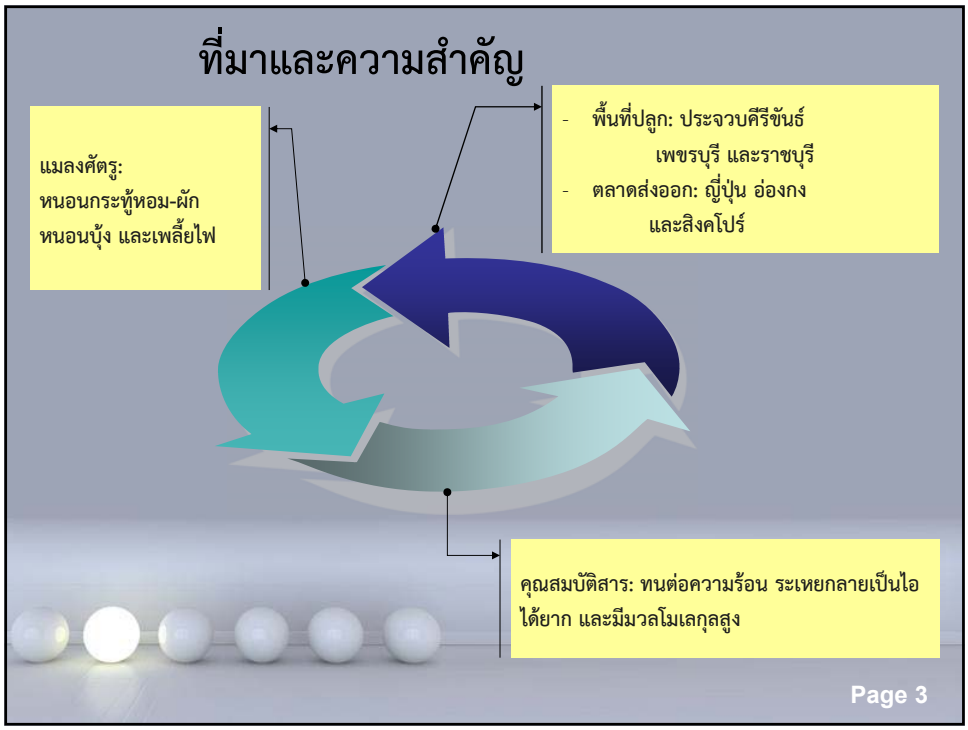
- สามารถแยกเชื้อแอคติโนมัยสีทจากพื้นที่ลุ่มน้ำปาย นำไปพัฒนาและทดสอบการใช้ประโยชน์ของแอคติโนมัยสีทในการส่งเสริมการเจริญของพืชหรือการยับยั้งเชื้อก่อโรคพืชในสภาพโรงเรือน
- เชื้อ *Bacillus velezensis* ไอโซเลท 2CMC-1.1 และ *Paenibacillus xylanilyticus* ไอโซเลท 1Ch2.4 เป็นจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลาย cellulose และ chitin สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเอนไซม์ cellulase และ chitinase ได้ดี
- รีคอมบิแนนท์ *E. coli* ของยีน cellulase และ chitinase สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการพัฒนากรรมวิธีการผลิตรีคอมบิแนนท์เอนไซม์ cellulase และ chitinase ให้มีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการทดแทนสารชีวภาพ การประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร พลังงาน และอุตสาหกรรมอื่นๆที่เกี่ยวข้องต่อไป
- การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum brasilense* AP1 และ *Azotobacter beijerinckii* AT1 ในการปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตได้ จึงควรมีการศึกษาต่อในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้น
- การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum brasilense* AP1 และ *Azotobacter beijerinckii* AT1 ในการปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์พันธุ์ NH-146 ให้ผลไม่แตกต่างกัน และยังพบว่าการใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมีสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตได้ จึงควรมีการศึกษาต่อในระยะยาวเพื่อให้ได้ผลที่ชัดเจนมากขึ้น
- การใช้แบคทีเรียส่งเสริมการเจริญเติบโตทั้งสองสกุล คือ *Azospirillum brasilense* AP1 และ *Azotobacter beijerinckii* AT1 ในการปลูกกระเทียมให้ผลไม่แตกต่างกัน และให้ผลผลิตกระเทียมใกล้เคียงกับการใช้ปุ๋ยเคมี

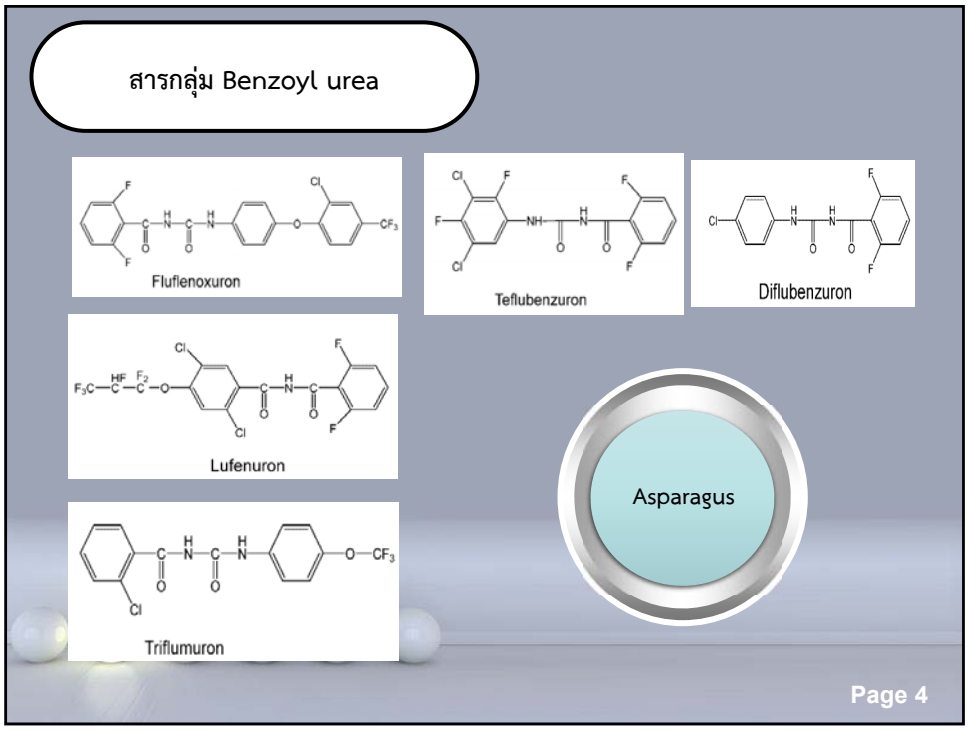
98

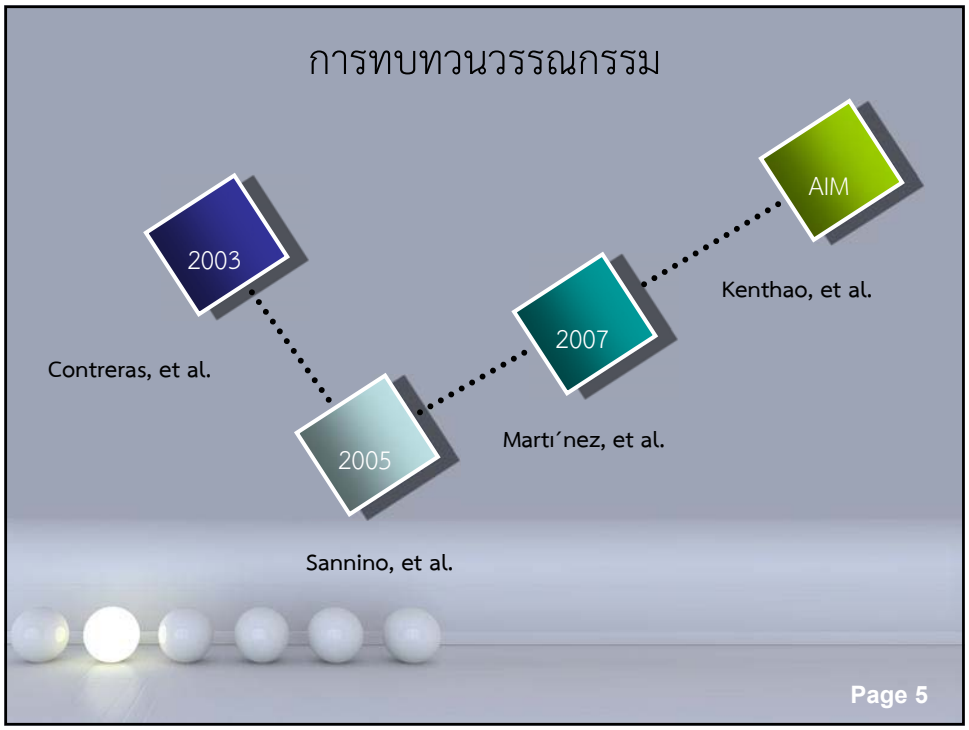
THANKS

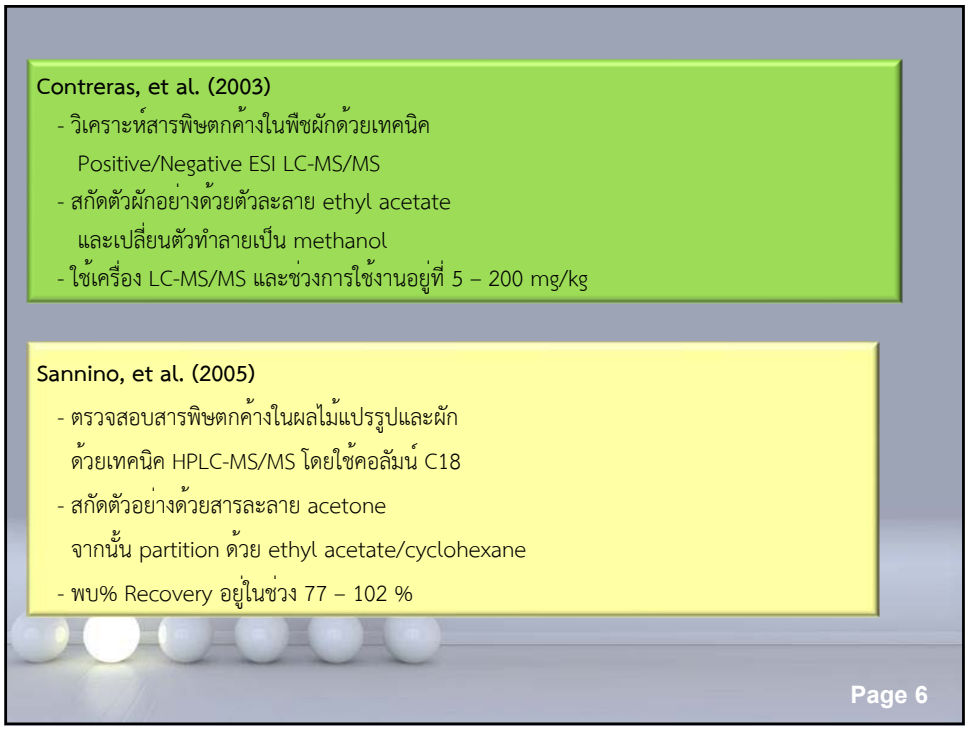
การพัฒนาและตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์
สารพิษตกค้างของสารกำจัดแมลง
กลุ่มเบนโซอิลยูเรีย (benzoylurea) ในหน่อไม้ฝรั่ง
ด้วยเทคนิค LC-MS/MS
นำเสนอโดย
นายประพันธ์ เคนท้าว (นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ)
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กปผ. กวก.


ขอบเขตการนำเสนอ
วิธีดำเนินการ
ที่มาและความสำคัญ
ข้อเสนอแนะ
ผลการทดลอง
สรุปผลการทดลอง
วิจารณ์ผล
Page 2


ที่มาและความสำคัญ
แมลงศัตรู:
หนอนกระทู้หอม-ผัก
หนอนบุ้ง และเพลี้ยไฟ
- พื้นที่ปลูก: ประจวบคีรีขันธ์
เพชรบุรี และราชบุรี
- ตลาดส่งออก: ญี่ปุ่น ฮ่องกง
และสิงคโปร์
คุณสมบัติสาร: ทนต่อความร้อน ระเหยกลายเป็นไอ
ได้ยาก และมีมวลโมเลกุลสูง
Page 3


สารกลุ่ม Benzoyl urea
Fluflenoxuron
Teflubenzuron
Diflubenzuron
Lufenuron
Triflumuron
Asparagus
Page 4


การทบทวนวรรณกรรม
2003
Contreras, et al.
2005
Sannino, et al.
2007
Martı´nez, et al.
AIM
Kenthao, et al.
Page 5


Contreras, et al. (2003)
- วิเคราะห์สารพิษตกค้างในพืชผักด้วยเทคนิค
Positive/Negative ESI LC-MS/MS
- สกัดตัวผักอย่างด้วยตัวละลาย ethyl acetate
และเปลี่ยนตัวทำลายเป็น methanol
- ใช้เครื่อง LC-MS/MS และช่วงการใช้งานอยู่ที่ 5 – 200 mg/kg
Sannino, et al. (2005)
- ตรวจสอบสารพิษตกค้างในผลไม้แปรรูปและผัก
ด้วยเทคนิค HPLC-MS/MS โดยใช้คอลัมน์ C18
- สกัดตัวอย่างด้วยสารละลาย acetone
จากนั้น partition ด้วย ethyl acetate/cyclohexane
- พบ% Recovery อยู่ในช่วง 77 – 102 %
Page 6

Martı´nez, et al. (2007)

- ตรวจวัดสารพิษตกค้างในตัวอย่างแตงกวา ถั่วเขียว มะเขือเทศ และมะเขือ โดยเทคนิค LC-ESI-MS
- สกัดด้วยตัวทำละลาย dichloromethane โดยไม่มีการ Clean-up
- ช่วงการใช้งานของวิธีอยู่ในช่วง 1.0 – 3.2 ng/mL

AIM (2018-2019)

พัฒนาวิธีการตรวจวิเคราะห์สารกลุ่มเบนโซอิลยูเรียทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ diflubenzuron, triflumuron, teflubenzuron, lufenuron และ flufenoxuron ในตัวอย่างหน่อไม้ฝรั่ง ด้วยเทคนิค LC-MS/MS

Page 7

วิธีดำเนินการ

Page 8

1. การเตรียมสภาวะเครื่องมือวิเคราะห์

ตารางที่ 1 การเตรียมสภาวะเครื่อง LC-MS/MS

Column	Kinetex XB-C18, 100 mm × 2.1 mm of Internal diameter (particle size 2.6 µm)
Mobile phase: A	5 mM $(NH_4)HCO_2$ + 0.01% HCO_2H in water
Mobile phase: B	acetronitrile

LC Condition

Time (min)	Mobile phase ratio A (%)	Mobile phase ratio B (%)	Flow (mL/min)	Injection volume (µL)
0	50	50	0.4	5
9	2	98	0.4	5
11	50	50	0.4	5
12	50	50	0.4	5

Page 9

2. ช่วงการวัด (Range) ของเครื่อง LC-MS/MS

- เตรียม Std. ใน ACN ที่ความเข้มข้น 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5 และ 1.0 µg/mL
  ความเข้มข้นละ 1 ซ้ำ
- วิเคาะห์ด้วยเครื่อง LC/MSMS

Range:
0.01 - 0.2 µg/mL
($R^2 \geq 0.990$)

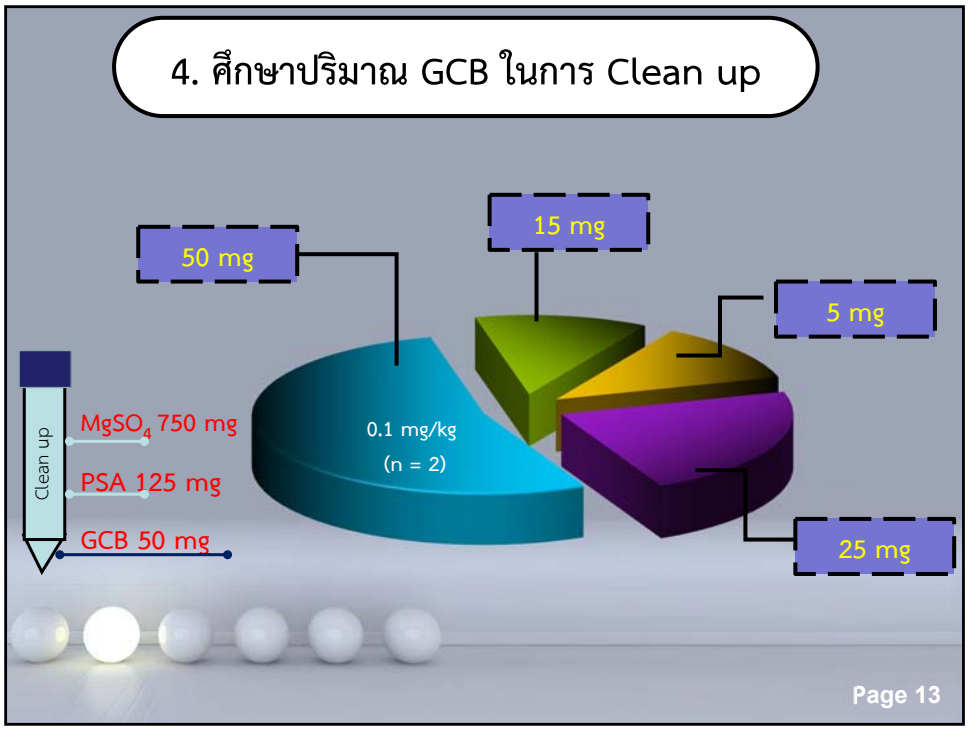
Page 10

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพการสกัดสารกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย
ในหน่อไม้ฝรั่งทั้ง 2 วิธี ที่ความเข้มข้น 0.02 mg/kg

Pesticide name	% Recovery, n = 10	
	QuEChERS: EN 15662 (2008)	SweEt method
diflubenzuron	97	35
triflumuron	95	44
teflubenzuron	93	28
lufenuron	93	50
flufenoxuron	86	52

%Rec. = 70 -120%

Page 12

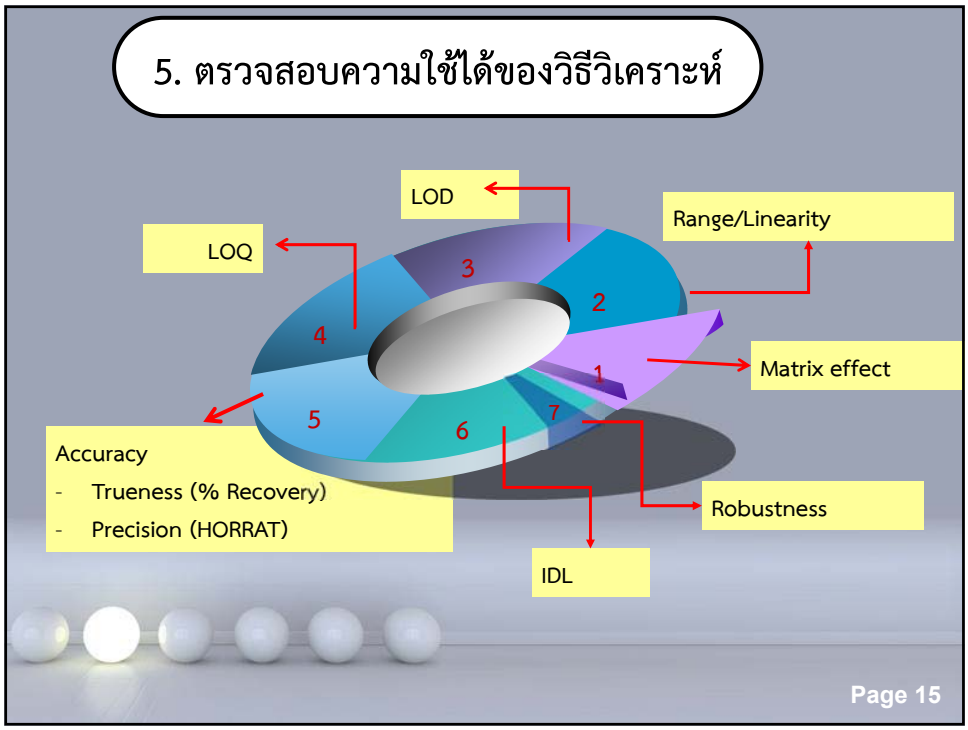


ตารางที่ 3 ปริมาณการใช้ GCB ต่อประสิทธิภาพการสกัด
สารกลุ่มเบนโซอิลยูเรีย ที่ 0.1 mg/kg

GCB (mg)	% Recovery of benzoyl urea group (n = 2)				
	Diflu.	Triflu.	Teflu.	Lufe.	Flufe.
50	76	81	49	59	77
25	82	88	74	79	84
15	**94**	**94**	**94**	**93**	**91**
5	92	91	87	88	89

%Rec. = 70 -120%

Page 14



5.1 ทดสอบ Matrix Effect (% ME)

- เตรียม Std. ใน ACN และ Mtrx. ที่ความเข้มข้น 0.01, 0.02, 0.05, 0.1 และ 0.2 µg/mL
- % ME = (slope Mtrx/slope ACN)*100)

ตารางที่ 4 Matrix effect ของสารมาตรฐานกลุ่มเบนโซอิลยูเรียในหน่อไม้ฝรั่ง

Pesticide name	Slope		%ME
	Mtrx	ACN	
Diflubenzuron	180,236.11	201,252.08	-10
Triflumuron	180,236.11	201,252.08	-10
Teflubenzuron	47,731.65	49,745.07	-4
Lufenuron	129,284.01	140,414.81	-8
Flufenoxuron	318,526.37	349,218.31	-9

% ME < 20%
(Non)

Page 16

5.2 ช่วงความเป็นเส้นตรงของวิธีทดสอบ (Range/Linearity)

ทดสอบ 6 ระดับความเข้มข้นๆละ 3 ซ้ำ
ที่ 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.15 และ 0.2 mg/kg

ตารางที่ 5 ผลการทดลองช่วงความเป็นเส้นตรงที่ความเข้ม 0.02-0.2 mg/kg

Pesticide name	ความเข้มข้น 0.02 - 0.2 mg/kg (n = 3)	
	สมการเส้นตรง	R^2
diflubenzuron	y = 257,606.6x + 219.6	0.9996
triflumuron	y = 184,180.3x + 583.5	0.9990
teflubenzuron	y = 66,295.5x + 124.1	0.9994
lufenuron	y = 75,305.3x + 13.7	0.9996
flufenoxuron	y = 202,064.9x - 1,074.6	0.9951

%Rec = 70 -120
$R^2 \geq 0.990$

Page 17

5.3 ทดสอบ LOD และ LOQ

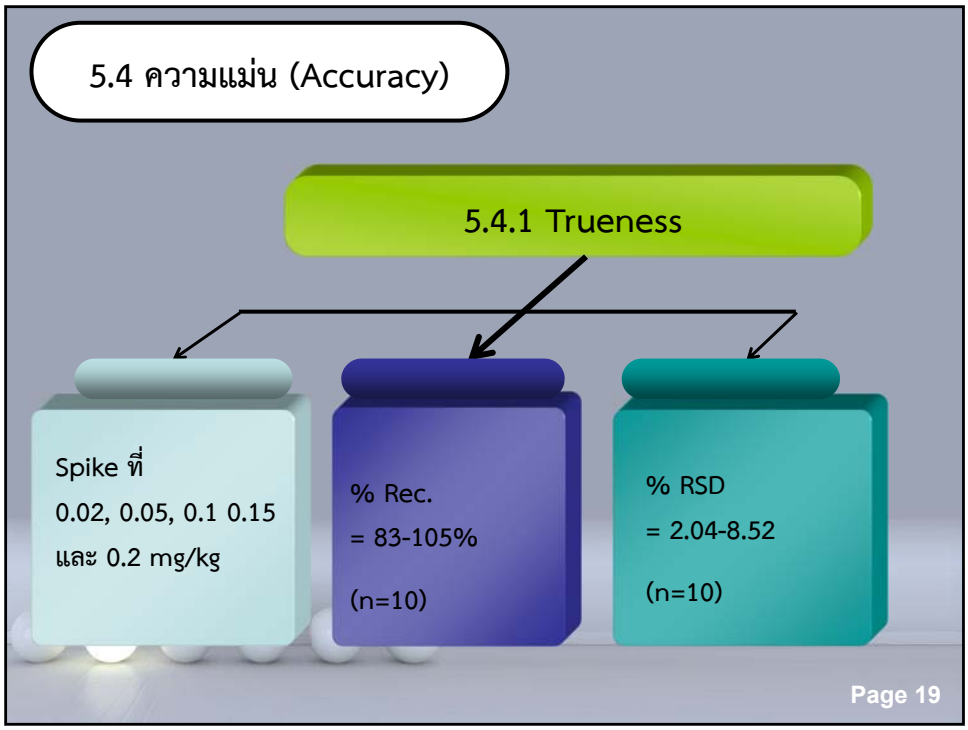
ตารางที่ 5 ผลการศึกษาค่า LOD และ LOQ

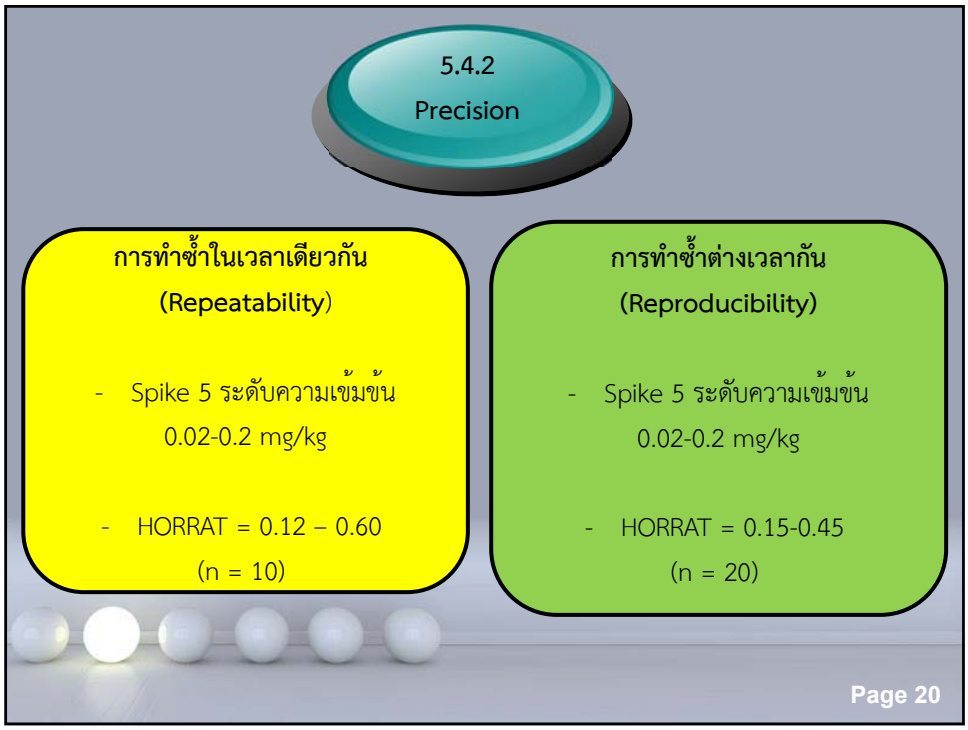
Pesticide name	0.02 mg/kg (n = 10)		Average concentration (mg/kg) ที่ 0.01 mg/kg (n = 10)
	SD	3 SD	
diflubenzuron	0.001	0.003	0.0092
triflumuron	0.001	0.003	0.0096
teflubenzuron	0.001	0.003	0.0093
lufenuron	0.001	0.003	0.0092
flufenoxuron	0.001	0.003	0.0091

% Rec = 70-120
%RSD < 8

LOD = 0.01 mg/kg
LOQ = 0.02 mg/kg

Page 18


5.4 ความแม่น (Accuracy)
5.4.1 Trueness
Spike ที่
0.02, 0.05, 0.1 0.15
และ 0.2 mg/kg
% Rec.
= 83-105%
(n=10)
% RSD
= 2.04-8.52
(n=10)
Page 19


5.4.2
Precision
การทำซ้ำในเวลาเดียวกัน
(Repeatability)
- Spike 5 ระดับความเข้มข้น
0.02-0.2 mg/kg
- HORRAT = 0.12 – 0.60
(n = 10)
การทำซ้ำต่างเวลากัน
(Reproducibility)
- Spike 5 ระดับความเข้มข้น
0.02-0.2 mg/kg
- HORRAT = 0.15-0.45
(n = 20)
Page 20

5.5 Instrument detection limit

List	Diflu.	Flufe.	Lufe.	Teflu.	Triflu.
Concentration Ratio; C (ng)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
No. of sample (n)	10	10	10	10	10
t_{α}(one-tail), df = n - 1	2.8214	2.8214	2.8214	2.8214	2.8214
RSD (%)	2.36	0.70	1.22	1.44	0.95
IDL (ng)	0.17	0.05	0.09	0.10	0.07

$$IDL = \frac{t_{\alpha} \times RSD \times C}{100}$$

Page 21

5.6 ความทนของวิธี (Robustness)

- ทดสอบ Injection volume ของ supernatant ที่ 0.02, 0.1 และ 0.2 mg/kg จำนวน 10 ซ้ำ

3 µL	5 µL	7 µL
%Rec. = 98-114	%Rec. = 85-101	%Rec. = 101-109
%RSD= 2-7	%RSD= 2-9	%RSD= 2-5

Page 22

สรุปผลการทดลอง

- ใช้วิธี QuEChERS (En 15662 : 2008) GCB 15 mg
- ช่วงการใช้งาน 0.02 – 0.2 mg/kg
- LOD และ LOQ เท่ากับ 0.01 และ 0.02 mg/kg ตามลำดับ
- IDL ของเครื่องมือ มีค่าอยู่ในช่วง 0.05 – 0.17 ng
- วิธีวิเคราะห์มีความคงทนแม้มีการปรับปริมาตรการฉีด 3 – 7 µL

Page 23

THANK YOU

Page 24

สารสกัดพืชกับการขึ้นทะเบียน เพื่อใช้ควบคุมศัตรูพืช

ลักษมี เดชานุรักษ์นุกูล
กลุ่มงานวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตรจากสารธรรมชาติ
กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร

พรบ.วัตถุอันตราย 2535

และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม

หน่วยงานผู้รับผิดชอบในการควบคุมวัตถุอันตราย

ชื่อหน่วยงาน	วัตถุอันตรายที่รับผิดชอบ	บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย ที่รับผิดชอบ*
กรมวิชาการเกษตร	วัตถุอันตรายที่นำไปใช้ทางการเกษตร	บัญชีที่ 1
กรมประมง	วัตถุอันตรายที่นำไปใช้ทางการประมง / การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	บัญชีที่ 2
กรมปศุสัตว์	วัตถุอันตรายที่นำไปใช้ในทางปศุสัตว์	บัญชีที่ 3
สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา	วัตถุอันตรายที่นำไปใช้ในบ้านเรือนหรือ ทางสาธารณสุข	บัญชีที่ 4
กรมโรงงานอุตสาหกรรม	วัตถุอันตรายที่นำไปใช้ในทางอุตสาหกรรม	บัญชีที่ 5
กรมธุรกิจพลังงาน	วัตถุอันตรายที่เป็นก๊าซปิโตรเลียม	บัญชีที่ 6

พรบ.วัตถุอันตราย 2535
และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

รับผิดชอบ ควบคุมวัตถุอันตรายที่นำไปใช้ทางการเกษตร **บัญชีที่ 1**

ดังนั้น พืชสมุนไพร ทำไมถึงเป็น วัตถุอันตราย

เนื่องจาก เป็นพืชที่เกษตรกรนำมาใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นสารควบคุมกำจัดศัตรูพืช

3

พ.ร.บ.วัตถุอันตราย 2535
และฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติม

มาตรา18 แบ่งวัตถุอันตรายออกเป็น 4 ชนิด
ตามความจำเป็นแก่การควบคุม

กำกับ/ควบคุม

การผลิต/นำเข้า/ส่งออก
ต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด

(ปัจจุบันยังไม่มี วอ.1 ในความรับผิดชอบของกรมวิชาการเกษตร)

การผลิต/นำเข้า/ส่งออก

ขึ้นทะเบียน/แจ้งดำเนินการ
และต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดด้วย

(สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา สารชีวภัณฑ์ เช่น บาซิลลัส ทูริงเยนซิส และ ฟีโรโมน)

การผลิต/นำเข้า/ส่งออก

ต้องได้รับใบอนุญาต

(เป็นผลิตภัณฑ์สารเคมีทางการเกษตร ที่มีจำหน่ายตามร้านค้าเคมีเกษตร)

การมีไว้ครอบครอง

ห้ามมิให้มีการผลิต นำเข้า ส่งออก มีไว้ครอบครอง

บัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย พ.ศ.2556 แนบท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

บัญชีที่ 1 กรมวิชาการเกษตร รับผิดชอบ

ควบคุมวัตถุอันตรายที่นำไปใช้ทางการเกษตร ***วัตถุอันตรายชนิดที่2***

บัญชี 1.2 รายชื่อกลุ่มสารควบคุม

8. สารสกัดจากพืช เช่น สะเดา ข่า ตะไคร้หอม เพื่อใช้ประโยชน์ในการป้องกันกำจัดแมลง ศัตรูพืช

9. สารสำคัญ จุลชีพ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสำคัญ หรือจุลชีพที่ทำขึ้นเพื่อใช้ ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งรวมถึงการกระตุ้น การยับยั้ง การชะลอการเจริญเติบโต ของพืช เช่น การควบคุมการออกดอกติดผล เปลี่ยนสี ออกราก เป็นต้น

10. สารสำคัญ จุลชีพ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสำคัญ หรือจุลชีพที่ทำขึ้นเพื่อใช้ใน การป้องกัน กำจัด ทำลาย ควบคุมแมลง หรือสัตว์ที่เป็นศัตรูพืช เช่น เชื้อไวรัส NPV บาซิลลัส ทูริงเยนซิส

11. สารสำคัญ จุลชีพ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสำคัญ หรือจุลชีพที่ทำขึ้นเพื่อใช้ในการป้องกัน กำจัด ทำลาย ควบคุมโรคพืช เช่น เชื้อราไตรโคเดอร์มา

12. สารสำคัญ จุลชีพ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของสารสำคัญ หรือจุลชีพที่ทำขึ้นเพื่อใช้ในการป้องกัน กำจัด ทำลาย ควบคุมวัชพืช หรือพืชที่ไม่พึงประสงค์

วัตถุอันตรายชนิดที่ 2

การดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตรายชนิดที่ 2

ผู้ผลิต/ผู้นำเข้า

1. ต้องขึ้นทะเบียน

2. ต้องแจ้งดำเนินการ

วัตถุอันตรายชนิดที่ 2

สารธรรมชาติที่ผลิตจากพืชที่ใช้ในปัจจุบัน มี 2 ประเภท

1. สารธรรมชาติที่ได้จากกระบวนการสกัดทางเคมีเพื่อแยกสารสำคัญ/สารออกฤทธิ์ ออกมา
2. สารธรรมชาติที่ยังไม่ผ่านกระบวนการสกัด เป็นลักษณะธรรมชาติด้วยวิธีการแปรรูปผลิตภัณฑ์ เช่น การตากแห้ง แล้วนำมาสับ บดให้เป็นผง เป็นต้น

ขั้นตอนการขึ้นทะเบียนมี 3 ส่วน

- วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์
- การทดสอบประสิทธิภาพ
- การประเมินความเป็นพิษ

การขึ้นทะเบียนสารสกัดพืช เพื่อป้องกันกำจัดศัตรูพืช

การประเมินข้อมูล
พิษวิทยา

- คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และด้านเทคนิคของสารสกัดพืช
- พิษวิทยาและข้อมูลการรับสัมผัส
- กรรมวิธีการผลิตและแหล่งที่มาของสารสกัดพืช

ผลการประเมินข้อมูลพิษวิทยา

การขอนำเข้าหรือ
ผลิตตัวอย่าง

- เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์
- ยื่นคำขออนุญาตผลิตหรือนำเข้าตัวอย่าง
- วิเคราะห์ตัวอย่างตามข้อกำหนดของวัตถุอันตราย และทดสอบประสิทธิภาพ

ผลวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์วัตถุอันตราย

ทำการทดลอง
ประสิทธิภาพ

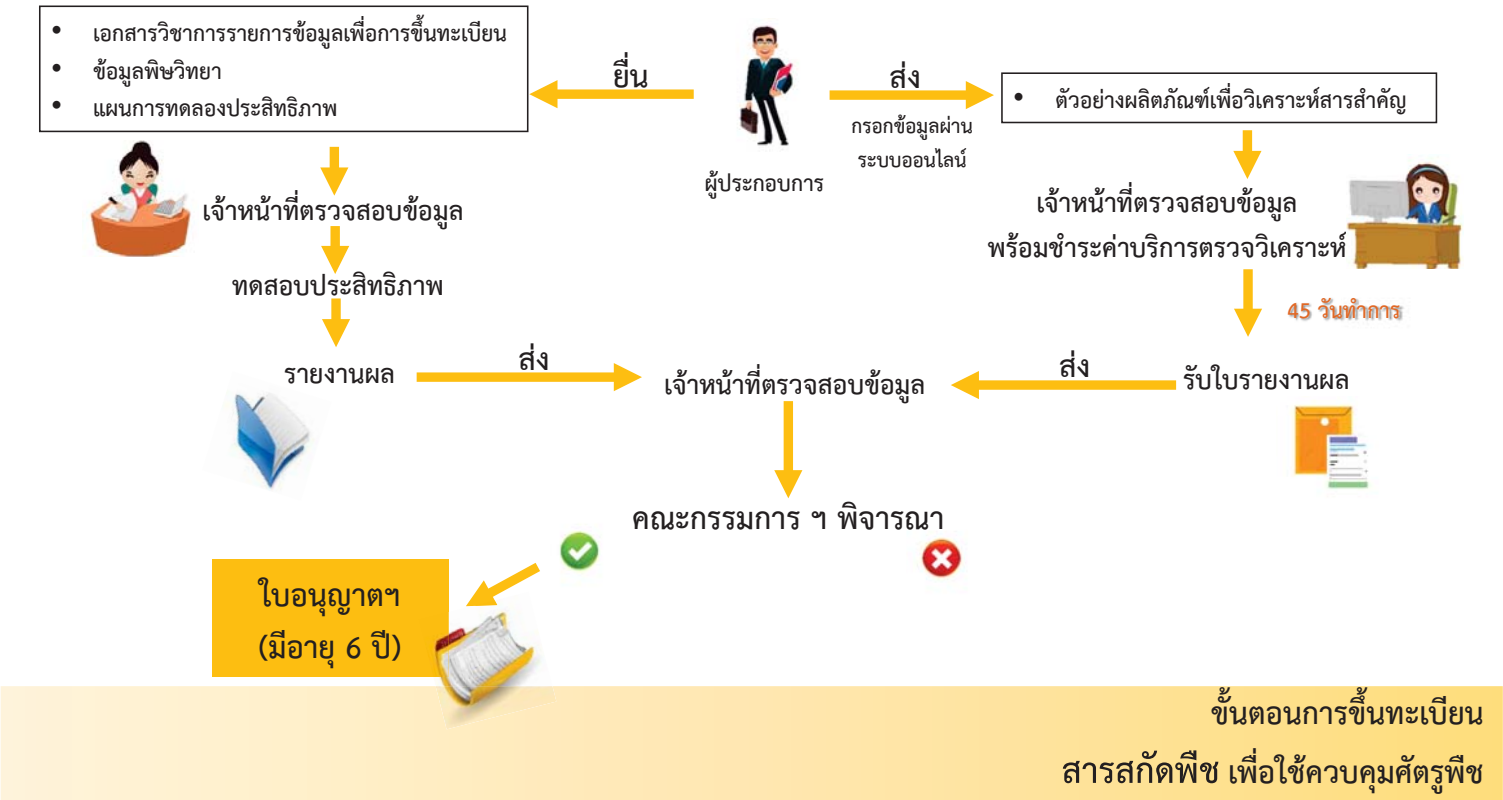
- ขั้นการทดลองเบื้องต้น
- แผนการทดสอบประสิทธิภาพ
- รายงานผลการทดลองประสิทธิภาพ

ผลการทดลองประสิทธิภาพ

จัดทำร่างฉลากวัตถุอันตราย

คณะทำงานเพื่อพิจารณาการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตร

ออกใบสำคัญการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย



ขั้นตอนการขึ้นทะเบียน
สารสกัดพืช เพื่อใช้ควบคุมศัตรูพืช

เหตุผลในการจัดพืช 13 ชนิด เมื่อปี พ.ศ. 2552

เป็น วัตถุอันตรายชนิดที่ 1

กรมวิชาการเกษตร เสนอลดระดับการควบคุมผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติ

กรมวิชาการเกษตรตระหนักถึงพิษภัยและผลกระทบจากการใช้สารเคมีมานาน จึงมีนโยบายส่งเสริมการใช้สารธรรมชาติ ลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช เพื่อลดต้นทุนการผลิต เพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร

เหตุผลในการจัดพืช 13 ชนิด เมื่อปี พ.ศ. 2552

เป็น วัตถุอันตรายชนิดที่ 1

กรมวิชาการเกษตร เสนอลดระดับการควบคุมผลิตภัณฑ์สารธรรมชาติ

- ที่มีลักษณะการผลิตโดยการนำมา**ตากแห้ง แล้วนำมาสับ บดให้เป็นผง** เป็น**วัตถุอันตรายชนิดที่ 1** โดยการแจ้งการผลิตเพื่อขายเท่านั้น เนื่องจากสารออกฤทธิ์จะแตกต่างขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายชนิด เช่น สถานที่ปลูก สภาพภูมิอากาศ อายุของพืช ทำให้ผลวิเคราะห์และประสิทธิภาพไม่คงที่ ยากที่เป็นไปตามหลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนเช่นเดียวกับการขึ้นทะเบียนสารเคมีสังเคราะห์

- ส่วน**สารสกัดจากพืช** คือ สารสำคัญ หรือสารออกฤทธิ์ที่ได้จากกระบวนการทางเคมี โดยการนำชิ้นส่วนของพืช เช่น ใบ กิ่ง ก้าน ต้น ราก หรือ เมล็ด **มาผ่านกระบวนการสกัดโดยใช้น้ำ แอลกอฮอล์ เฮกเซน เมธานอล อะซีโตน ฯลฯ เพื่อแยกสารสำคัญ** โดยสารสกัดดังกล่าว จะมีความคงตัวสูง สลายตัวยาก สามารถวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ของสารออกฤทธิ์ในผลิตภัณฑ์ได้ เช่น สารสกัดสะเดา สารสกัดตะไคร้หอม

วัตถุอันตรายชนิดที่ 1

เป็นวัตถุอันตรายที่ก่อให้เกิดผลกระทบน้อยกว่าวัตถุอันตรายชนิดอื่น

กฎหมายกำหนดให้

- ✓ ผู้ผลิตและผู้นำเข้า ไม่ต้องขอขึ้นทะเบียนวัตถุอันตราย
- ✓ ต้องแจ้งข้อเท็จจริงเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบ
- ✓ ต้องปฏิบัติตาม**หลักเกณฑ์**และ**วิธีการ**ที่กำหนด เช่น
  - การจัดทำฉลาก
  - วิธีการในการผลิตและการเก็บรักษา

วัตถุอันตรายชนิดที่ 1

การพิจารณาว่าผลิตภัณฑ์จะจัดเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 1 หรือไม่ จะต้องพิจารณาทั้ง

- **สารสำคัญ หรือสารออกฤทธิ์ (active ingredient)**
- ประโยชน์ วัตถุประสงค์การใช้ หรือการอ้างสรรพคุณ ของผลิตภัณฑ์
- สารสำคัญจะต้องตรงกับ “รายชื่อสารควบคุม” หรืออยู่ในกลุ่มสารเคมีตาม “รายชื่อกลุ่มสารควบคุม” ของกรมวิชาการเกษตร
- การอ้างประโยชน์ วัตถุประสงค์การใช้ หรือสรรพคุณของ ผลิตภัณฑ์ จะต้องเป็นไปตาม “เงื่อนไข” ตามที่ระบุในบัญชีรายชื่อวัตถุอันตราย
- ทั้งนี้ ในหนึ่งผลิตภัณฑ์อาจมี สารสำคัญหลายตัวได้ โดยที่สารสำคัญทุกตัว จะต้องเป็นวัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ผลิตภัณฑ์นั้นจึงจะจัดเป็น วัตถุอันตรายชนิดที่ 1

วัตถุอันตรายชนิดที่ 1

การควบคุมผลิตภัณฑ์ให้มีปริมาณสารสำคัญเป็นไปตามข้อกำหนด

- กำหนดค่าคลาดเคลื่อนที่อนุญาตให้มีได้จากปริมาณของสารสำคัญ ตามที่ระบุไว้สำหรับวัตถุอันตรายประเภทต่าง ๆ
- หากมีการวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญในวัตถุอันตราย สารสำคัญที่วิเคราะห์ได้ จะต้องมีปริมาณไม่น้อยกว่าหรือไม่มากกว่าค่าคลาดเคลื่อนที่อนุญาตให้มีได้

วัตถุอันตรายชนิดที่ 1

การควบคุม กำกับดูแลวัตถุอันตรายชนิดที่ 1

จึงเป็นการกำกับดูแลที่เน้น

การตรวจสอบเฝ้าระวังผลิตภัณฑ์และการแสดงฉลาก ของผลิตภัณฑ์ที่วางจำหน่ายในท้องตลาด

15

6. รายการข้อมูลเพื่อการขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์จากพืช (ชิ้นส่วนหรือสารสกัดจากพืช)
Data requirements for botanicals (plant, plant extracts) registration

แนบท้ายประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง หลักเกณฑ์ และวิธีการขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญและการต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่กรมวิชาการเกษตรรับผิดชอบ

6.1 ประเภทผลิตภัณฑ์จากพืชที่ใช้อารักขาพืช (ชิ้นส่วนหรือสารสกัดจากพืช)

ประเภท 1 : สารสำคัญในผลิตภัณฑ์อารักขาพืชที่ได้มาจากพืชชนิดเดียวหรือหลายชนิด และผสมกับน้ำหรือตัวทำละลาย และผลิตภัณฑ์อารักขาพืชที่อาจเติมสารที่ทำให้เป็นสูตรผสม

ประเภท 2 : สารสำคัญของผลิตภัณฑ์อารักขาพืชได้มาจากพืชหนึ่งชนิดหรือหลายชนิดที่สกัดโดยเอทานอล/น้ำ และผลิตภัณฑ์อารักขาพืชที่อาจเติมสารที่ทำให้เป็นสูตรผสม

16

พืชที่มีฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืช

สะเดา

กากเมล็ดชา

สาบเสือ

ดาวเรือง

พริก

ข่า

ขิง

คื่นฉ่าย

ขมิ้นชัน

ตะไคร้หอม

ชุมเห็ดเทศ

หนอนตายหยาก

ดองดึง

การถ่ายโอนภารกิจ
การกำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย
โดย
นางสาวพงศ์พิศ แก้วสุข
๒๔-๒๕ กันยายน ๒๕๖๓
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

การกำหนดห้องปฏิบัติการ
วิเคราะห์ปุ๋ย
1
การให้การยอมรับในความสามารถ
ของห้องปฏิบัติการในการตรวจวิเคราะห์
ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์
การทบทวนบทบาทภารกิจของส่วนราชการ ตามมาตรา ๓๓
แห่งพระราชกฤษฎีกา ว่าด้วย หลักเกณฑ์และวิธีการบริหาร
กิจการบ้านเมืองที่ดี พ.ศ.๒๕๕๖
เมื่อวันที่ ๘ มกราคม พ.ศ. ๒๕๕๓
การทบทวนบทบาทภารกิจ
ดำเนินการถ่ายโอนภารกิจ
ด้านการตรวจสอบและรับรองคุณภาพมาตรฐาน
ของส่วนราชการต่างๆ ให้ภาคเอกชนหรือ
ภาคส่วนอื่นรับไปดำเนินการแทน

การกำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย

การให้การยอมรับในความสามารถของห้องปฏิบัติการในการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์

ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง การกำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามมาตรา ๓๖ (๑๑) และมาตรา ๓๖/๒ (๑๐) แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๑๘ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. ๒๕๕๐ พ.ศ. ๒๕๕๔

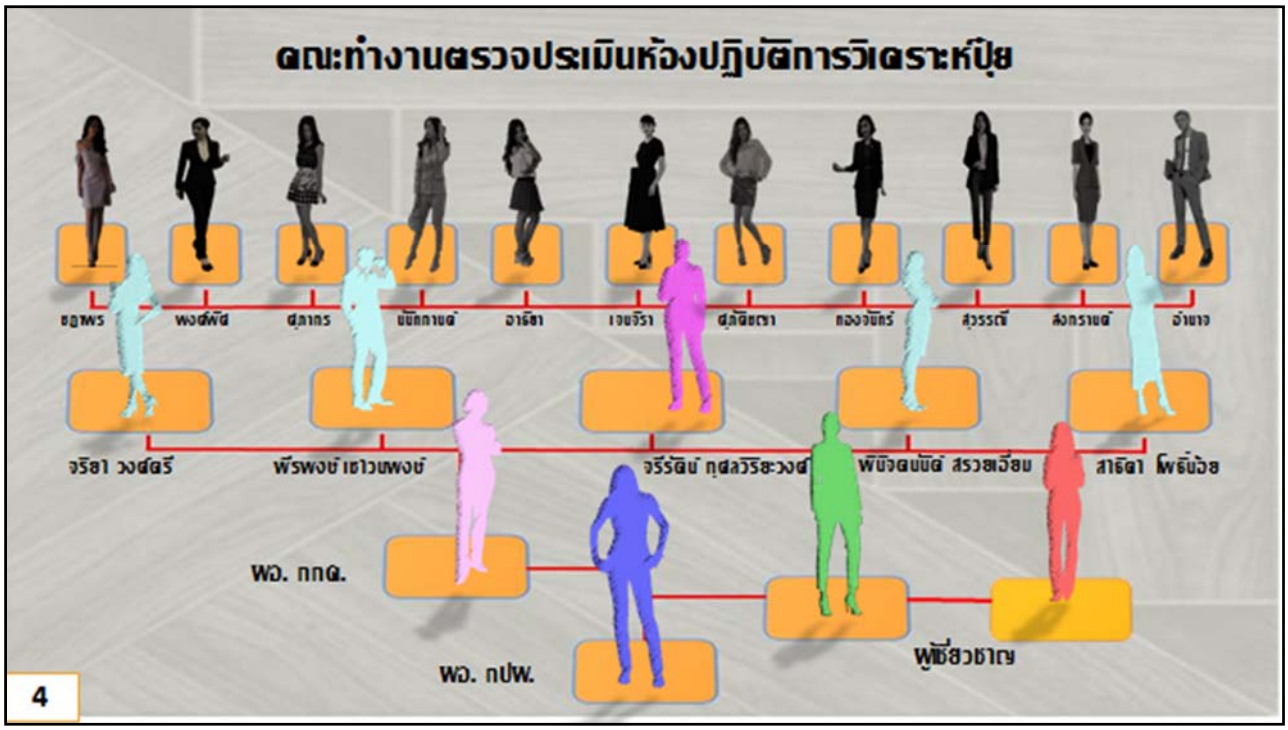
2

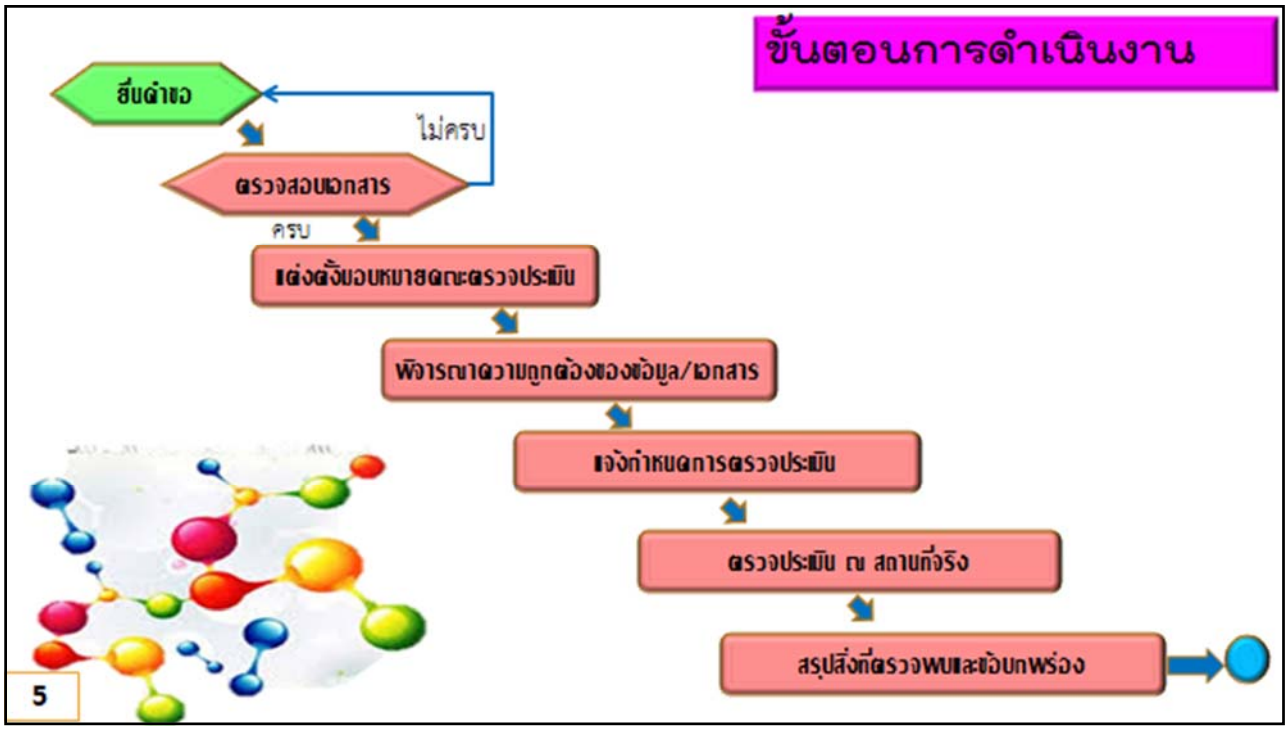
การกำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย

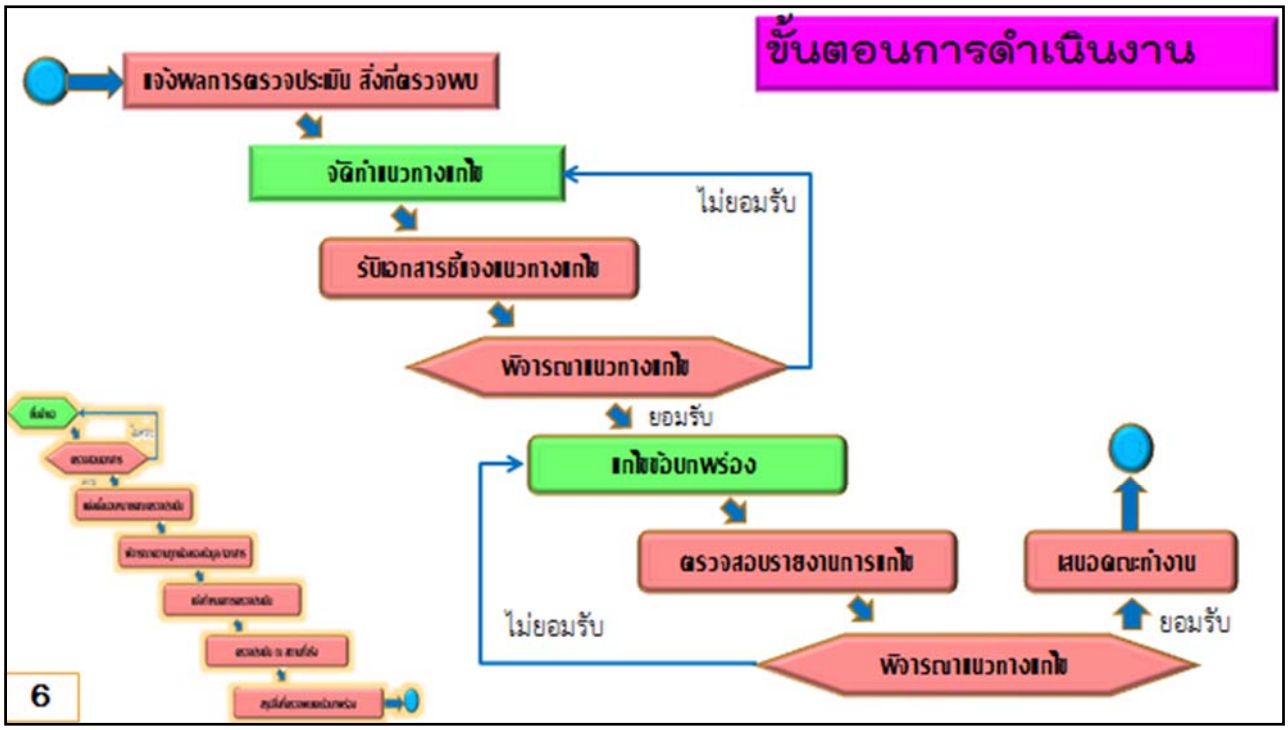
การให้การยอมรับในความสามารถของห้องปฏิบัติการในการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยอินทรีย์

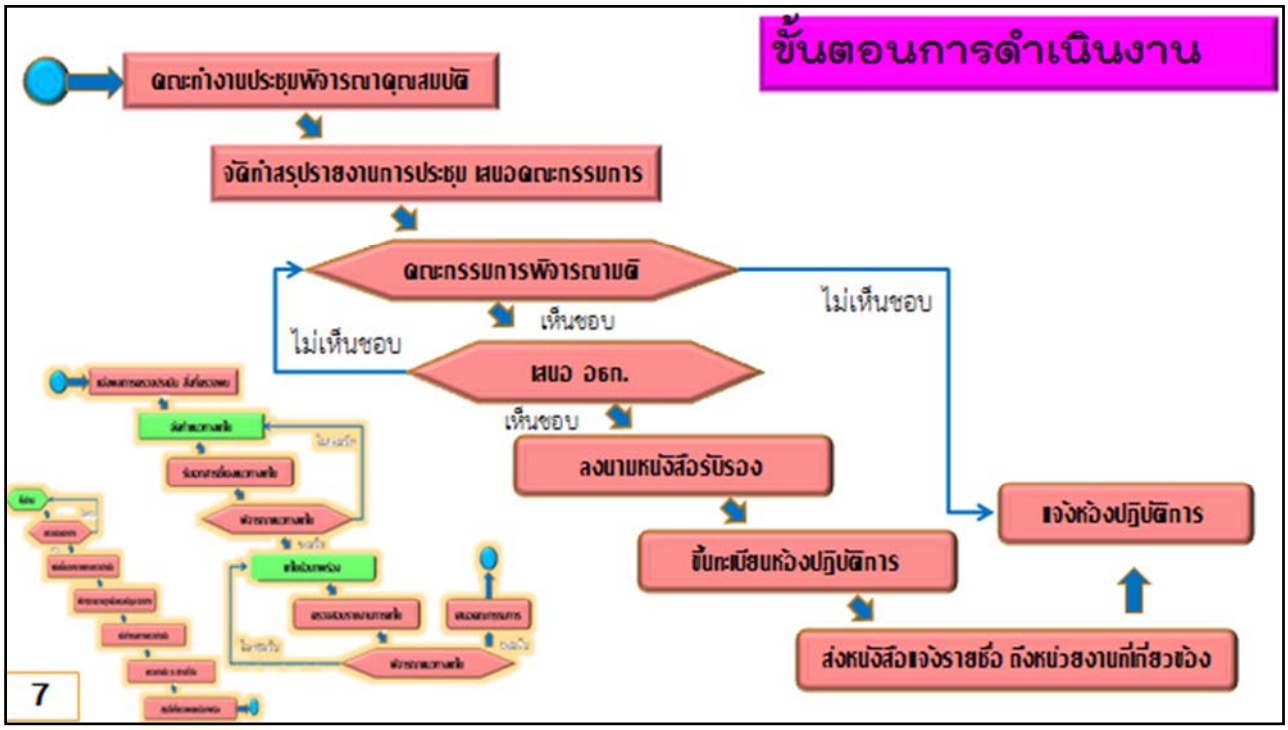
คู่มือสำหรับประชาชน:การกำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย

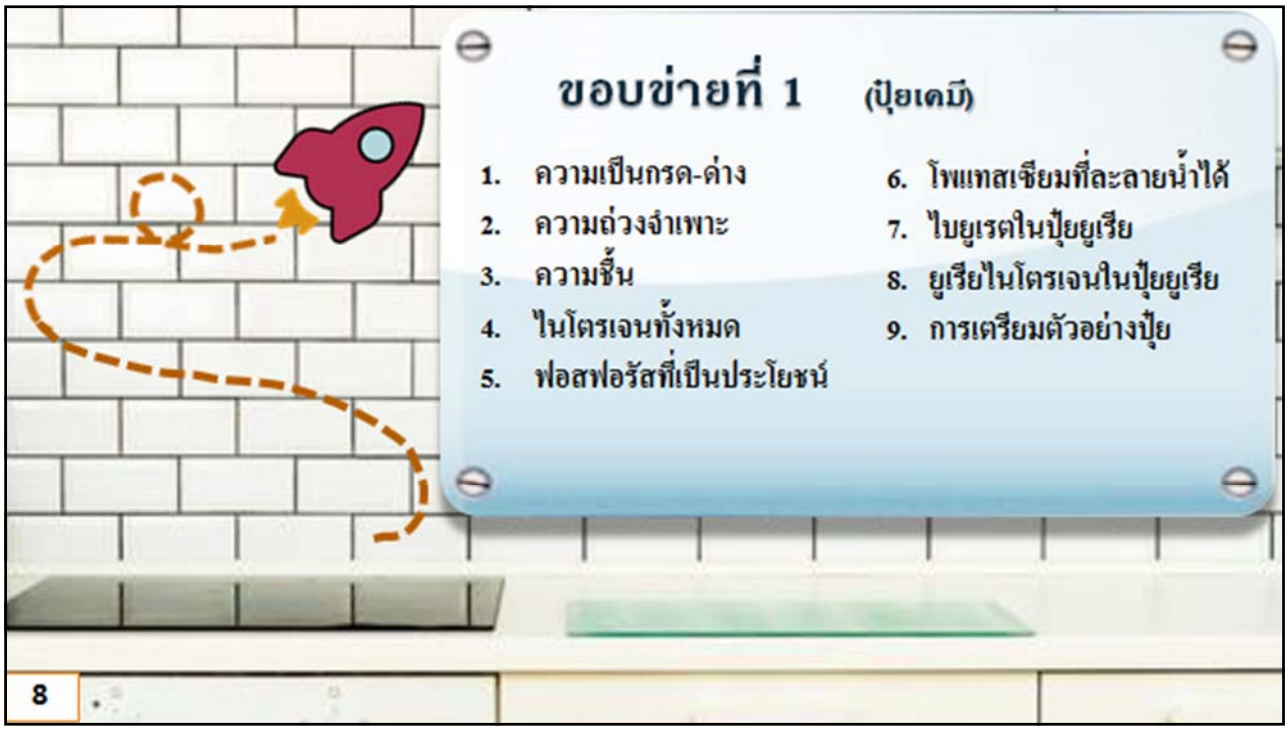
3

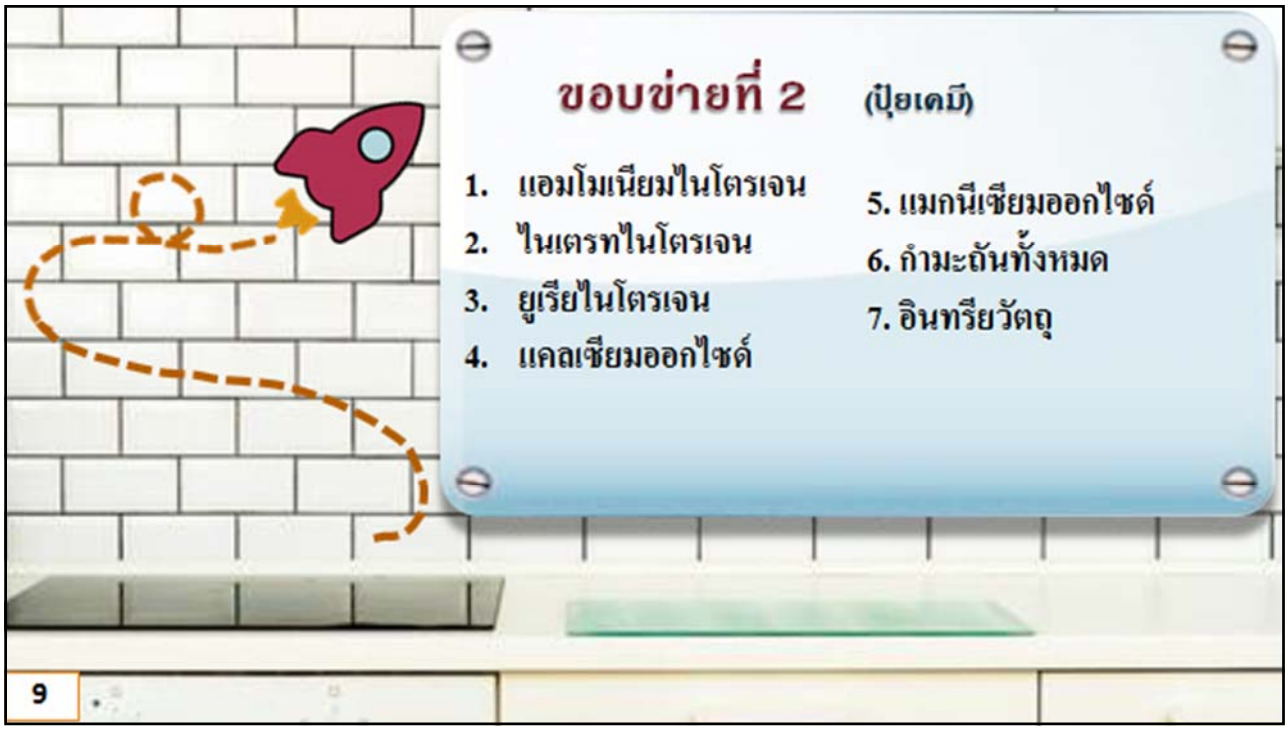

คณะทำงานตรวจประเมินห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย
จริยา วงศ์ศรี
พีรพงษ์ เชาวนพงษ์
จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์
พิชิตชนพัฒ์ สรวยเวียม
สาธิตา โพธิ์น้อย
พว. กกต.
พว. กปพ.
พูชีฮวชาญ
4

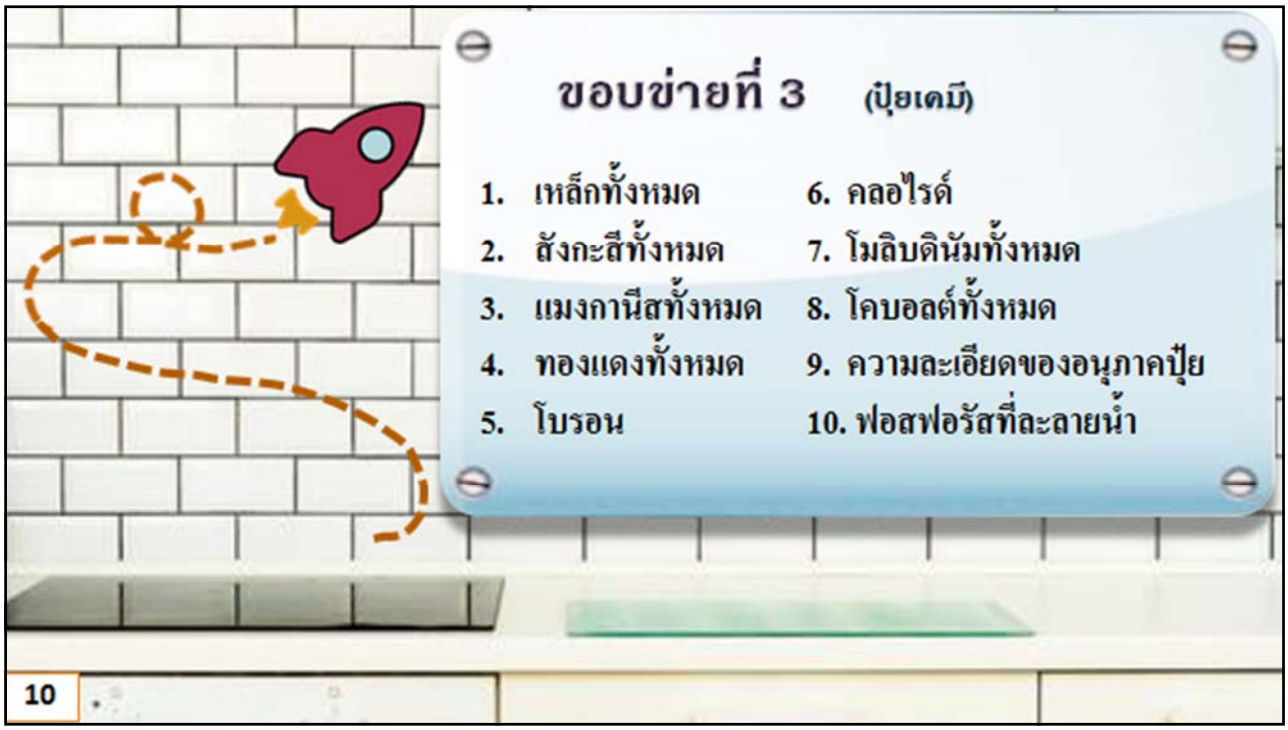

ขั้นตอนการดำเนินงาน
ยื่นคำขอ
ไม่ครบ
ตรวจสอบเอกสาร
ครบ
แต่งตั้งมอบหมายคณะตรวจประเมิน
พิจารณาความถูกต้องของข้อมูล/เอกสาร
แจ้งกำหนดการตรวจประเมิน
ตรวจประเมิน ณ สถานที่จริง
สรุปสิ่งที่ตรวจพบและข้อบกพร่อง
5

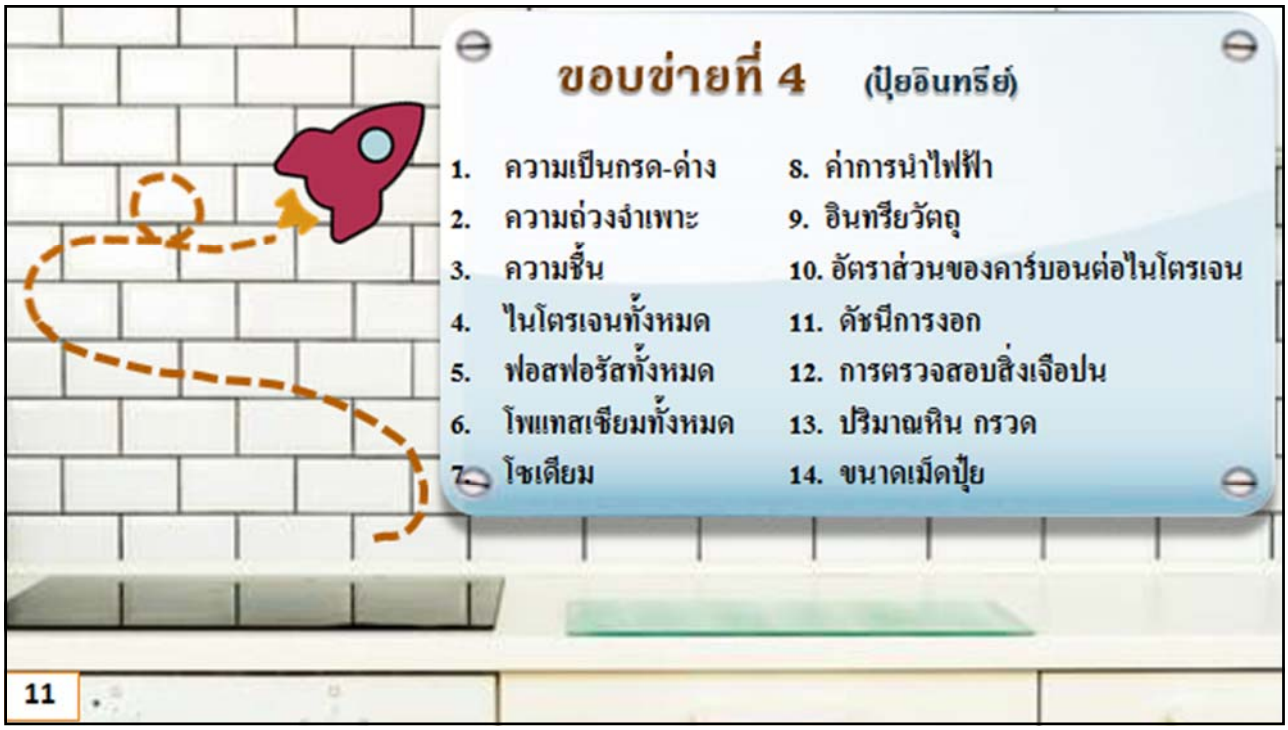

ขั้นตอนการดำเนินงาน
แจ้งผลการตรวจประเมิน สิ่งที่ตรวจพบ
จัดทำแนวทางแก้ไข
ไม่ยอมรับ
รับเอกสารชี้แจงแนวทางแก้ไข
พิจารณาแนวทางแก้ไข
ยอมรับ
แก้ไขข้อบกพร่อง
ตรวจสอบรายงานการแก้ไข
เสนอคณะทำงาน
ไม่ยอมรับ
ยอมรับ
พิจารณาแนวทางแก้ไข
6


ขั้นตอนการดำเนินงาน
คณะทำงานประชุมพิจารณาคุณสมบัติ
จัดทำสรุปรายงานการประชุม เสนอคณะกรรมการ
คณะกรรมการพิจารณามติ
ไม่เห็นชอบ
เห็นชอบ
ไม่เห็นชอบ
เสนอ อธก.
เห็นชอบ
ลงนามหนังสือรับรอง
แจ้งห้องปฏิบัติการ
ขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการ
ส่งหนังสือแจ้งรายชื่อ ถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
7


ขอบข่ายที่ 1 (ปุ๋ยเคมี)
1. ความเป็นกรด-ด่าง
2. ความถ่วงจำเพาะ
3. ความชื้น
4. ไนโตรเจนทั้งหมด
5. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
6. โพแทสเซียมที่ละลายน้ำได้
7. ไบยูเรตในปุ๋ยยูเรีย
8. ยูเรียไนโตรเจนในปุ๋ยยูเรีย
9. การเตรียมตัวอย่างปุ๋ย
8


ขอบข่ายที่ 2 (ปุ๋ยเคมี)
1. แอมโมเนียมไนโตรเจน
2. ไนเตรทไนโตรเจน
3. ยูเรียไนโตรเจน
4. แคลเซียมออกไซด์
5. แมกนีเซียมออกไซด์
6. กำมะถันทั้งหมด
7. อินทรียวัตถุ
9


ขอบข่ายที่ 3 (ปุ๋ยเคมี)
1. เหล็กทั้งหมด
2. สังกะสีทั้งหมด
3. แมงกานีสทั้งหมด
4. ทองแดงทั้งหมด
5. โบรอน
6. คลอไรด์
7. โมลิบดินัมทั้งหมด
8. โคบอลต์ทั้งหมด
9. ความละเอียดของอนุภาคปุ๋ย
10. ฟอสฟอรัสที่ละลายน้ำ
10

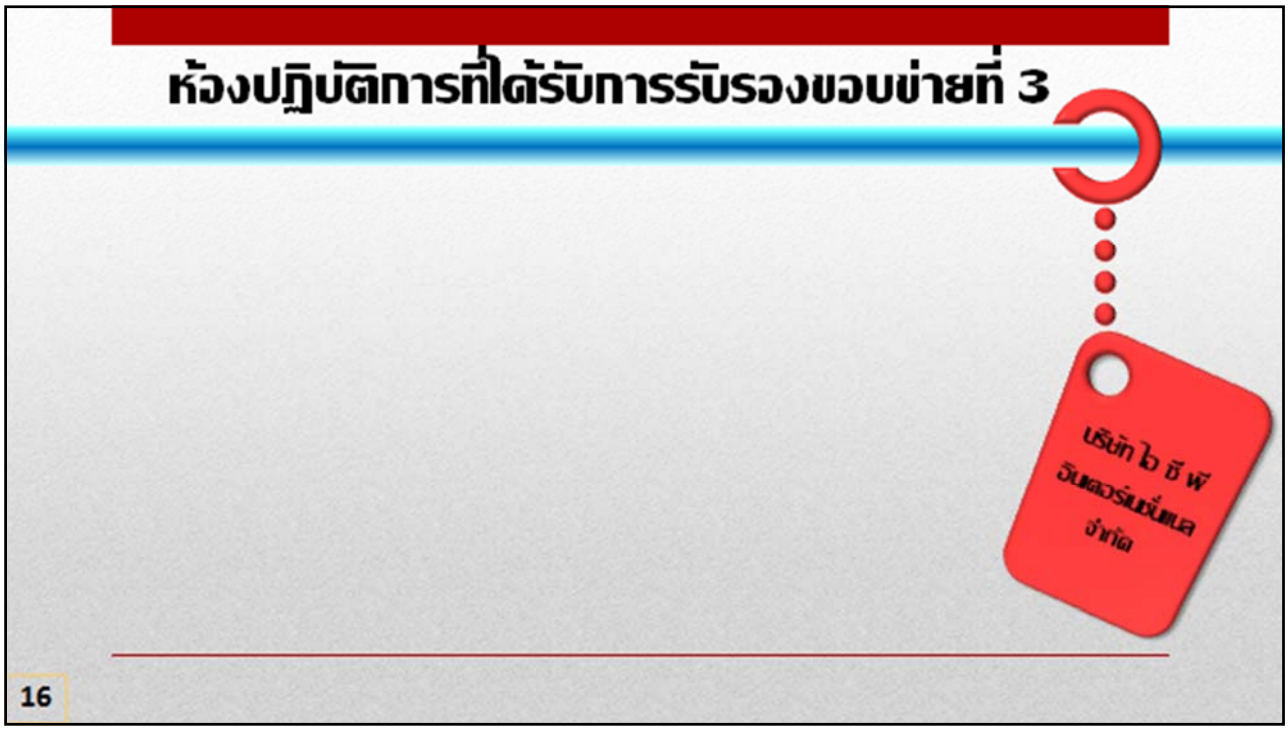

ขอบข่ายที่ 4 (ปุ๋ยอินทรีย์)
1. ความเป็นกรด-ด่าง
2. ความถ่วงจำเพาะ
3. ความชื้น
4. ไนโตรเจนทั้งหมด
5. ฟอสฟอรัสทั้งหมด
6. โพแทสเซียมทั้งหมด
7. โซเดียม
8. ค่าการนำไฟฟ้า
9. อินทรียวัตถุ
10. อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจน
11. ดัชนีการงอก
12. การตรวจสอบสิ่งเจือปน
13. ปริมาณหิน กรวด
14. ขนาดเม็ดปุ๋ย
11

จำนวนผู้สนใจขอการรับรองห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย
ขอบข่ายที่ 1
25
ขอบข่ายที่ 2
6
ขอบข่ายที่ 3
3
ขอบข่ายที่ 4
2
12
25

ห้องปฏิบัติการภาคเอกชน
ที่ได้รับการกำหนดเป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี
ตั้งแต่เริ่มเปิดรับสมัคร 1ธันวาคม 2555 จนถึง สิงหาคม 2563
ขอบข่ายที่ 1
จำนวน 7 บริษัท
ขอบข่ายที่ 2
จำนวน 4 บริษัท
ขอบข่ายที่ 3
จำนวน 1 บริษัท
13

ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองขอบข่ายที่ 1
บริษัท เจริญโกด ทันทาโปรดิวส จำกัด
บริษัท เทอราโกร เฟอร์ติไลเซอร์ จำกัด
บริษัท ไทยเซ็นทรัล เคมี จำกัด (มหาชน) สาขา สมุทรปราการ
บริษัท เอสบีเอส (ประเทศไทย) จำกัด
บริษัท ห้องปฏิบัติการ กลาง ฯ สาขา กรุงเทพ
บริษัท ไทยเซ็นทรัล เคมี จำกัด (มหาชน) สาขา พระนครศรีอยุธยา
บริษัท ไอ ซี พี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
14

ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองขอบข่ายที่ 2
บริษัท ไทยเซ็นทรัล เคมี จำกัด (มหาชน) สาขา พระนครศรีอยุธยา
บริษัท ไทยเซ็นทรัล เคมี จำกัด (มหาชน) สาขา สมุทรปราการ
บริษัท เอสบีเอส (ประเทศไทย) จำกัด
บริษัท ไอ ซี พี อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
15


ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองขอบข่ายที่ 3
บริษัท ไอ ซี พี
อินเตอร์เนชั่นแนล
จำกัด
16

FLA
Fertilizer Laboratory Accreditation
17

FLA

Fertilizer Laboratory Accreditation

18

FLA

Fertilizer Laboratory Accreditation

19

Thank you

เตรียมความพร้อมเพื่อขอรับรอง ISO/IEC 17025 ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

สาธิดา โพธิ์น้อย
กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

หัวข้อบรรยาย

01 ที่มาและความสำคัญ

02 วัตถุประสงค์

03 วิธีดำเนินการ

04 ผลการดำเนินงาน

05 สรุป

3 ที่มาและความสำคัญ

1. สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ “สร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน”
2. พันธกิจกรมวิชาการเกษตร ข้อ2
3. เกษตรกรได้ใช้ปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพ
4. การออกใบรับรองคุณภาพสินค้า

ถ้อยแถลงนโยบายระบบบริหารงานห้องปฏิบัติการ

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของระบบคุณภาพ จึงมุ่งมั่นที่จะพัฒนาห้องปฏิบัติการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมีและกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา ให้มีการปรับปรุง พัฒนาศักยภาพสู่ระบบสากลอย่างต่อเนื่อง โดยจัดทำระบบคุณภาพให้เป็นตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017 มีการดำเนินการให้บริการวิเคราะห์และทดสอบอย่างมืออาชีพที่ดี ด้วยวิธีการที่เป็นมาตรฐานสากล เป็นไปตามกฎหมาย หรือเป็นที่ยอมรับ เน้นให้ได้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง แม่นยำ เชื่อถือได้ตามหลักวิชาการ มีดำเนินการเก็บรักษาข้อมูลของลูกค้าเป็นความลับจัดการบริการให้ถูกค้าเกิดความพึงพอใจอย่างต่อเนื่อง บริหารงานอย่างเป็นกลาง และบุคลากรของห้องปฏิบัติการจะต้องหลีกเลี่ยงในกิจกรรมใดๆ ที่อาจมีผลต่อ ความไม่เป็นกลางของห้องปฏิบัติการ โดยให้มีการดำเนินการดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการ ต้องให้บริการและดำเนินงานด้วยความเสมอภาค เป็นธรรม สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง สม่ำเสมอและตรงตามความต้องการของลูกค้า เป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2017 บุคลากรของห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติหน้าที่ตามระบบบริหารงานห้องปฏิบัติการ ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2017 อย่างมืออาชีพที่ดี เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง แม่นยำและรวดเร็ว
2. ห้องปฏิบัติการ ต้องดำเนินการตรวจสอบ พัฒนา นำไปใช้ และปรับปรุงระบบบริหารงานห้องปฏิบัติการให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยสนับสนุนการดำเนินงาน ทรัพยากรที่จำเป็น และการพัฒนาศักยภาพบุคลากรให้เป็นมืออาชีพที่ดีมีจรรยาบรรณ
3. บุคลากรหรือเจ้าหน้าที่ทุกคนต้องรับทราบ เข้าใจ และถือปฏิบัติ ในนโยบายคุณภาพ คู่มือคุณภาพ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน และเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องจนสามารถนำไปปฏิบัติได้ถูกต้อง สม่ำเสมอ และมีประสิทธิผล
4. นโยบายนี้จัดทำภายใต้อำนาจหน้าที่ของผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรเป็นผู้บริหารสูงสุดมีอำนาจสั่งการและมอบหมายให้ผู้จัดการคุณภาพ ผู้จัดการวิชาการ และคณะจัดการ วิชาการ รับผิดชอบบ้านโยบายคุณภาพไปปฏิบัติในการ ควบคุมระบบบริหารงาน และตรวจติดตามการ ดำเนินงานของห้องปฏิบัติการอย่างสม่ำเสมอ

4 วัตถุประสงค์

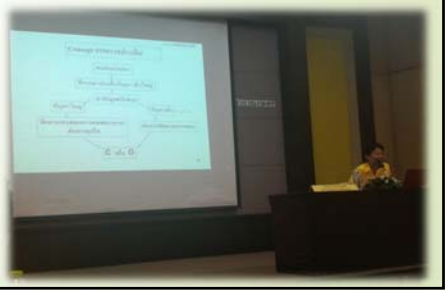
เพื่อพัฒนาห้องปฏิบัติการวิเคราะห์สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชในการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบที่ถูกต้อง แม่นยำ ด้วยมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017

5

วิธีดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

การเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ

บุคลากร งบประมาณ และการบริหารจัดการ



6

การเตรียมความพร้อมของห้องปฏิบัติการ

- เริ่มดำเนินการ ปี 2560
- เริ่มใช้ระบบวันที่ 27 พ.ย. 2561

7

วิธีดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

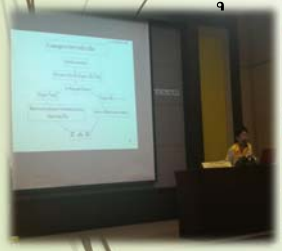
01 การพัฒนาบุคลากร

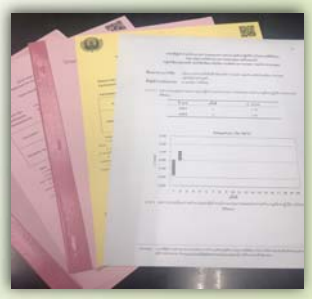
02 การจัดทำเอกสารระบบคุณภาพ

03 การเตรียมการด้านเครื่องมือ

04 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ

05 การเข้าร่วมทดสอบความชำนาญ





8

อัตรากำลังกลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยพืชวัตถุเคมีการเกษตรฯ

ข้าราชการ จำนวน 7 คน	ชำนาญการพิเศษ	1 คน
	ชำนาญการ	5 คน
	ปฏิบัติการ	1 คน

พนักงานราชการ จำนวน 5 คน	นักวิทยาศาสตร์	3 คน (เตรียมตัวอย่างปุ๋ย 1 คน)
	เจ้าหน้าที่การเกษตร	1 คน (เตรียมตัวอย่างปุ๋ย)
	พนง.ประจำห้องทดลอง	1 คน

จ้างเหมาบริการ จำนวน 1 คน

รวม 13 คน

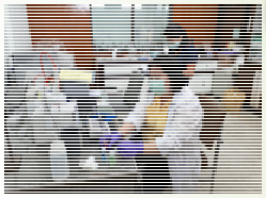
9

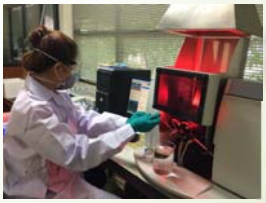
หน้าที่ความรับผิดชอบ

1. ให้บริการวิเคราะห์ ทดสอบ วัตถุเคมีการเกษตร ได้แก่ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช และสารเคมีฝนหลวง

2. ให้บริการวิเคราะห์ธาตุอาหาร และคุณค่าทางโภชนาการในพืช

3. เตรียมตัวอย่างงานบริการวิเคราะห์ปุ๋ย





10

ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

ขอบข่าย

วิธีทดสอบหาปริมาณสารออกฤทธิ์ ethephon ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตรด้วยวิธีการไทเทรต

ผลิตภัณฑ์อีทีฟอน

11

อีทีฟอน (ethephon)

- เป็นสารที่สามารถปลดปล่อยก๊าซเอทิลีนออกมาได้
  - ethephon บริสุทธิ์มีลักษณะเป็นสารกึ่งแข็ง

คล้ายขี้ผึ้งสีขาว ละลายได้ทั้งในน้ำ และแอลกอฮอล์

เป็นสารที่ไม่ระเหย และไม่ติดไฟ

12

อีทีฟอน (ethephon)

- ละลายได้ดีในน้ำและจะปล่อยเอทิลีนออกมา
- ช่วยเร่งให้พืชออกดอก
- เร่งการออกดอกของสับปะรด
- เร่งให้ผลไม้สุกเร็วขึ้น เช่น เร่งการสุกของผลมะเขือเทศในแปลงปลูกสำหรับนำไปแปรรูป
- เร่งให้ใบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง เช่น เร่งให้ใบยาสูบเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

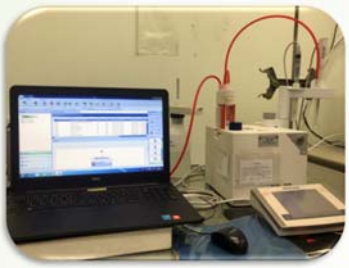
13 ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

- ปริมาณตัวอย่างอีทีฟอนที่ส่งเข้าห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์ทดสอบประมาณ 30% ของตัวอย่างทั้งหมด
- วิธีการวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก
- ใช้สารเคมีน้อย

14 การวิเคราะห์อีทีฟอนด้วยวิธีการไทเทรต

เครื่องมือ และอุปกรณ์

เครื่องมือเครื่องไทเทรตอัตโนมัติ ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น T50



ไฮโดรมิเตอร์

เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 5 ตำแหน่ง ยี่ห้อ METTLER TOLEDO รุ่น XPE 205

เตาไฟฟ้า ยี่ห้อ IKA รุ่น C-MAG HS7

15

การวิเคราะห์อีทีฟอนด้วยวิธีการไทเทรต

สารเคมี วัสดุ หรือวัสดุอ้างอิงที่ใช้

- สารมาตรฐาน 2-chloroethyl phosphonic acid ($C_2H_6ClO_3P$)
- 1.0 N Sodium hydroxide solution (NaOH), AR grade
- Potassium hydrogen phthalate ($C_8H_5KO_4$), AR grade
- Buffer solution pH 4.00, 7.00, 9.21 และ 10.01
- 95% Ethanol (C_2H_5OH), AR grade

16

ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

1. พัฒนาบุคลากร

หลักสูตร

- ข้อกำหนดของระบบ ISO/IEC 17025 :2017
- การตรวจติดตามคุณภาพภายใน
- การหาค่าความไม่แน่นอนของการวัด
- การควบคุมคุณภาพผลการวิเคราะห์
- การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี
- สถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบ

คุณสมบัติและหลักสูตรพื้นฐานที่จำเป็นของบุคลากร

ชื่อหลักสูตร \ ตำแหน่ง	ผู้จัดการคุณภาพ	ผู้จัดการวิชาการ	หัวหน้างานวิเคราะห์	เจ้าหน้าที่วิเคราะห์	เจ้าหน้าที่ควบคุมเอกสารกลุ่มงาน/กลาง	เจ้าหน้าที่ตรวจติดตามคุณภาพภายใน
ข้อกำหนด ISO/IEC 17025	✓	✓	✓	✓	✓	✓
สถิติสำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบ	-	✓	✓	✓	-	-
การควบคุมคุณภาพผลวิเคราะห์/การประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ทดสอบ	-	✓	✓	✓	-	-
การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี	-	✓	✓	-	-	-
การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด	-	✓	✓	-	-	-
การตรวจติดตามคุณภาพภายใน	✓	✓	✓	-	-	✓

17

ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

2. การจัดทำเอกสารระบบคุณภาพ

ชื่อเอกสาร	อักษรย่อ	จำนวน
คู่มือคุณภาพ (Manual)	M	จำนวน 1 ฉบับ
ขั้นตอนการดำเนินงาน (Procedures)	P	จำนวน 26 ฉบับ
วิธีทดสอบ (Test)	T	1 ฉบับ
วิธีปฏิบัติงาน (Work Instructions)	W	7 ฉบับ
ฟอร์ม (Form Sheet)	F	6
บันทึกทางวิชาการ (Book)	B	21 เล่ม

18

ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

สภาวะแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ

การจัดแบ่งพื้นที่ห้องปฏิบัติการ

การจัดเก็บสารเคมี

จัดเก็บสารเคมี
ตามความเป็นอันตรายของสารเคมี

19

ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

3. การเตรียมการด้านเครื่องมือ การสอบเทียบเครื่องมือ

ชื่อเครื่องมือ	แผนการสอบเทียบ	วันที่สอบเทียบ	ผลการสอบเทียบ
เครื่องไทเทรตอัตโนมัติ	ครั้งที่ 1 มีนาคม 2562 ครั้งที่ 2 มิถุนายน 2563	30 กรกฎาคม 2562 -	ผ่าน -
เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 5 ตำแหน่ง	ครั้งที่ 1 มีนาคม 2562 ครั้งที่ 2 พฤษภาคม 2562	20 มิถุนายน 2562 -	ผ่าน -
เครื่องวัดความชื้น	ครั้งที่1 กุมภาพันธ์ 2562 ครั้งที่ 2 ธันวาคม 2562 ครั้งที่ 3 พฤศจิกายน 2563	1 กุมภาพันธ์ 2562 27 ธันวาคม 2562 -	ผ่าน ผ่าน -
เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ	-	-	-

20

ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

4. การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีทดสอบ

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์
ในตัวอย่างผลิตภัณฑ์วัตถุอันตรายทางการเกษตร
ด้วยวิธีการไทเทรต ดัดแปลงจากวิธีใน CIPAC 1998

21

ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์อีทีฟอน

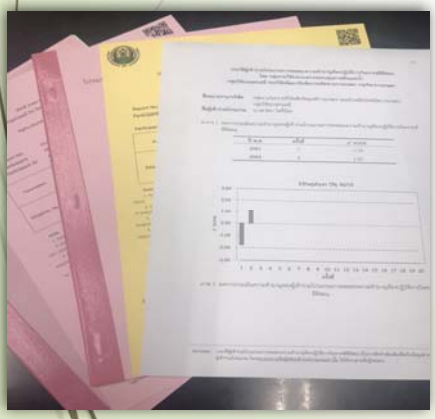
ขั้นตอนดำเนินงาน	ผลการดำเนินงาน			เกณฑ์กำหนด
	Concentrations			
	Low	Medium	High	
พิสูจน์ความถูกต้อง (Trueness)	99.64	*	*	% Recovery (98-102)
พิสูจน์ความเที่ยง (Precision)	0.66	*	*	HorRat $\leq$ 1.3
หาค่า Intermediate precision โดยใช้ตัวอย่างอีทีฟอน	0.20	0.30	0.12	HorRat $\leq$ 1.3

* อยู่ระหว่างดำเนินการ

22

ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

5. การเข้าร่วมทดสอบความชำนาญ



ครั้งที่	วันที่	ผลการเข้าร่วม PT
1	27 กันยายน 2561	Z'score = -1.79
2	7 พฤศจิกายน 2562	Z'score = 1.05

23

ผลการดำเนินการสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17025

ตรวจติดตามคุณภาพภายใน 3 รอบ

- วันที่ 5-6 มี.ค. 2562 (1/2562)
- วันที่ 22, 24 พ.ย. 2562 (2/2562)
- วันที่ 11, 14 ก.ย. 2563 (1/2563)

24

ผลการตรวจติดตามคุณภาพภายใน

กิจกรรม	ข้อบกพร่อง	กิจกรรม	ข้อสังเกตุ
ข้อกำหนด 6.2 บุคลากร	- ไม่พบการมอบหมายงาน - การมอบหมายไม่ตรงกับjob	ข้อกำหนด 7.7 การประกันความใช้ได้ของผลการทดสอบ	- ไม่พบ control chart เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มประกันคุณภาพผลการวิเคราะห์ตามที่ระบุในขั้นตอนการดำเนินงาน - การควบคุมคุณภาพแต่ไม่ครบถ้วนตามขั้นตอนการดำเนินงาน
ข้อกำหนด 6.4 เครื่องมือ	- ไม่ทำแผนการสอบเทียบครื่องมือ - จัดทำแผนการสอบเทียบเครื่องมือไม่ตรงตามขั้นตอนการการดำเนินงาน	ข้อกำหนด 7.11 การควบคุมการจัดการข้อมูลและสารสนเทศ	-พบจัดเก็บสำเนารายงานผลการทดสอบไว้ในแฟ้มแต่ไม่จัดเก็บในห้องเฉพาะที่ไม่อนุญาตให้ผู้ส่วนเกี่ยวข้องเข้าใช้งานตามขั้นตอนการปฏิบัติงานต้องเก็บข้อมูลเอกสารที่เป็นความลับของลูกค้า
ข้อกำหนด 7.2 วิธีทดสอบ	- ไม่บันทึกประวัติสารเคมี		
	- กรอกข้อมูลไม่ครบถ้วนในแบบบันทึกผลการทดสอบ		
	- ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีไม่ครบ		

25

สรุปผลการดำเนินงาน

- 1. บุคลากรผ่านการอบรม หลักสูตรครบตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 : 2017
- 2. มีการจัดทำเอกสารในระบบคุณภาพครบตามข้อกำหนด ISO/IEC 17025 : 2017
- 3.มีความพร้อมสำหรับเครื่องมือหลักที่ใช้ในการดำเนินการ
- 4.มีการตวจติดตามคุณภาพภายใน ข้อกำหนด ISO/IEC 17025 : 2017 จำนวน 3 ครั้ง
- 5. ได้เข้าร่วมการทดสอบความสามารถของห้องปฏิบัติการในขอบข่ายที่เตรียมเพื่อขอการรับรอง จำนวน 2 ครั้ง

26

ปัญหาและอุปสรรคในการทำงาน

ด้านบุคลากร	จำนวนบุคลากรที่ลดลงและไม่มีทดแทน ทำให้บุคลากรที่เหลืออยู่ต้องรับผิดชอบงานที่มีความหลากหลายมากขึ้น
ด้านเครื่องมือวิเคราะห์	ขาดงบประมาณในการสอบเทียบเครื่องมือวิเคราะห์
ด้านสภาวะแวดล้อม	- ขาดอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยบางชนิดในห้องปฏิบัติการ เช่น Eye Wash และ Safety Shower - สถานที่จัดเก็บสารเคมีและตัวอย่างที่วิเคราะห์แล้วไม่เพียงพอ - ขาดงบประมาณในการซ่อมแซมห้องปฏิบัติการ

ขอบคุณค่ะ

กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยพืชวัตถุเคมีการเกษตรและนิวเคลียร์เทคนิคการเกษตร
กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
โทร. 02 579 8600

การควบคุมการเบิก - จ่าย งบประมาณ
กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี

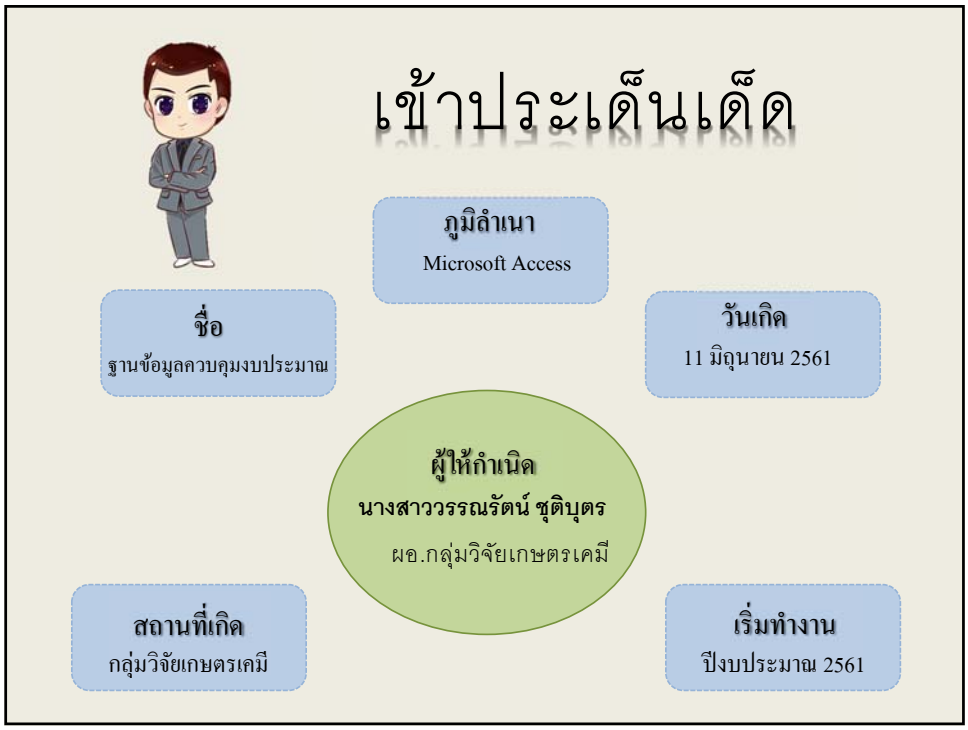
โดย ฐานข้อมูล Microsoft Access

นายธนินทร์ธร สมแตง
เจ้าพนักงานธุรการปฏิบัติงาน

Microsoft Access คือ ?

- Microsoft Access เป็นโปรแกรมในการจัดการระบบฐานข้อมูล (Database Management System) ที่สามารถจัดเก็บข้อมูลจำนวนมากๆ เข้ามา และยังสามารถพัฒนาแบบฟอร์ม (Form) และสร้างรายงาน (Report) ได้อีกด้วย โดยสามารถใช้พัฒนาระบบงานง่ายๆ จนถึงซับซ้อน ได้ และยังสามารถใช้งานพร้อมกันหลายๆ คน ได้

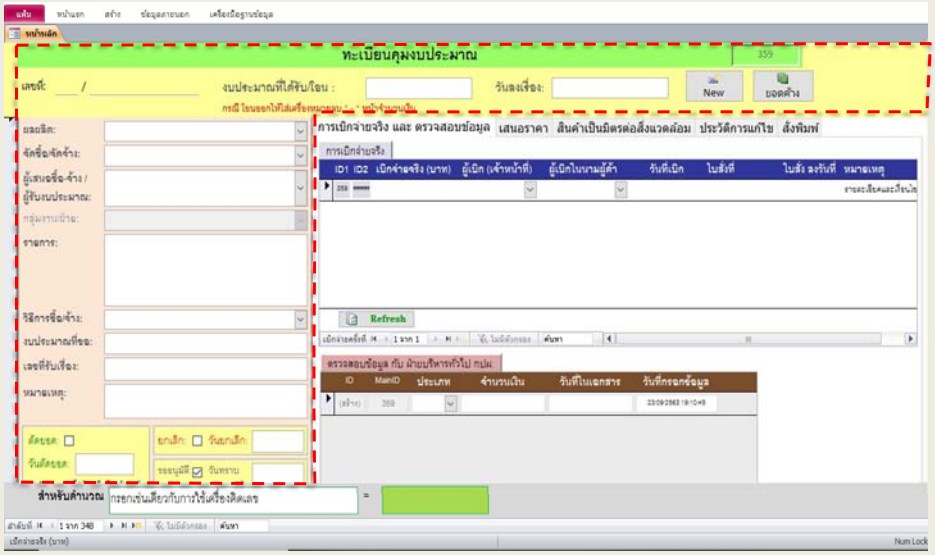
ทำไม ต้องใช้ เพื่อ ?
1. ลดการใช้กระดาษ ลดการใช้สมุดบัญชี
2. ลดขั้นตอนในการจัดทำรายงานต่าง ๆ
3. ลดขั้นตอนในการคำนวณ และลดข้อผิดพลาดในการคำนวณ
4. ติดตามการเบิก จ่าย ได้ง่าย สะดวก รวดเร็ว
5. เก็บประวัติการแก้ไขหนังสือ เพื่อใช้ในการปรับปรุงกระบวนงาน
6. สืบประวัติการเสนอราคาของผู้ค้าย้อนหลัง
7. ควบคุมการเบิก จ่าย ในระดับกลุ่มงานฯ


เข้าประเด็นเด็ด
ภูมิลำเนา
Microsoft Access
ชื่อ
ฐานข้อมูลควบคุมงบประมาณ
วันเกิด
11 มิถุนายน 2561
ผู้ให้กำเนิด
นางสาววรรณรัตน์ ชุติบุตร
ผอ.กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี
สถานที่เกิด
กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี
เริ่มทำงาน
ปีงบประมาณ 2561

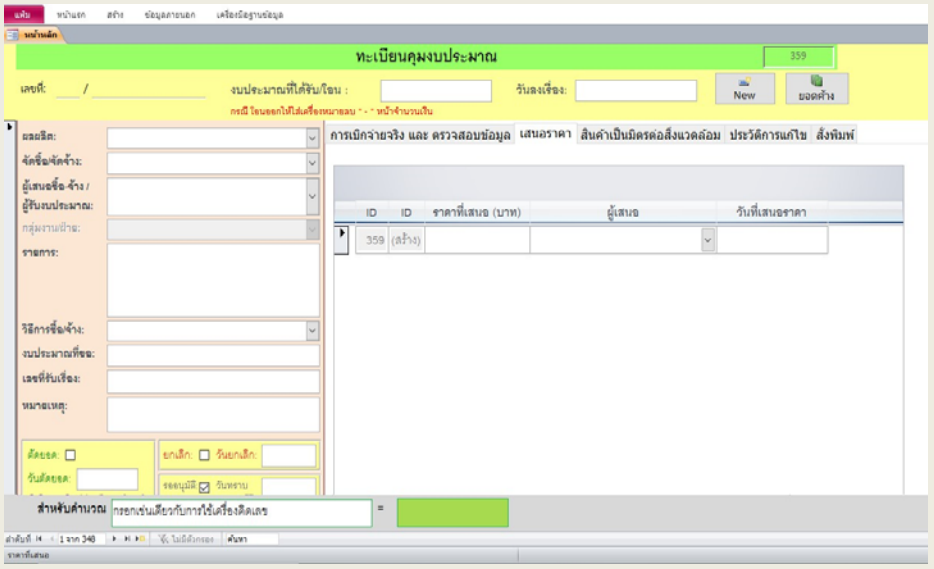
7 สิ่งที่ถูกบันทึกลงฐานข้อมูลงบประมาณ
1. งบประมาณ ที่กลุ่มวิจัยฯ ได้รับการจัดสรร จาก กปผ.
2. งบประมาณ ที่กลุ่มงาน ฯ ได้รับการจัดสรร จาก ผอ. กลุ่มวิจัย ฯ
3. ข้อมูลการขอ อนุมัติใช้จ่ายเงิน งบประมาณ
4. ข้อมูลการเบิก - จ่ายงบประมาณ
5. ข้อมูลการเสนอ ราคาของผู้ค้า
6. ข้อมูลการแก้ไข เอกสารที่ เกี่ยวข้อง
7. ข้อมูลการ ตรวจทาน การใช้จ่ายเงิน งบประมาณ กับ ฝบท

รูปร่าง หน้าตา
และระบบการทำงาน

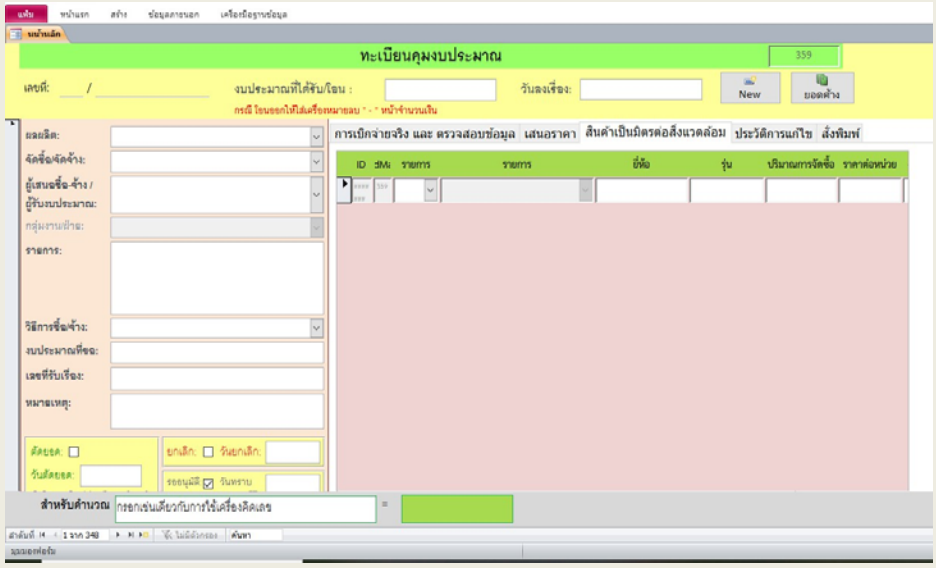
หน้าแรก



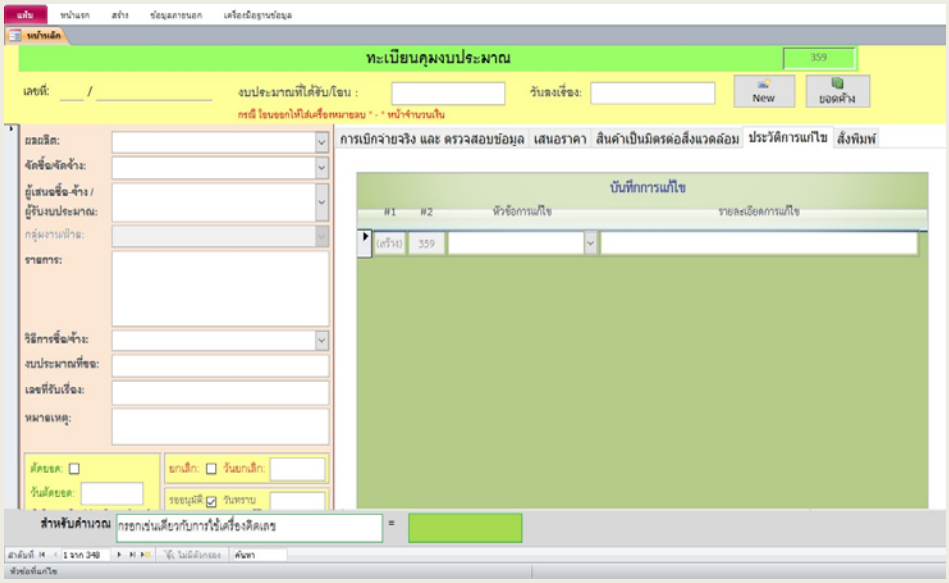
เสนอราคา



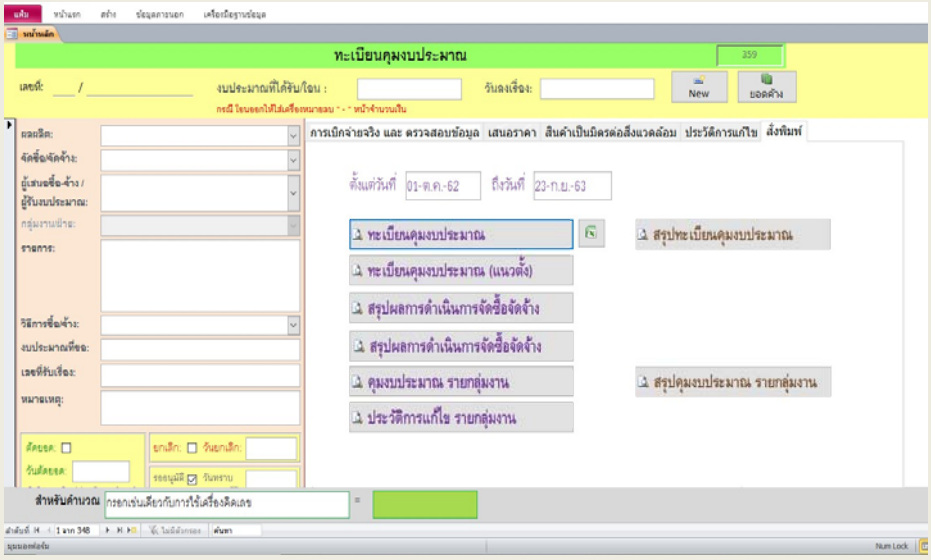
สินค้าเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



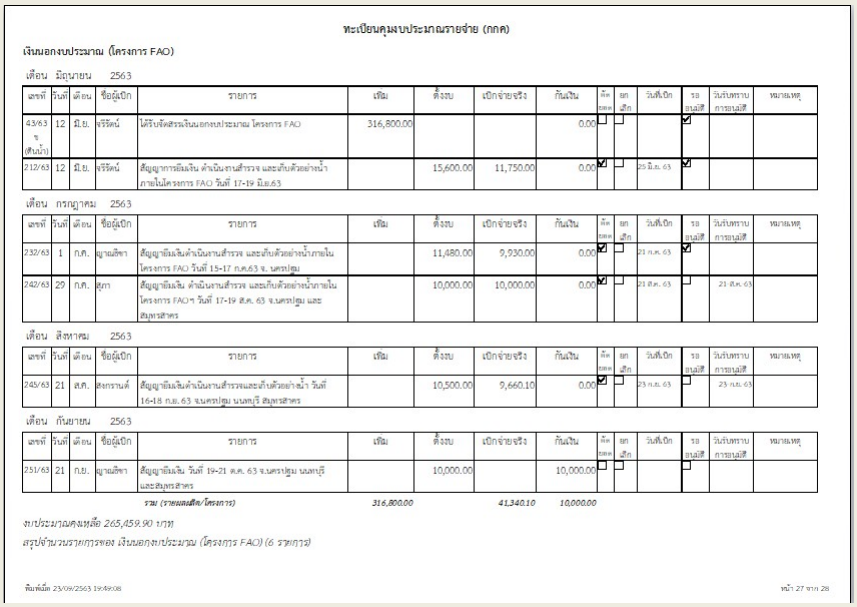
บันทึกการแก้ไข



หน้าสั่งพิมพ์รายงาน



รายงานทะเบียนคุมงบประมาณ



ทะเบียนคุมงบประมาณรายจ่าย (กกค)

เงินนอกงบประมาณ (โครงการ FAO)

เดือน มิถุนายน 2563

เลขที่	วันที่	เดือน	ชื่อผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ตั้งงบ	เบิกจ่ายจริง	กันเงิน	ตั้ง รอเบิก	ยก เลิก	วันที่เบิก	รอ อนุมัติ	วันรับทราบ การอนุมัติ	หมายเหตุ
43/63 จ สันป่า	12	มิ.ย.	ศรีรัตน์	ได้รับจัดสรรเงินนอกงบประมาณ โครงการ FAO	316,800.00			0.00	☐	☐		☑		
212/63	12	มิ.ย.	ศรีรัตน์	สัญญาการยืมเงิน ดำเนินงานสำรวจ และเก็บตัวอย่างน้ำ ภายในโครงการ FAO วันที่ 17-19 มิ.ย.63		15,600.00	11,750.00	0.00	☑	☐	25 มิ.ย. 63	☑		

เดือน กรกฎาคม 2563

เลขที่	วันที่	เดือน	ชื่อผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ตั้งงบ	เบิกจ่ายจริง	กันเงิน	ตั้ง รอเบิก	ยก เลิก	วันที่เบิก	รอ อนุมัติ	วันรับทราบ การอนุมัติ	หมายเหตุ
232/63	1	ก.ค.	ญาณศิทา	สัญญายืมเงินดำเนินงานสำรวจ และเก็บตัวอย่างน้ำภายในโครงการ FAO วันที่ 15-17 ก.ค.63 จ. นครปฐม		11,480.00	9,930.00	0.00	☑	☐	21 ก.ค. 63	☑		
242/63	29	ก.ค.	สุกา	สัญญายืมเงิน ดำเนินงานสำรวจ และเก็บตัวอย่างน้ำภายในโครงการ FAO ฯ วันที่ 17-19 ส.ค. 63 จ.นครปฐม และสมุทรสาคร		10,000.00	10,000.00	0.00	☑	☐	21 ส.ค. 63	☐	21 ส.ค. 63	

เดือน สิงหาคม 2563

เลขที่	วันที่	เดือน	ชื่อผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ตั้งงบ	เบิกจ่ายจริง	กันเงิน	ตั้ง รอเบิก	ยก เลิก	วันที่เบิก	รอ อนุมัติ	วันรับทราบ การอนุมัติ	หมายเหตุ
245/63	21	ส.ค.	สังกรานต์	สัญญายืมเงินดำเนินงานสำรวจและเก็บตัวอย่าง น้ำ วันที่ 16-18 ก.ย. 63 จ.นครปฐม นนทบุรี สมุทรสาคร		10,500.00	9,660.10	0.00	☑	☐	23 ก.ย. 63	☐	23 ก.ย. 63	

เดือน กันยายน 2563

เลขที่	วันที่	เดือน	ชื่อผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ตั้งงบ	เบิกจ่ายจริง	กันเงิน	ตั้ง รอเบิก	ยก เลิก	วันที่เบิก	รอ อนุมัติ	วันรับทราบ การอนุมัติ	หมายเหตุ
251/63	21	ก.ย.	ญาณศิทา	สัญญายืมเงิน วันที่ 19-21 ต.ค. 63 จ.นครปฐม นนทบุรี และสมุทรสาคร		10,000.00		10,000.00	☐	☐		☐		
				รวม (รายแผนเดิม/โครงการ)	*316,800.00*		*41,340.10*	*10,000.00*						

งบประมาณคงเหลือ 265,459.90 บาท

สรุปจำนวนรายการของ เงินนอกงบประมาณ (โครงการ FAO) (6 รายการ)

พิมพ์เมื่อ 23/09/2563 19:49:08 หน้า 27 จาก 28

รายงานทะเบียนคุมงบประมาณ (แนวตั้ง)

ทะเบียนคุมงบประมาณรายจ่าย (กกค)

สินค้าเกษตรมีคุณภาพได้มาตรฐาน

เดือน พฤศจิกายน 2562

เลขที่	วันที่	เดือน	ชื่อผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ตั้งงบ	เบิกจ่ายจริง	คงเหลือ	ตั้งเบิก	ยกเลิก	วันที่เบิก	หมายเหตุ
	13	พ.ย.	สิทพิตา	ขออนุมัติหลักการซื้อน้ำมันเชื้อเพลิง		1,000.00	1,000.00	0.00	☑	☐	11 พ.ย. 62	
	13	พ.ย.	สมิมพร์ธร	ขออนุมัติหลักการซื้อกระดาษต่อเนื่อง จำนวน 6 กล่อง		4,500.00	4,365.60	0.00	☑	☐	12 พ.ย. 62	
	13	พ.ย.	พงษกานต์	ขออนุมัติหลักการซื้อที่วัดความชื้นอากาศ จำนวน 3 ถัง		3,000.00	2,503.80	0.00	☑	☐	25 พ.ย. 62	
	18	พ.ย.	สิทพิตา	ได้รับจัดสรร จาก ผอ.กกค. (งวด 1)	180,830.00			0.00	☐	☐		
	18	พ.ย.	ศรีรัตน์	ได้รับจัดสรร จาก ผอ.กกค. (งวด 1)	270,350.00			0.00	☐	☐		
	18	พ.ย.	ศรีพา	ได้รับจัดสรร จาก ผอ.กกค. (งวด 1)	2,045,306.00			0.00	☐	☐		
	18	พ.ย.	สมิมพร์ธร	ได้รับจัดสรร จาก ผอ.กกค. (งวด 1)	212,990.00			0.00	☐	☐		
	22	พ.ย.	พงศ์พิศิศ	เบิกค่าวรรณนิยมเกี่ยวกรมพลศึกษา ความสำนาญ ปี 63		3,700.00	3,700.00	0.00	☑	☐	22 พ.ย. 62	
	22	พ.ย.	พงศ์พิศิศ	ขออนุมัติหลักการจัดซื้อแบบเปียนอะไหล่รถบรรทุกน้ำกรด		3,852.00	3,852.00	0.00	☑	☐	26 พ.ย. 62	
	22	พ.ย.	สิทธราเดช	ขออนุมัติหลักการซื้อวัสดุ จำนวน 7 รายการ		4,900.00	4,200.80	0.00	☑	☐	19 ธ.ค. 62	
	26	พ.ย.	ศุภากร	ขออนุมัติหลักการจัดซื้อแบบเปียนอะไหล่เครื่องวัดการสูดกลืนเสง จำนวน 1 เครื่อง		2,500.00	2,500.00	0.00	☑	☐	12 ธ.ค. 62	
	27	พ.ย.	จิตติรัตน์	ขออนุมัติหลักการจัดซื้อแบบเปียนอะไหล่รถบรรทุกน้ำกรดและอัดอุดน้ำกรด จำนวน 2 คู่		74,900.00	74,900.00	0.00	☑	☐	19 มี.ค. 63	
	27	พ.ย.	กรม.	ได้รับเงินจากกรม ค่าอบรมพัฒนา ผอ (ของฐาทา)	36,900.00			0.00	☐	☐		
	27	พ.ย.	จิตติรัตน์	ขออนุมัติหลักการจัดซื้อเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ		3,000.00	2,889.00	0.00	☑	☐	27 ม.ค. 63	
	27	พ.ย.	ศุภากร	ขออนุมัติหลักการปฏิบัติงานนอกเวลาราชการและปรับค่าตอบแทน อค.		32,400.00	30,450.00	0.00	☑	☐	13 ม.ค. 63	
	27	พ.ย.	ศรีพา	ขออนุมัติหลักการจัดซื้อแบบเปียนอะไหล่เครื่องวัดระยะทำการปริมาณไฟแสงสีฟ้าและแสงโดดเดี่ยว		75,970.00	75,970.00	0.00	☑	☐	28 ธ.ค. 62	

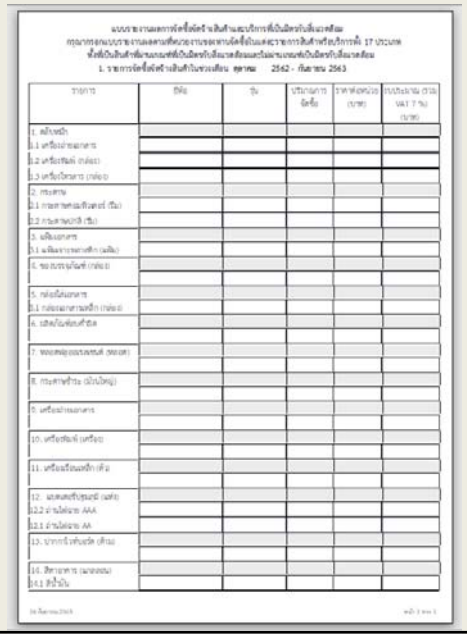
รายงานสรุปผลการดำเนินการจัดซื้อจัดจ้าง

สรุปผลการดำเนินการ จัดซื้อ ในรอบเดือน มกราคม 2563
กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี

ลำดับ	รายการ	วงเงินงบประมาณ (ราคากลาง)	วิธีซื้อ/จ้าง	ผู้เสนอราคาและราคาที่เสนอ	ผู้ที่ได้รับการคัดเลือกและราคา	เหตุผลที่คัดเลือกโดยสังเขป
1	ขออนุมัติหลักการซื้อวัสดุวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 รายการ	15,686.20	เฉพาะเจาะจง		- บริษัท พีนิกซ์ ไซเอนติฟิค จำกัด ราคา = 15,686.20 บาท ใบสั่งที่ กปเ.ฉ. 54/63 ลว. 10/01/2563	รายละเอียดและเงื่อนไขถูกต้อง
2	ขออนุมัติหลักการซื้อชุดเครื่องมือนิวเมติกคอะมิโน จำนวน 1 ชุด	38,520.00	เฉพาะเจาะจง		- บริษัท สิทธิพร แอนด์ซพิเอส จำกัด ราคา = 38,520.00 บาท ใบสั่งที่ กปเ.ฉ.67/63 ลว. 17/01/2563	รายละเอียดและเงื่อนไขถูกต้อง
3	ขออนุมัติหลักการซื้อวัสดุวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 รายการ	39,804.00	เฉพาะเจาะจง		- บริษัท พีนิกซ์ ไซเอนติฟิค จำกัด ราคา = 39,804.00 บาท ใบสั่งที่ กปเ.ฉ. 56/63 ลว. 10/01/2563	รายละเอียดและเงื่อนไขถูกต้อง
4	ขออนุมัติหลักการซื้อสารเคมี จำนวน 2 รายการ	10,000.00	เฉพาะเจาะจง		- บริษัท เมฟิกกร วิศวกรรม จำกัด ราคา = 10,000.00 บาท ใบสั่งที่ กปเ.ฉ. 47/63 ลว. 08/01/2563	รายละเอียดและเงื่อนไขถูกต้อง

พิมพ์วันที่ 18/09/2563 14:25:25 หน้า 1 จาก 39

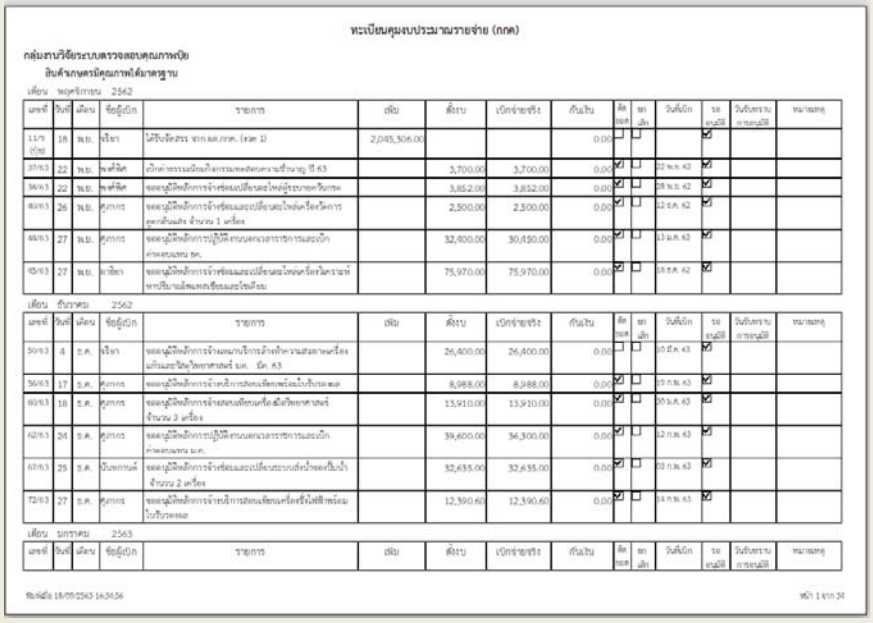
รายงานสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม



แบบรายงานผลการจัดซื้อจัดจ้างสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
กรุณากรอกแบบรายงานผลตามที่ศูนย์งานบริหารพัสดุ ทดลองจัดซื้อแสดงรายการสินค้าหรือบริการที่ 17 ประเภท
ทั้งที่เป็นสินค้าที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและไม่ผ่านเกณฑ์เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
1. รายการจัดซื้อจัดจ้างสินค้าในช่วงเดือน ตุลาคม 2562 - กันยายน 2563

รายการ	ปีที่	ปี	ปริมาณการจัดซื้อ	ราคาต่อหน่วย (บาท)	งบประมาณ (รวม VAT 7 %) (บาท)
1. สถิติหนัก					
1.1 เครื่องถ่ายเอกสาร					
1.2 เครื่องพิมพ์ (กล่อง)					
1.3 เครื่องโทรสาร (กล่อง)					
2. กระดาษ					
2.1 กระดาษถ่ายเอกสารสี (รีม)					
2.2 กระดาษเช็ดมือ (รีม)					
3. หมึกเอกสาร					
3.1 หมึกเครื่องถ่ายเอกสาร (ตลับ)					
4. ซองบรรจุภัณฑ์ (กล่อง)					
5. กล่องใส่เอกสาร					
5.1 กล่องเอกสารพลาสติก (กล่อง)					
6. เสียงไม่พึงประสงค์					
7. ซองพลาสติกบรรจุภัณฑ์ (ซองเล็ก)					
8. กระดาษชำระ (ม้วนใหญ่)					
9. เครื่องถ่ายเอกสาร					
10. เครื่องพิมพ์ (เครื่อง)					
11. เครื่องเรียนหนังสือ (ตัว)					
12. แบตเตอรี่ชุดแรก (แห่ง)					
12.2 ถ่านไฟฉาย AAA					
12.1 ถ่านไฟฉาย AA					
13. ปากกาลิ้นลวด (ด้าม)					
14. สีทาอาคาร (ภายนอก)					
14.1 สีน้ำมัน					

รายงานคุมงบประมาณรายกลุ่มงาน



ทะเบียนคุมงบประมาณรายจ่าย (กกค)

กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปัย
สินค้าเกษตรมีคุณภาพได้มาตรฐาน

เดือน พฤศจิกายน 2562

เลขที่	วันที่	เดือน	ชื่อผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ตั้งงบ	เบิกจ่ายจริง	กันเงิน	ติดลบ	ยกเลิก	วันที่เบิก	รายงานผลิต	วันรับพรรณ การขอผลิต	หมายเหตุ
11/63 (ปีใหม่)	18	พ.ย.	จริยา	ได้รับจัดสรร จาก มก.กกพ. (รวม 1)	2,045,306.00			0.00	☐	☐		☑		
37/63	22	พ.ย.	พงศ์จิต	เบิกค่าธรรมเนียมกิจการมหาวิทยาลัยความสำคัญ ปี 63		3,700.00	3,700.00	0.00	☑	☐	22 พ.ย. 62	☑		
38/63	22	พ.ย.	พงศ์จิต	ขออนุมัติจัดซื้อการจัดซื้อแบบเปลี่ยนตลอไหล่ผู้ประสานงานกิจกรรม		3,852.00	3,852.00	0.00	☑	☐	28 พ.ย. 62	☑		
40/63	26	พ.ย.	ศุภกร	ขออนุมัติจัดซื้อการจัดซื้อแบบเปลี่ยนตลอไหล่ผลิตเครื่องวัดการ ดูดกลืนแสง จำนวน 1 เครื่อง		2,500.00	2,500.00	0.00	☑	☐	12 ธ.ค. 62	☑		
44/63	27	พ.ย.	ศุภกร	ขออนุมัติจัดซื้อการปฏิบัติงานบนคณะการทดการและเบิก ค่าตอบแทน ยก.		32,400.00	30,450.00	0.00	☑	☐	13 ม.ค. 63	☑		
45/63	27	พ.ย.	ภาสิยา	ขออนุมัติจัดซื้อการจัดซื้อแบบเปลี่ยนตลอไหล่ผลิตเครื่องวัดความห่าง ทางปริมาณน้ำพลาสติกและโรงเรียน		75,970.00	75,970.00	0.00	☑	☐	18 ธ.ค. 62	☑		

เดือน ปีภาคม 2562

เลขที่	วันที่	เดือน	ชื่อผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ตั้งงบ	เบิกจ่ายจริง	กันเงิน	ติดลบ	ยกเลิก	วันที่เบิก	รายงานผลิต	วันรับพรรณ การขอผลิต	หมายเหตุ
50/63	4	ธ.ค.	จริยา	ขออนุมัติจัดซื้อการจ้างงานบริการด้านจัดความสะอาดเครื่อง แก้วและวัสดุวิทยาศาสตร์ มก. ปีงบ. 63		26,400.00	26,400.00	0.00	☐	☐	10 มี.ค. 63	☑		
56/63	17	ธ.ค.	ศุภกร	ขออนุมัติจัดซื้อการจ้างบริการสอบเทียบพร้อมเบิกจ่ายงบ		8,988.00	8,988.00	0.00	☑	☐	19 ก.พ. 63	☑		
60/63	18	ธ.ค.	ศุภกร	ขออนุมัติจัดซื้อการจ้างสอบเทียบเครื่องมือวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 เครื่อง		13,910.00	13,910.00	0.00	☑	☐	20 ม.ค. 63	☑		
62/63	26	ธ.ค.	ศุภกร	ขออนุมัติจัดซื้อการปฏิบัติงานบนคณะการทดการและเบิก ค่าตอบแทน ยก.		39,600.00	36,300.00	0.00	☑	☐	12 ก.พ. 63	☑		
67/63	25	ธ.ค.	บันยกกนต์	ขออนุมัติจัดซื้อการจัดซื้อแบบเปลี่ยนระบบถังน้ำของปั๊มน้ำ จำนวน 2 เครื่อง		32,635.00	32,635.00	0.00	☑	☐	03 ก.พ. 63	☑		
72/63	27	ธ.ค.	ศุภกร	ขออนุมัติจัดซื้อการจ้างบริการสอบเทียบเครื่องวัดไฟฟ้าพร้อม ใบรับรองผล		12,390.60	12,390.60	0.00	☑	☐	14 ก.พ. 63	☑		

เดือน มกราคม 2563

เลขที่	วันที่	เดือน	ชื่อผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ตั้งงบ	เบิกจ่ายจริง	กันเงิน	ติดลบ	ยกเลิก	วันที่เบิก	รายงานผลิต	วันรับพรรณ การขอผลิต	หมายเหตุ

พิมพ์เมื่อ 18/09/2563 16:34:56 หน้า 1 จาก 34

รายงานประวัติแก้ไขรายกลุ่มงาน

ประวัติการแก้ไขเอกสารต้าน การจัดซื้อ จัดจ้าง สัญญายืมเงิน การเดินทางไปราชการ รายกลุ่มงานฯ

กลุ่มงานวิเคราะห์วิจัยพืช วัตถุเคมีการเกษตร และนิวคลียร์เทคนิคทางการเกษตร

#	หัวข้อแก้ไข	รายละเอียดการแก้ไข	เลขที่รับเรื่อง	วันที่ลงเรื่อง	เลขที่เรื่อง	ชื่อเรื่อง จัดซื้อ/จัดจ้าง/ยืมเงิน/ไปราชการ	ชื่อผู้แทน อ
1				28 พ.ย. 62	1/63 ข (พืช)	กลุ่มงานพืช วัตถุ ได้รับพัดลม จาก สก.กทม. (งวด 1)	สิริมิตา

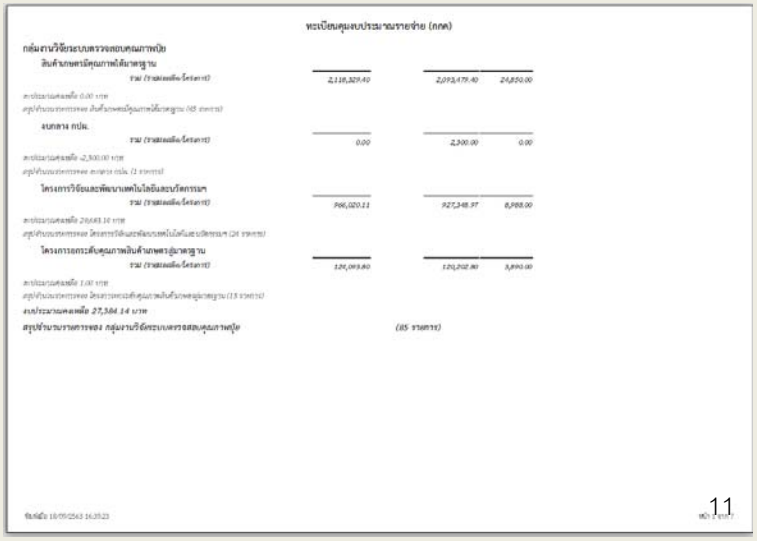
รายงานสรุปงบประมาณรายจ่าย

ทะเบียนคุมงบประมาณรายจ่าย (กกค)

	เพิ่ม	เบิกจ่ายจริง	คืนเงิน
สินค้าเกษตรมีคุณภาพได้มาตรฐาน			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	3,482,592.66	3,341,693.75	136,350.00
งบประมาณคงเหลือ 2,548.91 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ สินค้าเกษตรมีคุณภาพได้มาตรฐาน (136 รายการ)			
งบกลาง กปผ.			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	557,240.00	559,500.00	0.00
งบประมาณคงเหลือ -2,260.00 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ งบกลาง กปผ. (12 รายการ)			
โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมฯ			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	2,534,475.80	2,426,266.52	68,821.00
งบประมาณคงเหลือ 39,388.28 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ โครงการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมฯ (102 รายการ)			
โครงการยกระดับคุณภาพสินค้าเกษตรสู่มาตรฐาน			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	579,360.94	545,227.74	24,450.00
งบประมาณคงเหลือ 9,483.20 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ โครงการยกระดับคุณภาพสินค้าเกษตรสู่มาตรฐาน (73 รายการ)			
โครงการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	31,220.00	33,673.30	0.00
งบประมาณคงเหลือ -2,453.30 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ โครงการพัฒนาเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ (7 รายการ)			
ผลผลิตที่ 1 งานวิจัยด้านพืช	เพิ่ม	เบิกจ่ายจริง	คืนเงิน

พิมพ์เมื่อ 18/05/2563 14:37:39 หน้า 1 จาก 2

รายงานสรุปงบประมาณรายจ่าย ของกลุ่มงานฯ



ทะเบียนคุมงบประมาณรายจ่าย (กกค)

กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปัป			
สินค้านกยนวัตกรรมคุณภาพได้มาตรฐาน			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	2,118,329.40	2,093,479.40	24,850.00
ตะประมาณคงเหลือ 0.00 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ สินค้านวัตกรรมคุณภาพได้มาตรฐาน (05 รายการ)			
งบกลาง กปผ.			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	0.00	2,300.00	0.00
ตะประมาณคงเหลือ -2,300.00 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ งบกลาง กปผ. (1 รายการ)			
โครงการวิจัยและพัฒนาแต่ในไลซิน และบริหารการฯ			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	946,020.11	927,348.97	8,988.00
ตะประมาณคงเหลือ 29,683.14 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ โครงการวิจัยและพัฒนาแต่ในไลซิน และบริหารการฯ (24 รายการ)			
โครงการยกระดับคุณภาพสินค้านพตรฐานมาตรฐาน			
รวม (รายละเอียด/โครงการ)	120,000.00	120,202.00	3,890.00
ตะประมาณคงเหลือ 1.00 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ โครงการยกระดับคุณภาพสินค้านพตรฐานมาตรฐาน (15 รายการ)			
งบประมาณคงเหลือ 27,584.14 บาท			
สรุปจำนวนรายการของ กลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๊ย		***(85 รายการ)***	

พิมพ์ล่าสุด 18/09/2563 16:39:23

11

ขั้นตอนการบันทึกรับเงินงบประมาณ

ได้รับหนังสือแจ้งการจัดสรรงบประมาณ จาก กปผ.

→

ผอ. กกค. พิจารณาจัดสรรเงินงบประมาณ ให้กลุ่มงานฯ

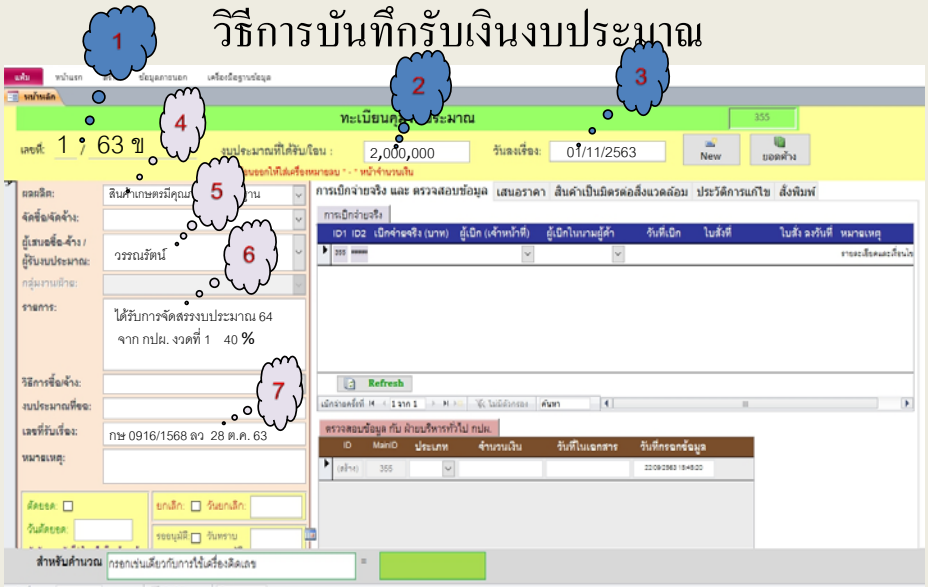
↓

งานธุรการทำการบันทึกยอดเงินที่ได้รับการจัดสรรจาก กปผ. ลงฐานข้อมูล โดยแยกผลผลิต/โครงการ

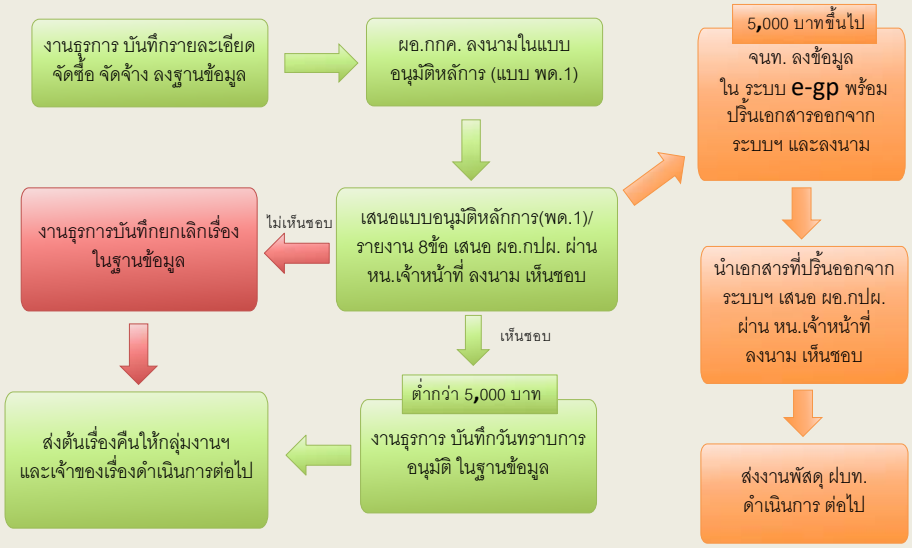
←

งานธุรการ บันทึกคุมงบประมาณของกลุ่มงานฯ ตามที่ ผอ.กกค. จัดสรร

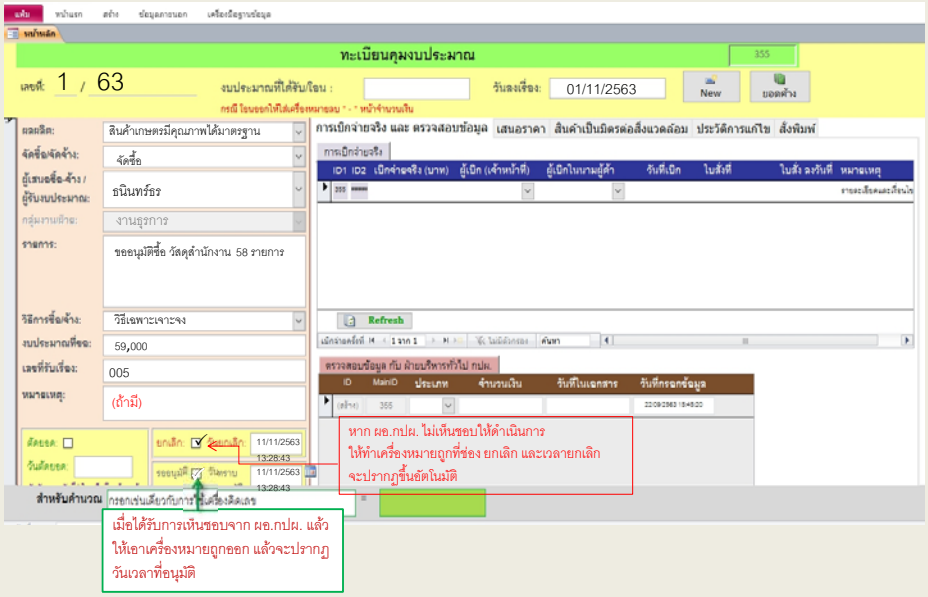
วิธีการบันทึกรับเงินงบประมาณ



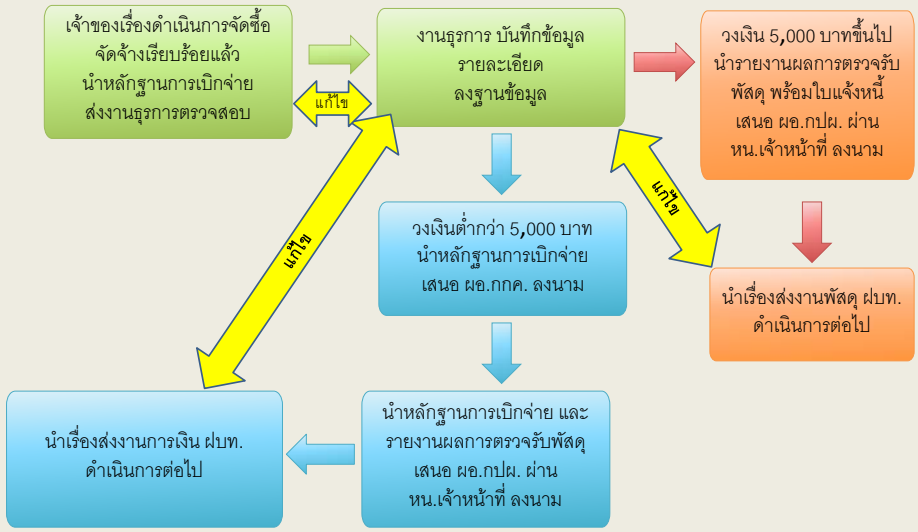
ขั้นตอนการบันทึกการจัดซื้อ จัดจ้าง



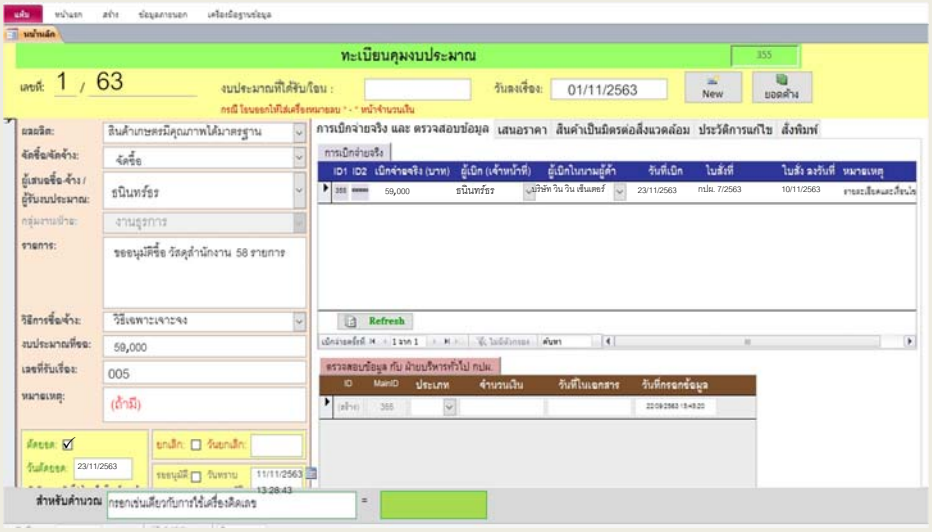
วิธีการบันทึกการจัดซื้อจัดจ้าง



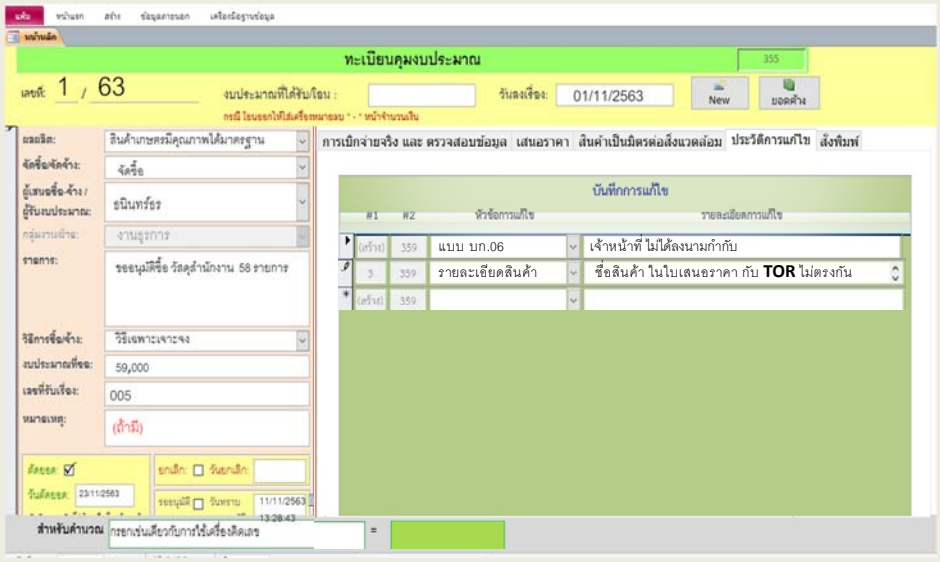
ขั้นตอนการบันทึกการเบิกจ่ายงบประมาณ



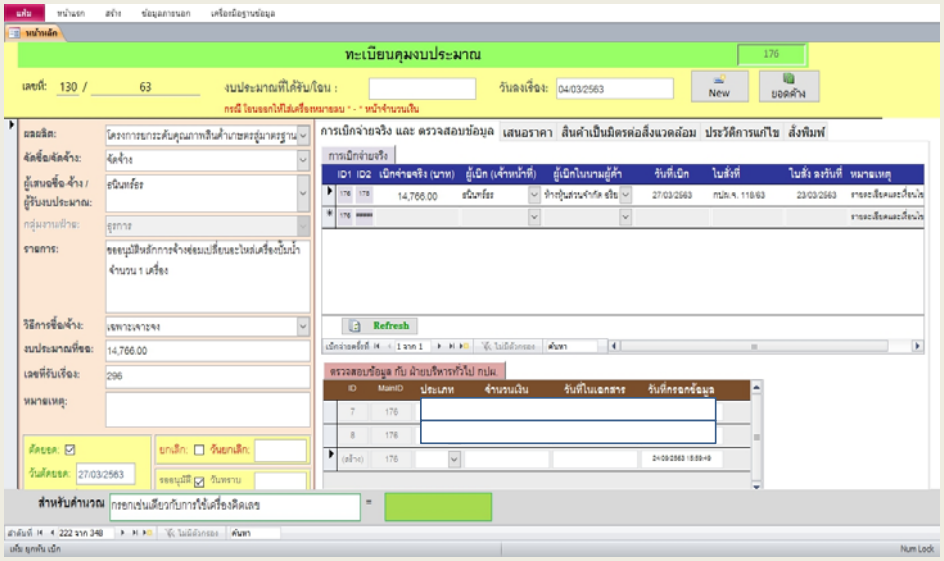
วิธีการบันทึกการเบิกจ่ายงบประมาณ



วิธีการบันทึกเรื่องแก้ไข



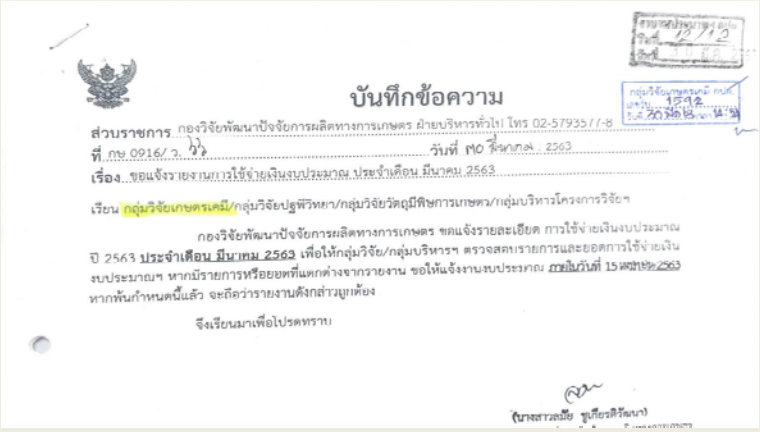
วิธีการบันทึกการตรวจสอบข้อมูล กับ ฝบท.



เอกสารที่ใช้ประกอบการตรวจสอบข้อมูล กับ ฝบท.

- 1. หนังสือรายงานการใช้จ่ายงบประมาณ ประจำเดือนของ ฝบท.กปผ.
- 2. ทะเบียนคุมงบประมาณประจำปี ของ กปผ.

หนังสือรายงานการใช้จ่ายงบประมาณ ประจำเดือน ของ ฝบท.กปผ.



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ฝ่ายบริหารทั่วไป โทร 02-579357/7-8

ที่ กษ 0916/ว. ๖๖ **วันที่** ๑๐ เมษายน 2563

เรื่อง ขอแจ้งรายงานการใช้จ่ายเงินงบประมาณ ประจำเดือน มีนาคม 2563

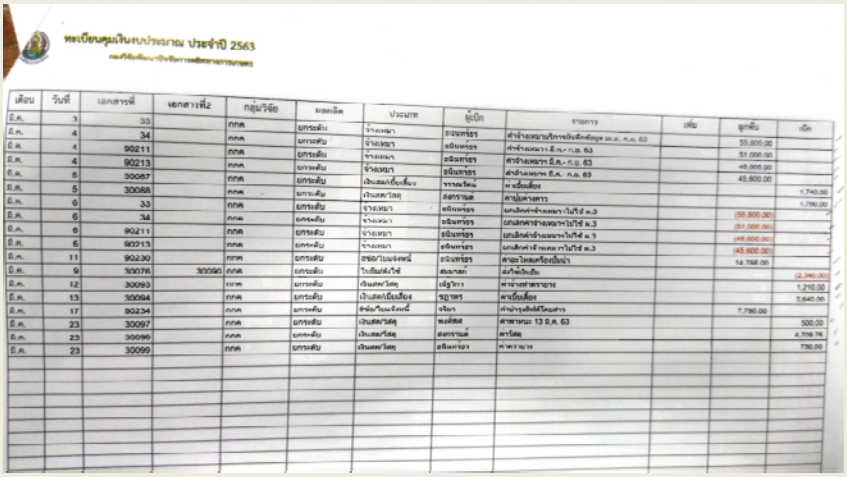
เรียน กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี/กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา/กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร/กลุ่มบริหารโครงการวิจัยฯ

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ขอแจ้งรายละเอียด การใช้จ่ายเงินงบประมาณ ปี 2563 **ประจำเดือน มีนาคม 2563** เพื่อให้กลุ่มวิจัย/กลุ่มบริหารฯ ตรวจสอบรายการและยอดการใช้จ่ายเงินงบประมาณฯ หากมีรายการหรือยอดที่แตกต่างจากรายงาน ขอให้แจ้งงานงบประมาณ **ภายในวันที่ 15 เมษายน 2563** หากพ้นกำหนดนี้แล้ว จะถือว่ารายงานดังกล่าวถูกต้อง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

(นางสาวลลิตา ชูเกียรติวัฒนา)

ทะเบียนคุมงบประมาณประจำปี ของ กปผ.



ทะเบียนคุมเงินงบประมาณ ประจำปี 2563

เดือน	วันที่	เอกสารที่	เอกสารที่2	กลุ่มวิจัย	แผนเดิม	ประเภท	ผู้เบิก	รายการ	เพิ่ม	ยกเพิ่ม	เบิก
มี.ค.	3	33		กกค	ยกระดับ	จ้างเหมา	ธนพร์ธร	ค่าจ้างเหมาบริการเก็บขยะ ม.ค.-ก.ย. 63		55,800.00	
มี.ค.	4	34		กกค	ยกระดับ	จ้างเหมา	ธนิษฐ์ธร	ค่าจ้างเหมา มี.ค.-ก.ย. 63		51,000.00	
มี.ค.	4	90211		กกค	ยกระดับ	จ้างเหมา	ธนิษฐ์ธร	ค่าจ้างเหมา มี.ค.- ก.ย. 63		46,000.00	
มี.ค.	4	90213		กกค	ยกระดับ	จ้างเหมา	ธนิษฐ์ธร	ค่าจ้างเหมา มี.ค. ก.ย. 63		45,600.00	
มี.ค.	5	30087		กกค	ยกระดับ	เงินเดือนเจ้าเดือน	วรวงศ์ณ์	ค่าเบี้ยเลี้ยง			1,740.00
มี.ค.	5	30088		กกค	ยกระดับ	เงินเดือน/วัสดุ	สงกรานต์	ค่าปูดลางตาว			1,790.00
มี.ค.	6	33		กกค	ยกระดับ	จ้างเหมา	ธนิษฐ์ธร	ยกเลิกค่าจ้างเหมาในปีงบ ม.3		(55,800.00)	
มี.ค.	6	34		กกค	ยกระดับ	จ้างเหมา	ธนิษฐ์ธร	ยกเลิกค่าจ้างเหมาในปีงบ ม.3		(51,000.00)	
มี.ค.	6	90211		กกค	ยกระดับ	จ้างเหมา	ธนิษฐ์ธร	ยกเลิกค่าจ้างเหมาในปีงบ ม.3		(46,000.00)	
มี.ค.	6	90213		กกค	ยกระดับ	จ้างเหมา	ธนิษฐ์ธร	ยกเลิกค่าจ้างเหมาในปีงบ ม.3		(45,600.00)	
มี.ค.	11	90230		กกค	ยกระดับ	ซ่อม/ไม่แจ้งหนี้	ธนิษฐ์ธร	ค่าอะไหล่เครื่องปั๊มน้ำ		14,768.00	
มี.ค.	9	30076	30090	กกค	ยกระดับ	โครงการ/วัสดุ	สมมาลย์	ค่าไฟฟ้าเดือน			(2,340.00)
มี.ค.	12	30093		กกค	ยกระดับ	เงินเดือน/วัสดุ	เฉลิมวิทา	ค่าน้ำดื่มสำนักงาน			1,210.00
มี.ค.	13	30094		กกค	ยกระดับ	เงินเดือน/เบี้ยเลี้ยง	ชญาพร	ค่าเบี้ยเลี้ยง			2,640.00
มี.ค.	17	90234		กกค	ยกระดับ	ซ่อม/ไม่แจ้งหนี้	เจริญา	ค่าบำรุงลิฟต์โดยสาร		7,790.00	
มี.ค.	23	30097		กกค	ยกระดับ	เงินเดือน/วัสดุ	พงศ์ศิลป์	ค่าพาหนะ 13 มี.ค. 63			500.00
มี.ค.	23	30096		กกค	ยกระดับ	เงินเดือน/วัสดุ	สงกรานต์	ค่าวัสดุ			4,709.76
มี.ค.	23	30099		กกค	ยกระดับ	เงินเดือน/วัสดุ	สมิตกาญจ	ค่าพาหนะ			750.00

ปัญหาและอุปสรรค

- 1. ขาดบุคลากรพัฒนาระบบฐานข้อมูล
- 2. ผู้ใช้งานปัจจุบันไม่มีความเข้าใจในระบบฐานข้อมูล
- 3. ต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้เรื่องการใช้คอมพิวเตอร์พื้นฐาน
- 4. การตรวจทาน กับ ฝบท. มีขั้นตอนที่ซับซ้อน เวลาเช็คต้องรอหนังสือแจ้งการใช้จ่ายจาก ฝบท. และเช็คครั้งหนึ่งมีหลายรายการ
- 5. ต้องทำการสำรองข้อมูล (**Backup**) ไว้เป็นประจำ และหลายที่ เนื่องจากป้องกันการเสียหายของฐานข้อมูล ที่เกิดขึ้นจากไวรัส หรือการเสียหายของฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์

จบการนำเสนอ

บทคัดย่อ

ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ บิสไพริแบก-โซเดียม และ พาราควอตไดคลอไรด์ ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช

Method Validation of Determine Active Ingredient of Bispyribac-sodium and Paraquat dichloride in Herbicide Products

อนุชา ผลไสว *นางพินิตนันต์ สรวยเอี่ยม* *นางสาวพนิดา มงคลวุฒิกุล* *นางสาวดวงรัตน์ วิลาสินี*
นายฉลองรัตน์ หมื่นขวา *นางสาวสุกัญญา คำคง*
Anucha Phonswai *Pinitnun Sruay-iam* *Panida Mongkhonwuttikun* *Duangrat Wilasinee*
Charongrat Muenkhwa *Sukanya Khomkong*

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Method validation of Bispyribac–sodium and Paraquat dichloride in herbicide products by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), the methods used column C8 which had the ability to perfect selectivity and high specificity. The Linearity test result of the Bispyribac-sodium in the range 0.010–1.000 mg/ml had shown correlation coefficient (r-value) 0.99982 and the Paraquat dichloride in the range 0.010–0.500 mg/ml had also shown r-value 0.99997. The range test results of Bispyribac-sodium was in the range 0.025–0.750 mg/ml with r-value 0.99983. Likewise, the range test result of Paraquat dichloride was in the range 0.025–0.500 mg/ml with r-value 0.99996. The r-value passed the acceptance criteria which was greater than or equal to 0.995. The repeatability test resulted in the analytical method of Bispyribac-sodium and Paraquat dichloride which had shown HORRAT values 0.236-0.334 and 0.237-0.659 respectively. The reproducibility test result had shown HORRAT values 0.259-0.654 and 0.293-0.796 respectively. The robustness test based on the factorial design model of the Bispyribac-sodium and Paraquat dichloride analytical method. The analysis had 3 factors and 2 levels in each factor that obtained HORRAT values in the range 0.179-0.517 and 0.165-0.976 respectively. The results of the influence factors in the analytical method had affected the durability of Bispyribac-sodium. All factors affected to each other in the analysis which were non-significance a 95% confidence level. Similarly, the Paraquat dichloride analytical method found all factors had an impact on each other. Meanwhile, the factors of such method which affected in the analysis were significant and non-significant at 95% confidence level. The ruggedness test of Bispyribac-sodium and Paraquat dichloride analytical methods had shown HORRAT values in the range 0.596-0.819 and 0.874-0.969 respectively. The HORRAT acceptance criteria of AOAC was less than 2. The accuracy test of Bispyribac-sodium had resulted in the recovery value in the range 100.3-101.4% which the recovery acceptance criteria of AOAC was 97-103% while the one of Paraquat dichloride had the recovery value in the range 100.3-101.7% with 98-102% of the recovery acceptance criteria in accordance with AOAC. The uncertainty of measurement method of the Bispyribac-sodium and Paraquat dichloride analytical method which was carried out obtained 10.59±0.14% and 28.7±0.78% respectively. The results of method validation of the Bispyribac-sodium and Paraquat dichloride had shown the ability to selectivity, specificity, precision, robustness/ruggedness

and accuracy, all parameters passed the acceptance criteria according to the standard of analytical method validation.

Keyword : Bispyribac–sodium, Paraquat dichloride

บทคัดย่อ

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ Bispyribac–sodium และ Paraquat dichloride ในผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืช โดยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ใช้คอลัมน์ C8 ในวิธีวิเคราะห์ Bispyribac–sodium และ Paraquat dichloride พบว่าวิธีทั้งสองมีความสามารถในการแยกและมีความจำเพาะเจาะจงที่ดีต่อสาร ความเป็นเส้นตรงของ Bispyribac-sodium ในช่วง 0.010–1.000 mg/ml สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.99982 และ Paraquat dichloride ในช่วง 0.010–0.500 mg/ml ได้ r เท่ากับ 0.99997 ช่วงของการวัดของ Bispyribac-sodium ในช่วง 0.025–0.750 mg/ml ได้ r เท่ากับ 0.99983 และ Paraquat dichloride ในช่วง 0.025–0.500 mg/ml ได้ค่า r เท่ากับ 0.99996 ผ่านเกณฑ์ยอมรับค่า r≥0.995 การตรวจสอบความเที่ยงแบบ Repeatability ของวิธีวิเคราะห์ Bispyribac-sodium และ Paraquat dichloride ได้ค่า HORRAT ทุกช่วงความเข้มข้นคือ 0.236-0.334 และ 0.237-0.659 ตามลำดับ และการตรวจความเที่ยงแบบ Reproducibility ทุกช่วงความเข้มข้นคือ 0.259-0.654 และ 0.293-0.796 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับค่า HORRAT ตามเกณฑ์ของ AOAC<2 การตรวจสอบความทนของวิธีตามแบบ Robustness ประเมินประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์จากการทดลองแบบหลายปัจจัยโดยใช้แบบการทดลอง factorial design ของ Bispyribac-sodium และ Paraquat dichloride ปัจจัยในการวิเคราะห์ 3 ปัจจัยๆละ 2 ระดับ ได้ค่า HORRAT ในช่วง 0.179-0.517 และ 0.165-0.976 ตามลำดับ ผ่านเกณฑ์ยอมรับค่า HORRAT ตามเกณฑ์ของ AOAC<2 และผลการตรวจสอบอิทธิพลระหว่างปัจจัยในวิธีวิเคราะห์ที่ส่งผลต่อความทนของวิธีวิเคราะห์ Bispyribac-sodium ปัจจัยทั้งหมดมีอิทธิพลต่อกันในการวิเคราะห์ให้ผลแตกต่างกันแบบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และการตรวจสอบวิธีวิเคราะห์ Paraquat dichloride ปัจจัยทั้งหมดมีอิทธิพลต่อกัน พบว่าปัจจัยส่งผลต่อการวิเคราะห์มีทั้งแตกต่างกันแบบมีนัยสำคัญ และแบบไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การตรวจสอบ Ruggedness ของวิธีวิเคราะห์ Bispyribac-sodium และ Paraquat dichloride ได้ค่า HORRAT อยู่ในช่วง 0.596-0.819 และ 0.874-0.969 ตามลำดับ ซึ่งผ่านเกณฑ์ยอมรับค่า HORRAT ตามเกณฑ์ของ AOAC<2 ตรวจสอบความแม่นของ Bispyribac-sodium อยู่ในช่วง 100.3-101.4% ผ่านเกณฑ์ยอมรับ 97-103% และ Paraquat dichloride อยู่ในช่วง 100.3-101.7% ผ่านเกณฑ์ยอมรับ 98-102% ตามเกณฑ์ของ AOAC และค่าความไม่แน่นอนของการวัดตามวิธีวิเคราะห์ Bispyribac-sodium และ Paraquat dichloride ได้เท่ากับ 10.59±0.14% และ 28.70±0.78% ตามลำดับ ผลการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์ Bispyribac-sodium และ Paraquat dichloride มีความสามารถในการแยกและมีความจำเพาะเจาะจง มีค่าความเที่ยง ความทน และความแม่นของวิธีผ่านเกณฑ์ยอมรับตามมาตรฐานของการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์

คำหลัก : Bispyribac–sodium, Paraquat dichloride

วิจัยปริมาณสารพิษตกค้างอินดอกซาคาร์บ (indoxacarb) ในมะเขือเปราะ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง (MRL)

Residue Trials of Indoxacarb in Aubergines to Establish Maximum Residue Limit

วีระสิงห์ แสงวรรณ *ชนิตา ทองแซม* *วิชุตา ควรหัตร์* *วาเลนไทน์ เจือสกุล*

Weerasing Saengwan *Chanita Thongsam* *Wichuta Kuanhut* *Valentine Juasakul*

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The study on residue trials of indoxacarb in aubergines to establish maximum residue limit. The experimental in 5 trial field locations were conducted during December 2017 to March 2020. The field trials each consisted of two plots which were untreated (not sprayed) and treated plot was sprayed with 30% WG indoxacarb at recommended dose (5 g/20 L) and 100 L/rai of water. Each of field trial was done 3 times of spraying in every 7 days. Treated samples were collected and their indoxacarb residue was determined at day 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 and 21 day after the last application by LC-MS/MS. The trial number 1 were found concentration of residues are 0.06, 0.04, 0.03, 0.03, 0.01, 0.01 mg/kg and not detected at day 14 and 21. The trial number 2 were found concentration of residues are 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.01, 0.01 mg/kg and not detected at day 14 and 21. The trial number 3 were found concentration of residues are 0.03, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.01 mg/kg and not detected at day 14 and 21. The trial number 4 were found concentration of residues are 0.08, 0.09, 0.03, 0.02, 0.01, 0.01, 0.01 mg/kg and not detected at day 21. The trial number 5 were found concentration of residues are 0.11, 0.05, 0.03, 0.02, 0.02, 0.01, 0.01 mg/kg and not detected at day 21 respectively. Codex sets the maximum residue limit (MRL) of indoxacarb residue in aubergines at 0.5 mg/kg.

Keyword : indoxacarb, aubergines, maximum residue limit

บทคัดย่อ

ศึกษาการสลายตัวของสารพิษตกค้างอินดอกซาคาร์บในมะเขือเปราะ เพื่อกำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง ทำการทดลองในแปลงเกษตรกร 5 แปลงทดลอง ระหว่างเดือนธันวาคม 2560 ถึงเดือนมีนาคม 2563 ในแต่ละแปลงทดลองแบ่งเป็น 2 แปลงทดลองย่อย คือแปลงควบคุม (ไม่พ่นวัตถุมีพิษ) และแปลงทดลองที่พ่นอินดอกซาคาร์บสูตร 30% WG ตามอัตราแนะนำ 5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร อัตราการใช้น้ำ 100 ลิตรต่อไร่ พ่นสารทุกๆ 7 วัน รวม 3 ครั้ง สุ่มเก็บตัวอย่างมะเขือเปราะนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ด้วยเครื่อง LC-MS/MS ที่ระยะเวลา 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 และ 21 วันภายหลังการพ่นสารครั้งสุดท้ายตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ในแปลงทดลองที่ 1 พบปริมาณอินดอกซาคาร์บ มีค่าเฉลี่ย 0.06, 0.04, 0.03, 0.03, 0.01, 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจไม่พบที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน แปลงทดลองที่ 2 พบปริมาณอินดอกซาคาร์บ มีค่าเฉลี่ย 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.01, 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจไม่พบที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน แปลงทดลองที่ 3 พบปริมาณอินดอกซาคาร์บ มีค่าเฉลี่ย 0.03, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจไม่พบที่ระยะเวลา 14 และ 21 วัน แปลงทดลองที่ 4 พบปริมาณอินดอกซาคาร์บ มีค่าเฉลี่ย 0.08, 0.09, 0.03, 0.02, 0.01, 0.01, 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจไม่พบที่ระยะเวลา 21 วัน แปลงทดลองที่ 5 พบปริมาณอินดอกซาคาร์บ มีค่าเฉลี่ย 0.11, 0.05,

0.03, 0.02, 0.02, 0.01, 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจไม่พบที่ระยะเวลา 21 วันตามลำดับ โดย Codex กำหนดค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้างอินดอกซาคาร์บในมะเขือเปราะ ที่ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
คำหลัก : อินดอกซาคาร์บ มะเขือเปราะ ปริมาณสูงสุดของสารพิษตกค้าง

ผลงานเรื่องเต็ม

ศึกษาความแปรปรวนและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในชุมชนตามสภาพภูมินิเวศน์จังหวัดขอนแก่น

Study variability and factors affecting the cassava produce of farmers In the community of the landscape of Khon Kaen province

สรรเสริญ เสียงใส[1]
Sasoen Siangsai
ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น

อรัญญ์ ขันติยวิชย์[1]
Aran Khantiyawit
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Test and develop engaging technologies to enhance cassava production at the community level of Khon Kaen Province. It is a test to enhance the productivity of the cassava of the community in Khon Kaen Province. It has led to an analysis of factors affecting the cassava produce of farmers as a conversion in each group of in-community output levels. Determine the test as a soil management and fertilizer. Start testing by collecting soil samples to analyze the amount of nutrients before testing. There are two methods of producing cassava, except for fertilizer prescribed in two methods. This is how farmers will fertilize according to their own needs and how to fertilize according to soil analysis. Farmers have fertilized chemicals according to the farmer's recipes. Nitrogen fertilizer 2.3-18.8 kilograms N per rai, phosphorus fertilizer 2.0-18.8 kilograms P_2O_5 per rai potassium fertilizer 0-18.8 kilograms K_2O per rai. According to the department of agriculture's soil analysis. Nitrogen fertilizer 8-16 kilograms N per rai, phosphorus fertilizer 4-8 kilograms P_2O_5 per rai, potassium fertilizer 4-16 kilograms K_2O per rai. To the farm evaluate productivity in the year to analyze productivity differences. and study the change in productivity as a result of the introduction of technology. And manage production in accordance with the commonly defined guidelines to be deployed in converts to obtain output data and conversion output elements. It was found that the average height of the test method was 30 centimeters more than the farmer's method. The average yield of a test method is more than the way of farmers 1,116 kilograms per rai. The amount of flour tested 2.3 percent more than farmers' methods. Interviewed farmers about the production and cost of cassava production of farmers, with the cost of cassava production of farmers, averaging 4,326 baht per rai. The average cost of cassava production of farmers is 4,062

Keywords : Cassava, Community level engaging technology, Increase efficiency

[1]ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น
[1]Khon Kaen Agricultural Production Sciences Research and Development Center

baht per rai, but the test method is higher than the way farmers are 2,426 baht per rai. Calculating the BCR, it is found that the test method has a higher BCR value than the farmer's approach 0.44.

บทคัดย่อ

ทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตมันสำปะหลังในระดับชุมชนพื้นที่จังหวัดขอนแก่น เป็นการทดสอบเพื่อยกระดับผลผลิตมันสำปะหลังของชุมชนในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น ได้นำผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรเป็นรายแปลงในแต่ละกลุ่มของระดับผลผลิตในชุมชน กำหนดการทดสอบเป็นการจัดการดินและปุ๋ย เริ่มการทดสอบโดยเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารก่อนทำการทดสอบ วิธีการผลิตมันสำปะหลังแบบเกษตรกร ยกเว้นการใส่ปุ๋ยที่กำหนดให้มี 2 กรรมวิธี ได้แก่ วิธีเกษตรกร ซึ่งเกษตรกรจะใส่ปุ๋ยตามความต้องการของตนเองในแต่ละราย และวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน เกษตรกรได้ใส่ปุ๋ยเคมีตามสูตรของเกษตรกร ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.3-18.8 กก.N ต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 2.0-18.8 กก.P_2O_5 ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม 0-18.8 กก.K_2O ต่อไร่ และแบบตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 8-16 กก.Nต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 4-8 กก.P_2O_5 ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม 4-16 กก.K_2O ต่อไร่ ประเมินผลผลิตในรอบปี เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิต และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตที่เป็นผลมาจากการนำเทคโนโลยี และจัดการการผลิตตามแนวทางที่กำหนดร่วมกันไปปรับใช้ในแปลง เพื่อให้ได้ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตรายแปลง พบว่า มีความสูงเฉลี่ยของวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 30 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ยของวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 1,116 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณแป้งวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 2.3 เปอร์เซ็นต์ และมีสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับการผลิตและต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร โดยต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร เฉลี่ย 4,326 บาทต่อไร่ ส่วนต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร เฉลี่ย 4,062 บาทต่อไร่ แต่รายได้ของวิธีทดสอบสูงกว่าวิธีเกษตรกร 2,426 บาทต่อไร่ และเมื่อคำนวณค่า BCR พบว่า วิธีทดสอบมีค่า BCR สูงกว่าวิธีเกษตรกร 0.44

คำหลัก : มันสำปะหลัง เทคโนโลยีแบบมีส่วนร่วมระดับชุมชน เพิ่มประสิทธิภาพ

คำนำ

มันสำปะหลังเป็นพืชอาหารเศรษฐกิจที่สำคัญพืชหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งเป็นแหล่งผลิตคาร์โบไฮเดรตปริมาณสูง ได้มีการนำมันสำปะหลังไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นจำนวนมาก ปัจจุบันยังมีการนำมันสำปะหลังไปผลิตเอทานอล เพื่อนำไปใช้ในอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันแก๊สโซฮอลล์ และลดการนำเข้าน้ำมันจากต่างประเทศ ช่วยให้ราคาน้ำมันภายในประเทศลดลง ปี 2553 มีโรงงานเปิดดำเนินการ จำนวน 5 โรงงาน มีกำลังการผลิตวันละ 780,000 ลิตรต่อวัน ใช้วัตถุดิบในการผลิต ประมาณ 1.4 ล้านตันต่อปี มันสำปะหลังเป็นพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในดินแทบทุกพื้นที่และยังสามารถทนแล้งได้ดี ปี 2555 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ประมาณ 9.24 ล้านไร่ ผลผลิตทั้งหมด ประมาณ 29.8 ล้านตัน ผลผลิตเฉลี่ย 3.5 ตันต่อไร่ พื้นที่ที่ปลูกมากที่สุด คือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีพื้นที่ปลูก 1,914,756 ไร่ เนื้อที่เก็บเกี่ยว 1,843,030 ไร่ ได้ผลผลิต 6,010,045 ตัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3,165 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557) จังหวัดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่ปลูกมันสำปะหลังมาก ได้แก่ จังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ อุบลราชธานี อุดรธานี เลย กาฬสินธุ์ ขอนแก่นและบุรีรัมย์ โดยจังหวัดขอนแก่นมีพื้นที่ปลูกประมาณ 2.38 แสนไร่ ผลผลิตทั้งหมด ประมาณ 6.63 แสนตัน ผลผลิตเฉลี่ย 3.15 ตันต่อไร่ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557 http://www.oae.go.th/dowload/dowload_journal /yearbook56.pdf) อำเภอที่มีการปลูกมันสำปะหลังมากกว่า 20,000 ไร่ ได้แก่ อำเภอบ้านไผ่ เมือง กระนวน เขาสวนกวาง น้ำพองและมัญจาคีรี

การวิเคราะห์ช่องว่างของผลผลิต (Yield gap analysis) คือความแตกต่างระหว่างผลผลิตสูงสุดตามศักยภาพ กับผลผลิตที่ได้จริงจากแปลงของเกษตรกร (Actual yield) ได้ ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลัง มีหลากหลายปัจจัย ได้แก่ 1) ปัจจัยสภาพแวดล้อม ต้องยอมรับว่าสภาพอากาศในปัจจุบันมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของมันสำปะหลังหรือการเกิดสภาพที่ฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน อุณหภูมิอากาศสูงหรือต่ำเกินไป เนื่องจากปรากฏการณ์เอลนีโญหรือลานีญา เมื่อเกิดเอลนีโญขนาดรุนแรงขึ้นเมื่อใด ปริมาณฝนของประเทศไทยมักมีค่าต่ำกว่าปกติ และอุณหภูมิของอากาศจะสูงกว่าปกติ เช่น เอลนีโญขนาดรุนแรง ปี พ.ศ. 2540 - 2541 ประเทศไทยประสบกับสภาวะความแห้งแล้ง มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติทั่วประเทศ ส่วนผลกระทบจากลานีญาจะตรงข้ามกับ

เอลนีโญ เช่น ลานีญาที่เกิดขึ้นปี พ.ศ. 2542 - 2543 ประเทศไทยมีฝนชุกกว่าปกติ และอุณหภูมิในฤดูหนาวลดลงทำลายสถิติหลายจังหวัดในเดือนธันวาคม 2542 นอกจากนี้ความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำเนื่องจากการขาดความเอาใจในการบำรุงดูแลรักษาและการจัดการดินอย่างเหมาะสม ทำให้ดินเกิดการเสื่อมโทรมมากขึ้นทุกปี

2) ปัจจัยเกษตรกร เริ่มตั้งแต่เกษตรกรขาดการบำรุงดินก่อนปลูกหรือปรับ pH ดินให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของมันสำปะหลัง ไม่มีการไถเพื่อทำลายชั้นดินดาน การเตรียมดินที่ไม่เหมาะสม มีเศษซากพืชเดิมหรือวัชพืชที่มีชีวิตอยู่ในพื้นที่เตรียมแปลงปลูก เกษตรกรที่ปลูกมันสำปะหลังในช่วงปลายฝนใช้ท่อนพันธุ์ขนาดสั้นเกินไปและไม่มีการแช่ท่อนพันธุ์ด้วยสารกำจัดเพลี้ยแป้ง ทำให้มันสำปะหลังมีอัตราความงอกต่ำและเกิดปัญหาเพลี้ยแป้งในช่วงฤดูแล้ง การใส่ปุ๋ยเคมีที่มีอัตราส่วนไม่ตรงกับความต้องการของพืช ขาดการดูแลแปลงมันสำปะหลังทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับวัชพืช เกษตรกรเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังอายุสั้นเกินไป (6 – 8 เดือน) การขาดเครื่องเก็บเกี่ยวทำให้ต้องจ้างแรงงานจำนวนมากในการเก็บเกี่ยวทำให้การเก็บเกี่ยวล่าช้า และมีต้นทุนการผลิตสูงเนื่องจากต้องใช้แรงงานและปัจจัยการผลิตสูงขึ้น ชุมพล และคณะ (2551) พบว่า มันสำปะหลังมีการตอบสนองต่อการใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน การปลูกมันสำปะหลังเพื่อให้ได้ผลผลิต 4-8 ตันต่อไร่ ควรมีการใช้ปุ๋ยเคมีอย่างครบถ้วนของ N-P-K อัตรา 16-8-16 กิโลกรัมต่อไร่ร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 2 ตันต่อไร่ ปรีชา (2551) พบว่า ส่วนการใช้ปุ๋ย ตามค่าวิเคราะห์ดินที่คำนวณจากความต้องการปุ๋ยในแปลงเกษตรกร ในปี 2555 พบว่าให้ผลผลิตเฉลี่ยไร่ละ 3.98 ตัน สูงกว่าการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรที่ใช้ปุ๋ยสูตร 16-7-18 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตไร่ละ 3.57 ตัน (สูงกว่า 11 เปอร์เซ็นต์) คิดเป็นได้เงินเพิ่มขึ้นไร่ละ 1,025 บาท คุ้มค่าการลงทุนที่เพิ่มขึ้นไร่ละ 300 บาท เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตสูงในปี 2554 แต่ค่อนข้างต่ำในปี 2555 (ไร่ละ 4,530 และ 3,580 บาท) จึงทำให้มีต้นทุนต่อหน่วยการผลิตต่ำ รวมทั้งมีกำไรจากการผลิตมันสำปะหลังดีใกล้เคียงกันเนื่องมาจากราคาที่สูงกว่า (กิโลกรัมละ 1.70 และ 2.50 บาท)

3) ปัจจัยพันธุ์มันสำปะหลัง การขาดแคลนมันสำปะหลังพันธุ์ดีและสะอาดปราศจากเพลี้ยแป้ง ซึ่งสามาตรติดไปกับท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้ จากการเดินทางไปในพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง พบเกษตรกรไม่นิยมทำแปลงพันธุ์มันสำปะหลัง เมื่อเกษตรกรได้ท่อนพันธุ์มันสำปะหลังพันธุ์ต่างๆมาแล้ว จะตัดท่อนพันธุ์รวมกันแล้วจึงนำไปปลูก ซึ่งทำให้ไม่สามารถคัดแยกท่อนพันธุ์มันสำปะหลังได้ เกษตรกรรายอื่นๆที่ต้องการซื้อท่อนพันธุ์มันสำปะหลังไปปลูกจึงไม่มีความเชื่อมั่นว่าจะได้ท่อนพันธุ์ตรงกับความต้องการของตนเอง นอกจากนี้เกษตรกรมีการจัดการด้านพันธุ์ไม่เหมาะสมเนื่องจากเกษตรกรมีการเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังเร็วเกินไป ทำให้ท่อนพันธุ์มีขนาดสั้นและอายุน้อยเกินไปในการนำปลูกในฤดูกาลต่อไป การใช้พันธุ์ร่วมกับการจัดการที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ พบว่าการปลูกมันสำปะหลังพันธุ์ใหม่ ได้แก่ ระยอง 5 ระยอง 90 และเกษตรศาสตร์ 50 โดยปฏิบัติตามคำแนะนำในการปลูกที่ถูกต้องและเหมาะสมสามารถเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังจาก 2.46 ตันต่อไร่ ในพันธุ์พื้นเมืองเป็น 4.58 ตันต่อไร่ ได้ในสภาพไร่เกษตรกร (บุญช่วยและคณะ, 2552)

ดังนั้นการศึกษาวิเคราะห์ศักยภาพผลผลิตและการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรที่เหมาะสมตามสภาพภูมินิเวศน์ทั้งใช้พันธุ์มันสำปะหลังที่มีศักยภาพสูง เหมาะสมกับพื้นที่ สภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและรุนแรงขึ้น และการบริหารจัดการดูแลรักษาการผลิตมันสำปะหลัง ล้วนมีผลต่อผลผลิตสำปะหลังให้เพิ่มขึ้นหรือลดลง และหากเกษตรกรสามารถรู้ถึงปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อผลผลิตและจะสามารถช่วยเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรผู้การปลูกมันสำปะหลังได้อย่างแน่นอน

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

อุปกรณ์ในการวิเคราะห์พื้นที่และสำรวจข้อมูลเกษตรกร ได้แก่ อุปกรณ์ที่ในการเก็บตัวอย่างดินตัวอย่างน้ำในพื้นที่ เช่น จอบ เสียม ถุงพลาสติก กล่องเก็บความเย็น ปากกาเคมี กระดาษบันทึก แบบสัมภาษณ์เกษตรกร ส่วนอุปกรณ์ในการจัดเสวนา ได้แก่ เครื่องเสียง ไมโครโฟน ปากกาเคมี กระดานไวท์บอร์ด สมุดบันทึก ปากกาลูกลื่น กระดาษแบบสอบถาม เครื่องปริ้นส์เตอร์ และอื่นๆ ส่วนอุปกรณ์ในการจัดแปลงทดสอบ ได้แก่ เมล็ดพันธุ์ถั่วลิสง ปูนโดโลไมท์

ปุ๋ยเคมี เชือกฟาง ถุงตาข่ายเก็บผลผลิตถั่วลิสง อุปกรณ์เก็บเก็บตัวอย่างดินก่อนและหลังปลูกถั่วลิสง จอบ เสียม ตู้อบลมร้อย สายวัด ตลับเมตร ไม้บรรทัด เวอร์เนียคาลิปเปอร์ กระดาษชาร์ต กล้องถ่ายรูป และอื่นๆ เป็นต้น

วิธีการ

ใช้วิธีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research : PAR) ดำเนินงานวิจัยด้วยการจัดกระบวนการและกิจกรรมที่ทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของชุมชน ด้วย วิธีการชวนคุย ชวนคิดและชวนทำ ค้นหาทุนและศักยภาพของชุมชน มีกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อร่วมกันถอดบทเรียน และต่อยอดงาน จากทุนเดิมของชุมชน โดยประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การวางแผน (Plan) การปฏิบัติ (Act) การสังเกต (Observe) และการสะท้อนผล (Reflect) ตลอดจนการปรับปรุงแผน (Replanning) เพื่อนำไปปฏิบัติในการดำเนินงานครั้งต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ yield gap analysis และใช้สถิติ T-test เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยผลผลิตก่อนและหลังนำเทคโนโลยีไปปรับใช้ พร้อมทั้งประเมินผลจากการสนทนากลุ่มเพื่อหาความต้องการและแนวทางในการปรับปรุงผลผลิตในแต่ละรอบการผลิตเป็นระยะ โดยนำผลจากการสะท้อนความคิด การแลกเปลี่ยนประสบการณ์การปฏิบัติก่อนและหลังการทดสอบเทคโนโลยีในแต่ละครั้ง การสัมภาษณ์เชิงลึก การสังเกตแบบมีส่วนร่วม การบันทึกเทปเสียง การบันทึกภาพ การจดบันทึก การสะท้อนผลของเทคโนโลยี เพื่อนำมาใช้ประกอบการอภิปรายและบรรยายสรุปให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

ขั้นตอนและวิธีในการวิจัย ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. นำผลจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรเป็นรายแปลงในแต่ละกลุ่มของระดับผลผลิตในชุมชนของกิจกรรมที่ 1 มากำหนดการทดสอบตามแนวทางที่กำหนด โดยมีนักวิชาการเกษตรให้คำแนะนำอย่างต่อเนื่องผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยการให้องค์ความรู้การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต มันสำปะหลังและการจัดการตามประเด็นปัญหาเพื่อแก้ไขปัญหาการผลิตมันสำปะหลังที่ได้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลในปีที่ 1-2 ให้แก่เกษตรกรที่มีความพร้อมจะปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร และ/หรือปรับใช้ให้สอดคล้องกับสภาพแปลงและศักยภาพของแต่ละแปลง เช่น พันธุ์ การจัดการดิน ปุ๋ย น้ำ การเก็บเกี่ยวที่ถูกต้องและเหมาะสม เป็นต้น

2. บันทึกข้อมูลสภาพภูมิอากาศภาคสนาม (ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณน้ำฝน) ในแต่ละชุมชนบันทึกข้อมูลต่อเนื่องตลอดระยะเวลาดำเนินการ

3. เก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารก่อนทำการทดสอบ เพื่อใช้ประกอบการคำนวณอัตราปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินที่เหมาะสมเป็นรายแปลง

4. ประเมินผลผลิตในรอบปี เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของผลผลิต และศึกษาการเปลี่ยนแปลงของผลผลิตที่เป็นผลมาจากการนำเทคโนโลยี และจัดการการผลิตตามแนวทางที่กำหนดร่วมกันไปปรับใช้ในแปลง เพื่อให้ได้ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตรายแปลง

5. ประเมินค่าใช้จ่าย ต้นทุน รายได้ และผลตอบแทนรายปีของเกษตรกร

6. ประเมินและสรุปผลการดำเนินงานร่วมกับ แลกเปลี่ยนเรียนรู้เทคโนโลยีการผลิต ประเด็นปัญหาแนวทางแก้ไข และปรับใช้เทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังให้เหมาะสมในแต่ละปี เพื่อยกระดับผลผลิตให้เพิ่มขึ้น

7. ประเมินความพึงพอใจและการยอมรับเทคโนโลยีของเกษตรกร โดยเริ่มประเมินความพึงพอใจตั้งแต่ปีที่ 3 เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานในปีถัดไป และประเมินการยอมรับเทคโนโลยีเมื่อสิ้นสุดการทดลองในปีที่ 5 โดยวิธีการสัมภาษณ์ตามแบบสอบถาม

8. จัดทำฐานข้อมูลเกษตรกรรายแปลงของชุมชนผู้ปลูกมันสำปะหลังที่เข้าร่วมโครงการ ประกอบด้วยพื้นฐานการผลิต และการจัดการรายแปลง ได้แก่ พันธุ์ การปลูก การดูแลรักษา การให้น้ำ ใส่ปุ๋ย การเก็บเกี่ยว และผลผลิตในรอบปี

สภาพแวดล้อมและสภาพภูมิอากาศ เพื่อเป็นแหล่งข้อมูลการปลูก การจัดการมันสำปะหลังเฉพาะพื้นที่สำหรับเกษตรกรในชุมชนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

การบันทึกข้อมูล

1. ข้อมูลทั่วไปของแปลงเกษตรกร เช่น พันธุ์ แหล่งพันธุ์ ระยะปลูก อายุ เป็นต้น
2. การดูแลรักษา เช่น การให้ปุ๋ย การให้น้ำ การกำจัดวัชพืช เป็นต้น
3. สภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน การกระจายตัวของฝนตลอดทั้งปี เป็นต้น
4 .ผลวิเคราะห์สมบัติของดิน
5. โรคและแมลงศัตรูและการป้องกันกำจัด
6. ค่าใช้จ่าย รายได้ และผลตอบแทน
7. การเจริญเติบโต
8. ข้อมูลผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิต

ระยะเวลา เริ่มต้น เดือนตุลาคม 2561 สิ้นสุด เดือนกันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง พื้นที่แปลงเกษตรกร อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น

ผลการทดลองและวิจารณ์

ดำเนินการรวบรวมข้อมูลความแปรปรวนและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในชุมชนตามสภาพภูมินิเวศน์ ที่ อำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น ในปี 2560 จำนวน 50 ราย โดยสัมภาษณ์เกี่ยวกับการผลิต ผลผลิต และต้นทุน (ตารางที่ 1 2 และ 3) ทำการวิเคราะห์สมบัติดินเกษตรกรทั้ง 50 ราย (ตารางที่ 4) นำข้อมูลที่ได้ จัดกลุ่มเกษตรกร 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 เกษตรกรที่ผลผลิตมันสำปะหลัง ต่ำกว่า 3 ตันต่อไร่ กลุ่มที่ 2 เกษตรกรที่ผลผลิตมันสำปะหลัง 3-5 ตันต่อไร่ และ กลุ่มที่ 3 เกษตรกรที่ผลผลิตมันสำปะหลัง มากกว่า 5 ตันต่อไร่ คัดเลือกเกษตรกร จำนวน 30 ราย เข้าร่วมการทดลองโดยพิจารณาจาก แบบสัมภาษณ์และการสุ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลัง และจัดเตรียมปัจจัยการผลิตของการทดลองโดยการใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง (ตารางที่ 5) เกษตรกรเริ่มปลูกมันสำปะหลัง ในเดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน 2561 หลังจากปลูก 1-2 เดือน เกษตรกรได้ใส่ปุ๋ยเคมีตามสูตรของเกษตรกร ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 2.3-18.8 กก.Nต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 2.0-18.8 กก.P_2O_5 ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม 0-18.8 กก.K_2Oต่อไร่ และแบบตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมวิชาการเกษตร ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 8-16 กก.Nต่อไร่ ปุ๋ยฟอสฟอรัส 4-8 กก.P_2O_5 ต่อไร่ ปุ๋ยโพแทสเซียม 4-16 กก.K_2Oต่อไร่ (ตารางที่ 6) มีการกำจัดวัชพืช 1-2 ครั้ง ได้ติดตามการเจริญเติบโตของต้นมันสำปะหลัง ทุก 3 เดือน ได้สุ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตมันสำปะหลังแล้ว จำนวน 12 ราย ในเดือนมีนาคม 2562 พบว่า มีความสูงเฉลี่ยของวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 30 เซนติเมตร ผลผลิตเฉลี่ยของวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 1,116 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณแป้งวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 2.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 8) และมีสัมภาษณ์เกษตรกรเกี่ยวกับการผลิตและต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร โดยต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร เฉลี่ย 4,326 บาทต่อไร่ ส่วนต้นทุนการผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกร เฉลี่ย 4,062 บาทต่อไร่ แต่รายได้ของวิธีทดสอบสูงกว่าวิธีเกษตรกร 2,426 บาทต่อไร่ และเมื่อคำนวณค่า BCR พบว่า วิธีทดสอบมีค่า BCR สูงกว่าวิธีเกษตรกร 0.44 (ตารางผนวกที่ 9)

ตารางที่ 1 รายชื่อเกษตรกร ศึกษาความแปรปรวนและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในชุมชนตามสภาพภูมินิเวศน์ จังหวัด ขอนแก่น

ลำดับที่	ชื่อ - นามสกุล		เลขที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	นายสุตา	เหล่าเงาะ	33	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
2	นางสุภาพร	ศรีบุตร	2	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
3	นายฤฤทธิ์	อามาตย์	9	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
4	นางแจ้ง	เหล่าพรม	31	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
5	นายธินกรณ์	กองกะมุด	17	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
6	นายสุบรรณ์	ศิลธรรม	20	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
7	นายสุวิไชย	นักทำนา	27	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
8	นางสุภาพ	กองกะมุด	40	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
9	นายอุดม	หมาดนามน	38	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
10	นายวัฒนะ	แสงสุข	28	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
11	นายบุญรัตน์	เก่งกว่าสิงห์	7	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
12	นายทองปัน	ศรีโชติ	23	2	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
13	นายขันติ	เรียนทิพย์	65	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
14	นายสงัด	ปัถพี	42	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
15	นายวิรัตน์	เชื้อกุล	43	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
16	นางสมหวัง	เคนใบ	46	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
17	นายบุญหาร	นรมาตร	51	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
18	นายอุดม	กาวหาญ	70/1	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
19	นายอรรถพล	เขี่ยงถุ่ง	73	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
20	นางสนิท	ละออง	75	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
21	นายเพ็ง	โคตรนน	107	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
22	นายอำคา	หมั่นเพียร	113	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
23	นายบรรจง	อุ่นเรือน	132	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
24	นายชาย	รมสมบุตร	173	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
25	นายทองสุก	มณีศรี	215	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
26	นางทองมา	หมั่นเพียร	219	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
27	นายคำหวัน	คำพิทูล	229	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
28	นายสมรส	ทัดเที่ยง	226	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
29	นายอำพล	เชื้อกุล	278	5	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
30	นางเล็ก	สุนาโท	142	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
31	นายสงคราม	เบ้าแบบดี	71	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
32	นางโสภา	แก้งดวงศรี	32	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
33	นางเพ็ญจิตร	บุญทอง	289	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
34	นายทองใบ	โพธิ์ศรี	90	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น

35	นางอนงค์	สัตตะพัน	221	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
36	นายสง่า	ศรีบุตร	178	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
37	นายสงวน	ทองแดง	229	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
38	นางทองย้อย	เขี่ยงถุ่ง	188	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
39	นางบัวฮอง	เหล่าโนนเขวา	151	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
40	นางวิลัย	แสนสุข	85	14	นางาม	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
41	นางใจ	คะมา	190	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
42	นายไกรวุฒิ	วงค์จำปลา	191	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
43	นายบรรจง	พาแสง	590	2	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
44	นายเกษม	ตู้บุดดา	8	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
45	นางดวงใจ	จันทร์หล้า	177	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
46	นายธนวัฒน์	รัตนวงศ์สวัสดิ์	24	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
47	นางปา	เดื่อดิน	42	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
48	นางหนูเลียบ	นาทา	84	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
49	นายอภิวัตน์	อ่อนละออ	85	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น
50	นายบุญธรรม	สุสมบูรณ์	4	4	กุดเค้า	มัญจาคีรี	ขอนแก่น

ตารางที่ 2 สภาพพื้นที่และเทคโนโลยีการผลิตมันสำปะหลังผู้ปลูกมันสำปะหลังจังหวัดขอนแก่น

รายการ	**จำนวนเกษตรกร (ราย)**	**ร้อยละ**
สภาพพื้นที่ปลูก		
ลักษณะพื้นที่ปลูก		
พื้นที่ลุ่ม	2	4
พื้นที่ดอน	38	76
พื้นที่ลอนลาด	10	20
ลักษณะดิน		
ดินเหนียว	2	4
ดินทราย	12	24
ดินร่วนปนทราย	22	44
ดินทรายปนร่วน	12	24
ดินเหนียว,ดินทราย	1	2
ดินเหนียว,ดินลูกรัง	1	2
การเลือกใช้ปุ๋ยเคมี		
ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดิน	4	8
ไม่ใส่ตามค่าวิเคราะห์ดิน	46	92
ชนิดปุ๋ยเคมีที่ใส่		
15-15-15	24	48
15-15-15 ,46-0-0	1	2
15-15-15 ,0-0-60	3	6
16-8-8	6	12

16-20-0	1	2
14-7-35	1	2
12-3-6 ,15-7-18	1	2
15-15-15, 15-7-18	1	2
15-15-15, 21-7-35	1	2
15-7-18 ,15-7-30	1	2
16-16-8, 15-15-15	1	2
16-8-8 , 15-15-15	3	6
15-8-8,21-8-16	1	2
16-0-30	1	2
16-16-8	4	8
ผลผลิต		
ต่ำกว่า 3 ตัน/ไร่	12	24
3-5 ตัน/ไร่	33	66
6-10 ตัน/ไร่	5	10
% แป้ง		
20-25%	19	38
26-30%	15	30
ไม่ได้วัด % แป้ง	16	32

ตารางที่ 3 ต้นทุนการผลิต ผลผลิต ราคา รายได้ และผลตอบแทนสุทธิเฉลี่ย เกษตรกรจำนวน 50 รายของการศึกษาความแปรปรวนและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในชุมชนตามสภาพภูมินิเวศน์จังหวัดขอนแก่น

รายการ	จำนวนเงิน(บาท/ไร่)	
1.ค่าแรงงาน		3,165
1.1 ค่าจ้างเตรียมดิน	620	
1.2 ค่าจ้างปลูกและเตรียมพันธุ์	467	
1.3 ค่าดูแลรักษา ใส่ปุ๋ย กำจัดวัชพืช	849	
1.4 ค่าเก็บเกี่ยว	1,229	
2.ค่าวัสดุ		1,445
2.1 ค่าพันธุ์มันสำปะหลัง	51	
2.2 ค่าปุ๋ย	1,166	
2.3 ค่าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูมันสำปะหลัง	207	
2.4 อื่นๆ	21	
3. ค่าเช่าที่ดิน		11
ต้นทุนการผลิตรวม (บาท/ไร่)		4,621
ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		4,070
ราคา (บาท/กก.)		1.66
รายได้ (บาท/ไร่)		6,756
ผลตอบแทนสุทธิ (บาท/ไร่)		2,135
สัดส่วนรายได้ต่อการลงทุน (BCR)		1.46

ตารางที่ 4 รายชื่อเกษตรกร ตำแหน่งแปลงและสมบัติดินของแปลงเกษตรกรการศึกษาความแปรปรวน และปัจจัยที่มีผลกระทบต่อผลผลิตมันสำปะหลังของเกษตรกรในชุมชนตามสภาพภูมินิเวศน์ จังหวัดขอนแก่น

ลำดับที่	ชื่อ - นามสกุล	ตำแหน่งแปลง			ผลวิเคราะห์ดิน						
		X	Y	ความสูงเหนือระดับน้ำทะเล (m.)	pH	LR (kg/rai)	OM (%)	Avail.P (mg/kg)	Exch.K (mg/kg)	Exch.Ca (mg/kg)	Exch.Mg (mg/kg)
1	นายสุตา เหล่าเงาะ	48Q 227731	1795551	217	6.33	691	0.4327	19	55	213	21
2	นางสุภาพร ศรีบุตร	48Q 228175	1794959	228	5.64	1,073	0.4551	7	75	197	37
3	นายฤฤทธิ์ อามาตย์	48Q 228694	1795663	217	6.26	655	0.2150	11	132	97	28
4	นางแจ้ง เหล่าพรม	48Q 226434	1794923	239	5.16	836	0.1312	5	67	31	6
5	นายธินกรณ์ กองกะมุด	48Q 227331	1794394	232	5.85	782	0.2317	4	107	81	14
6	นายสุบรรณ์ ศิลธรรม	48Q 229025	1794626	224	5.51	982	0.1089	11	42	64	11
7	นายสุวิไชย นักทำนา	48Q 228660	1794386	229	4.85	1,018	0.1815	43	73	42	6
8	นางสุภาพ กองกะมุด	48Q 228262	1795002	216	6.14	873	0.1480	9	83	110	19
9	นายอุดม หมาดนามน	48Q 227694	1795324	215	5.52	1,018	0.4327	67	69	157	24
10	นายวัฒนะ แสงสุข	48Q 228097	1794098	219	5.00	1,018	0.2317	16	19	64	11
11	นายบุญรัตน์ เก่งกว่าสิงห์	48Q 228766	1794071	216	5.40	891	0.2150	20	24	69	10
12	นายทองปัน ศรีโชติ	48Q 227892	1794087	232	5.38	909	0.1759	9	122	59	12
13	นายขันติ เรียนทิพย์	48Q 220991	1791911	231	4.75	1,327	0.1815	5	66	128	49
14	นายสงัด ปัถพี	48Q 221207	1791566	249	4.93	1,200	0.2150	85	84	75	17
15	นายวิรัตน์ เชื้อกุล	48Q 221456	1792089	265	4.68	1,055	0.2820	44	133	55	16
16	นางสมหวัง เคนใบ	48Q 221727	1790717	227	4.70	1,400	0.4327	10	104	110	40
17	นายบุญหาร นรมาตร	48Q 222333	1791137	225	5.18	1,091	0.3211	15	10	106	23
18	นายอุดม กาญหาร	48Q 223689	1791505	227	5.68	1,000	0.2150	26	38	196	28
19	นายอรรถพล เขี่ยงถุ่ง	48Q 223794	1791693	230	4.83	1.236	0.3936	54	28	86	50
20	นางสนิท ละออง	48Q 220426	1790797	232	4.87	1,164	0.2317	12	50	83	20
21	นายเพ็ง โคตรนน	48Q 219986	1790956	239	4.52	1,564	0.2485	13	43	88	44
22	นายอำคา หมั่นเพียร	48Q 220682	1791282	234	4.59	1,600	0.1870	107	43	140	33
23	นายบรรจง อุ่นเรือน	48Q 220762	1791538	236	4.93	1,236	0.1312	15	87	68	22
24	นายชาย รมสมบุตร	48Q 220445	1791584	243	4.42	1,091	0.3881	12	56	52	6
25	นายทองสุก มณีศรี	48Q 220947	1792042	233	5.01	1,055	1.1432	14	43	54	12
26	นางทองมา หมั่นเพียร	48Q 220876	1791767	233	4.82	1,400	0.3378	10	103	57	42
27	นายคำหวัน คำพิทูล	48Q 221229	1791818	241	5.23	891	0.4327	18	76	88	20
28	นายสมรส ทัดเที่ยง	48Q 219605	1790405	231	5.07	1,036	0.3657	3	80	56	31

29	นายอำพล เชื้อกุล	48Q 221175	1792286	238	4.89	1,236	0.5556	49	52	120	24
30	นางเล็ก สุนาโท	48Q 220991	1791911	231	4.74	1,345	0.1033	15	38	58	17
31	นายสงคราม เบ้าแบบดี	48Q 225627	1798033	242	5.13	964	0.0879	9	37	86	19
32	นางโสภา แก้งดวงศรี	48Q 225677	1799608	243	4.90	1,218	0.3350	9	70	54	18
33	นางเพ็ญจิตร บุญทอง	48Q 225175	1799424	245	5.02	1,345	0.2876	64	25	92	35
34	นายทองใบ โพธิ์ศรี	48Q 225479	1797224	232	5.12	1,036	0.2205	10	124	81	30
35	นางอนงค์ สัตตะพัน	48Q 225646	1796733	224	4.99	1,109	0.2094	25	17	60	23
36	นายสง่า ศรีบุตร	48Q 226163	1798287	226	5.11	909	0.2261	17	27	66	15
37	นายสงวน ทองแดง	48Q 226663	1798049	226	5.86	927	0.5444	13	43	173	43
38	นางทองย้อย เขี่ยงถุ่ง	48Q 226239	1797780	225	6.78	709	0.5388	22	38	387	49
39	นางบัวฮอง เหล่าโนนเขวา	48Q 226920	1799639	232	5.05	1,182	0.3992	35	42	102	38
40	นางวิลัย แสนสุข	48Q 225764	1797626	230	6.09	800	0.2317	3	152	280	58
41	นางใจ คะมา	48Q 230673	1784043	198	5.77	1,000	0.2541	10	46	105	21
42	นายไกรวุฒิ วงค์จำปลา	48Q 230717	1783804	192	5.61	964	0.3387	32	74	144	33
43	นายบรรจง พาแสง	48Q 235976	1781611	194	5.11	1,400	0.5737	10	56	86	30
44	นายเกษม ตู้บุดดา	48Q 230737	1783771	192	5.31	1,273	0.8166	3	54	132	30
45	นางดวงใจ จันทร์หล้า	48Q 229331	1783019	184	5.71	1,000	1.1432	14	89	1,190	103
46	นายธนวัฒน์ รัตนวงศ์สวัสดิ์	48Q 232175	1783747	179	4.64	1,727	0.3713	16	40	58	15
47	นางปา เดื่อดิน	48Q 232252	1784203	172	4.71	1,400	0.3434	3	39	64	14
48	นางหนูเลียบ นาทา	48Q 231995	1784139	178	5.00	1,127	0.2764	6	22	60	13
49	นายอภิวัตน์ อ่อนละออ	48Q 231941	1784035	182	5.29	1,091	0.3476	4	45	128	43
50	นายบุญธรรม สุสมบูรณ์	48Q 231322	1782724	180	5.55	1,418	1.0637	2	50	325	1,415

ตารางที่ 5 การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินสำหรับมันสำปะหลัง

เนื้อดิน	ปริมาณธาตุอาหาร			คำแนะนำการใช้ปุ๋ย(กก./ไร่)	
	ตัวชี้วัด	ระดับ	ค่าวิเคราะห์	ปุ๋ยอัตราสูง[1]	ปุ๋ยอัตราต่ำ[2]
ดินทรายถึงดินร่วนปนทราย	อินทรียวัตถุ(%)	ต่ำ	< 0.60	ปุ๋ย N =16	ปุ๋ย N =8
		ปานกลาง	0.60-2.0	ปุ๋ย N =8	ปุ๋ย N =4
		สูง	> 2.0	ปุ๋ย N =4	ปุ๋ย N =2
	ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	ต่ำ	< 5	ปุ๋ย P_2O_5 =16	ปุ๋ย P_2O_5 =8
		ปานกลาง	5-30	ปุ๋ย P_2O_5 = 8	ปุ๋ย P_2O_5 = 4
		สูง	> 30	ปุ๋ย P_2O_5 = 4	ปุ๋ย P_2O_5 = 2
	โพแทสเซียม (มก./กก.)	ต่ำ	< 30	ปุ๋ย K_2O = 16	ปุ๋ย K_2O = 8
		ปานกลาง	30-90	ปุ๋ย K_2O = 8	ปุ๋ย K_2O = 4
		สูง	>90	ปุ๋ย K_2O = 4	ปุ๋ย K_2O = 2
ดินร่วนถึงดินเหนียว	อินทรียวัตถุ(%)	มีมากเกิน	> 1.2	ใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินอัตรา 1-2 ตัน/ไร่	ใช้วัสดุอินทรีย์ปรับปรุงดินอัตรา 0.5-1 ตัน/ไร่
	ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	ต่ำ	< 5		
	โพแทสเซียม (มก./กก.	สูง	>90		

หมายเหตุ 1 = ปุ๋ยอัตราสูง : เมื่อราคาหัวมันสด> 1.50 บาท/กก. ฝนกระจายดีและเกษตรกรมีเงินทุนมากพอ
2 = ปุ๋ยอัตราต่ำ : เมื่อราคาหัวมันสด< 1.50 บาท/กก. ฝนกระจายตัวและเกษตรกรมีเงินทุนน้อย
ที่มา : กอบเกียรติ, 2554

ตารางที่ 6 รายชื่อเกษตรกร อัตราปุ๋ยเคมีของแปลงทดสอบโครงการมันสำปะหลัง อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	วิธีทดสอบ (กก./ไร่)			วิธีเกษตรกร (กก./ไร่)		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1	นายธนกรณ์ กองกะมุด	16	8	8	7.5	7.5	7.5
2	นายสุบรรณ ศีลธรรม	16	8	8	3.8	3.8	3.8
3	นางสุภาพ กองกะมุด	16	8	4	7.5	7.5	7.5
4	นายวัฒนะ แสงสุข	16	8	8	7.5	5.5	8.3
5	นายบุญรัตน์ เก่งกว่าสิงห์	16	8	4	8.0	8.0	4.0
6	นายทองปัน ศรีโชติ	16	8	8	3.8	3.8	3.8
7	นางบังอร กัณหาจันทร์	16	4	8	7.5	7.5	7.5
8	นายอภิศักดิ์ แก้วสีบุตร	16	8	8	7.5	5.5	8.3
9	นายสมจิตร หงษ์สาพันธุ์	16	4	8	3.8	3.8	3.8
10	นายโสภา กาจหาญ	16	8	8	7.5	7.5	7.5
11	นายขันติ เรียนทิพย์	16	4	8	7.5	7.5	7.5
12	นายสงัด ปัถพี	16	4	4	10.5	10.5	20.7

13	นางสุขศิรินภาพร มั่งคั่ง	16	8	4	8.0	8.0	4.0
14	นางสมหวัง เคนใบ	16	8	16	8.0	8.0	4.0
15	นายบุญหาร นรมาตร	16	8	8	3.8	3.8	3.8
16	นายสุพรี พิราบุตร	16	8	8	3.8	3.8	3.8
17	นายอรรถพล เขี่ยงถุ่ง	16	4	8	7.5	5.0	17.5
18	นายเพ็ง โคตรนน	8	8	8	7.5	7.5	7.5
19	นายทองสุข มณีศรี	16	8	4	5.6	7.0	0.0
20	นางทองมา หมั่นเพียร	16	4	8	4.0	2.0	2.0
21	นางเล็ก สุนาโท	16	8	8	4.8	2.4	2.4
22	นายสงคราม เบ้าแบบดี	16	8	8	8.0	4.0	4.0
23	นางโสภา แก้วดวงศรี	16	8	8	4.6	3.8	3.8
24	นางเพ็ญจิตร บุญทอง	16	4	16	8.5	6.9	6.9
25	นายทองใบ โพธิ์ศรี	16	8	4	7.5	7.5	7.5
26	นางอนงค์ สัตตะพัน	16	8	16	6.2	5.0	5.0
27	นายสง่า ศรีบุตร	16	8	16	7.5	7.5	7.5
28	นายสงวน ทองแดง	16	8	8	2.3	2.3	11.3
29	นางทองย้อย เขี่ยงถุ่ง	16	8	8	4.5	4.5	4.5
30	นางบัวฮอง เหล่าโนนเขวา	16	4	8	18.8	18.8	18.8

ตารางที่ 7 ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของต้นมันสำปะหลังของแปลงทดสอบโครงการมันสำปะหลัง อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	วิธีทดสอบ ความสูง (ซม.)		วิธีเกษตรกร ความสูง (ซม.)	
		3 เดือน	6 เดือน	3 เดือน	6 เดือน
1	นายธนกรณ์ กองกะมุด	76	167	69	151
2	นายสุบรรณ ศีลธรรม	65	184	59	166
3	นางสุภาพ กองกะมุด	61	172	55	155
4	นายวัฒนะ แสงสุข	56	161	51	145
5	นายบุญรัตน์ เก่งกว่าสิงห์	74	159	67	143
6	นายทองปัน ศรีโชติ	77	174	69	157
7	นางบังอร กัณหาจันทร์	62	144	56	130
8	นายอภิศักดิ์ แก้วสีบุตร	59	154	53	139
9	นายสมจิตร หงษ์สาพันธุ์	63	174	57	157
10	นายโสภา กาจหาญ	75	189	68	171
11	นายขันติ เรียนทิพย์	56	156	51	142
12	นายสงัด ปัถพี	68	149	62	136
13	นางสุขศิรินภาพร มั่งคั่ง	69	167	63	152

14	นางสมหวัง เคนใบ	51	135	47	123
15	นายบุญหาร นรมาตร	81	189	74	172
16	นายสุพรี พิราบุตร	73	176	67	161
17	นายอรรถพล เขี่ยงถุ่ง	68	140	62	128
18	นายเพ็ง โคตรนน	64	152	58	139
19	นายทองสุข มณีศรี	75	163	68	149
20	นางทองมา หมั่นเพียร	66	151	60	138
21	นางเล็ก สุนาโท	75	216	70	198
22	นายสงคราม เบ้าแบบดี	52	136	47	130
23	นางโสภา แก้วดวงศรี	68	155	60	148
24	นางเพ็ญจิตร บุญทอง	75	179	70	167
25	นายทองใบ โพธิ์ศรี	88	185	72	176
26	นางอนงค์ สัตตะพัน	94	186	79	202
27	นายสง่า ศรีบุตร	65	150	59	140
28	นายสงวน ทองแดง	84	186	78	175
29	นางทองย้อย เขี่ยงถุ่ง	92	190	85	185
30	นางบัวฮอง เหล่าโนนเขวา	86	195	73	184
	เฉลี่ย	71	168	64	155

ตารางที่ 8 ความสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร) ผลผลิต (กิโลกรัมต่อไร่) และปริมาณแป้ง (เปอร์เซ็นต์) ของมันสำปะหลังแปลงทดสอบโครงการมันสำปะหลัง อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น ปี 2561

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	วิธีทดสอบ			วิธีเกษตรกร		
		ความสูง (ซม.)	ผลผลิต (กก./ไร่)	ปริมาณแป้ง (%)	ความสูง (ซม.)	ผลผลิต (กก./ไร่)	ปริมาณแป้ง (%)
1	นายธนกรณ์ กองกะมุด	187	5,543	31.4	168	4,352	28.6
2	นายสุบรรณ ศีลธรรม	187	3,429	27.1	166	2,834	26.9
3	นางสุภาพ กองกะมุด	223	5,736	29.3	212	4,845	28.4
4	นายบุญรัตน์ เก่งกว่าสิงห์	210	5,513	29.1	203	4,716	28.3
5	นายทองปัน ศรีโชติ	195	5,621	27.6	178	4,832	27.2
6	นายอภิศักดิ์ แก้วสีบุตร	258	6,423	30.1	245	5,672	30.0
7	นายสมจิตร หงษ์สาพันธุ์	172	4,532	27.8	172	3,261	27.1
8	นายโสภา กาจหาญ	191	4,253	29.5	164	3,176	27.6
9	นายขันติ เรียนทิพย์	215	4,800	28.2	149	3,200	25.8
10	นายสงัด ปัถพี	179	4,326	27.5	168	3,428	26.9
11	นางสุขศิรินภาพร มั่งคั่ง	198	5,213	25.6	202	4,325	24.8
12	นางสมหวัง เคนใบ	182	5,770	32.5	169	5,430	27.8
13	นายบุญหาร นรมาตร	168	4,655	31.7	138	2,521	26.9
14	นายอรรถพล เขี่ยงถุ่ง	189	5,101	24.5	202	3,927	23.4
15	นายทองสุข มณีศรี	298	5,867	33.3	266	4,145	30.2
16	นางทองมา หมั่นเพียร	168	3,006	23.5	152	2,764	20.4
17	นางเล็ก สุนาโท	302	7,296	26.5	188	5,707	25.0

18	นายสงคราม เบ้าแบบดี	184	5,788	31.0	163	5,082	30.4
19	นางโสภา แก้วดวงศรี	205	3,511	26.4	164	2,918	20.4
20	นางเพ็ญจิตร บุญทอง	222	7,558	31.1	223	7,078	29.9
21	นายทองใบ โพธิ์ศรี	156	3,269	24.5	145	2,834	23.7
22	นางอนงค์ สัตตะพัน	146	3,200	24.0	146	2,834	22.3
23	นายสง่า ศรีบุตร	206	6,181	28.0	188	5,669	26.8
24	นางทองย้อย เขี่ยงถุ่ง	244	7,953	29.1	215	5,534	29.8
25	นางบัวฮอง เหล่าโนนเขวา	190	4,073	34.0	140	3,268	26.4
	เฉลี่ย	203	5,145	28.5	181	4,174	26.6

หมายเหตุ ไม่สามารถรวบรวมข้อมูลได้ จำนวน 5 ราย

ตารางที่ 9 ต้นทุน (บาท) รายได้ (บาท) และค่า BCR ของแปลงทดสอบโครงการมันสำปะหลัง อ.มัญจาคีรี จ.ขอนแก่น ปี 2561

ลำดับ	ชื่อ-สกุล	วิธีทดสอบ			วิธีเกษตรกร		
		ต้นทุน (บาท)	รายได้ (บาท)	ค่า BCR	ต้นทุน (บาท)	รายได้ (บาท)	ค่า BCR
1	นายธนกรณ์ กองกะมุด	4,750	14,424	3.04	4,460	13,576	3.04
2	นายสุบรรณ ศีลธรรม	3,280	11,636	3.55	3,080	6,303	2.05
3	นางสุภาพ กองกะมุด	4,100	12,000	2.93	3,850	8,000	2.08
4	นายบุญรัตน์ เก่งกว่าสิงห์	6,518	14,667	2.25	6,120	10,364	1.69
5	นายทองปัน ศรีโชติ	3,557	18,240	5.13	3,340	14,267	4.27
6	นายอภิศักดิ์ แก้วสีบุตร	6,273	15,451	2.46	5,890	14,171	2.41
7	นายสมจิตร หงษ์สาพันธุ์	4,004	8,000	2.00	3,760	7,086	1.88
8	นายโสภา กาจหาญ	3,360	18,894	5.62	3,155	17,694	5.61
9	นายขันติ เรียนทิพย์	4,601	19,882	4.32	4,320	13,835	3.20
10	นายสงัด ปัถพี	1,779	8,776	4.93	1,670	7,294	4.37
11	นางสุขศิรินภาพร มั่งคั่ง	4,739	14,340	3.03	4,450	12,113	2.72
12	นางสมหวัง เคนใบ	4,026	16,058	3.99	3,780	14,180	3.75
13	นายบุญหาร นรมาตร	4,063	8,571	2.11	3,815	7,086	1.86
14	นายอรรถพล เขี่ยงถุ่ง	5,586	14,471	2.59	5,245	12,706	2.42
15	นายทองสุข มณีศรี	4,697	10,182	2.17	4,410	8,170	1.85
16	นางทองมา หมั่นเพียร	3,222	7,515	2.33	3,025	6,909	2.28
17	นางเล็ก สุนาโท	2,448	12,752	5.21	2,299	9,818	4.27
18	นายสงคราม เบ้าแบบดี	4,516	14,053	3.11	4,240	12,080	2.85
19	นางโสภา แก้วดวงศรี	4,585	10,815	2.36	4,305	8,570	1.99
20	นางเพ็ญจิตร บุญทอง	3,706	11,330	3.06	3,480	8,153	2.34

21	นายทองใบ โพธิ์ศรี	6,049	13,033	2.15	5,680	10,813	1.90
22	นางอนงค์ สัตตะพัน	5,485	13,783	2.51	5,150	11,790	2.29
23	นายสง่า ศรีบุตร	5,155	13,858	2.69	4,840	10,880	2.25
24	นางทองย้อย เขี่ยงถุ่ง	3,940	10,633	2.70	3,699	7,940	2.15
25	นางบัวฮอง เหล่าโนนเขวา	3,701	8,173	2.21	3,475	7,086	2.04
	เฉลี่ย	4,326	12,861	3.14	4,062	10,435	2.70

หมายเหตุ ราคาหัวมันสำปะหลังสด กิโลกรัมละ 2.50 บาท

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

คัดเลือกเกษตรกร จำนวน 30 ราย เข้าร่วมการทดลอง การเจริญเติบโตของต้นมันสำปะหลัง อายุหลังปลูก 3 เดือน พบว่า มีความสูงเฉลี่ยของวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 6 เซนติเมตร และสำปะหลัง อายุหลังปลูก 6 เดือน ความสูงเฉลี่ยของวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 13 เซนติเมตร ส่วนมันสำปะหลัง อายุหลังปลูก 9 เดือน อยู่ระหว่างรวบรวมข้อมูลการเจริญเติบโต และเกษตรกรจะเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตเพื่อจำหน่ายระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ผลผลิตเฉลี่ยของวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 1,116 กิโลกรัมต่อไร่ และปริมาณแป้งวิธีทดสอบมากกว่าวิธีของเกษตรกร 2.3 เปอร์เซ็นต์ โดยรายได้ของวิธีทดสอบสูงกว่าวิธีเกษตรกร 2,426 บาทต่อไร่

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลผลงานวิจัยแนะนำเกษตรกรผู้ผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่อื่นๆของจังหวัดขอนแก่นได้ โดยการถ่ายทอดความรู้และข้อมูลผลการดำเนินงานแก่กลุ่มผู้ผลิตมันสำปะหลังให้สามารถจัดการ ดินและปุ๋ย เพื่อลดต้นทุน เพิ่มปริมาณ และคุณภาพ ของผลผลิตมันสำปะหลังได้

เอกสารอ้างอิง

กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ วลัยพร ศะศิประภา นาวี จิระชีวี ก้อนทอง พัวประโคน โสภิตา สมคิด นาฏญา โสภา รังษี เจริญสถาพร เบญจมาศ คำสืบ นรีลักษณ์ วรรณสาย และอนุชิต ฉ่ำสิงห์. 2554. ดิน น้ำและการจัดการปลูกมันสำปะหลัง. สถาบันวิจัยพืชไร่. กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพ. 48 หน้า

ชุมพล นาควิโรจน์ สันติ ธีราภรณ์ ดิสสพันธุ์ ธรรมาภิรมย์ ฉัตรชนก นพพรพรร กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ และ วัลลีย์ อมรพล. 2551. การปรับปรุงดินด้วยวัสดุอินทรีย์ ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพผลผลิตมันสำปะหลังระยะยาวในดิน 3 ชุด. ใน การประชุมวิชาการประจำปี 2551 กรมวิชาการเกษตร วันที่ 16-18 มิถุนายน 2551 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพมหานคร. หน้า 92-93.

บุญช่วย สงฆนาม ปรีชา แสงโสดา สำนอง นวลอ่อน กิติพร เจริญสุข อมฤต วงษ์ศิริ และ จันทร์สว่าง ศรีหาตา. 2552. การทดสอบเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน. ใน รายงานการประชุมวิชาการระบบเกษตรแห่งชาติ ครั้งที่ 5 เรื่อง พลังงานทดแทนและความมั่นคงทางอาหารเพื่อมนุษยชาติ วันที่ 2-4 กรกฎาคม 2552 ณ โรงแรมอุบลอินเตอร์เนชั่นแนล จ.อุบลราชธานี . กรมวิชาการเกษตร. หน้า 52-62.

ปรีชา แสงโสดา บุญช่วย สงฆนาม และ ก้อนทอง พวงประโคน. (2551). การทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการเพิ่มผลผลิตมันสำปะหลังโดยเกษตรกรมีส่วนร่วมจังหวัดเลย. ในรายงานการสัมมนาทางวิชาการ งานวิจัยก้าวหน้า พัฒนาสู่พื้นที่ครั้งที่ 1 วันที่ 28-29 กรกฎาคม 2551 ณ ห้องประชุมช้างน้อย เขื่อนสิรินธร อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี . กลุ่มวิชาการ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 4. กรมวิชาการเกษตร. หน้า 25-39

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2557. แหล่งที่มา
http://www.oae.go.th/dowload/dowload_journal/yearbook56.pdf (13 มิถุนายน 2558)
สมนึก ทับพันธ์. 2550. ประสิทธิภาพการผลิตทางการเกษตร.เอกสารประกอบคำบรรยายวิชา ศ. 491. คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 28 น. แหล่งที่มา
http://www. econ.tu.ac.th/oldweb/doc/cource/EC/EC491/lecture/ec491-04-075.pdf.
(9 กรกฎาคม 2558)

ผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของผักกินใบที่ปลูกในโรงเรือน

Effects of Nutrient on Growth and Yields of leaf vegetables in greenhouse

อรัญญ์ ขันติยวิชย์[1] *อุบล หินเธาว์[2]* *อุชฎา สุขจันทร์[1]* *สรรเสริญ เสียงใส[1]*
จริยาภรณ์ ทิพโชติ[1]

Aran Khuntiyawit[1] *Ubon Hinthao[2]* *Uchada Sukchan[1]* *Sansoen Siangsai[1]*
Jariyaporn Tipchote[1]

ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

The purpose to study Effects of nutrient solution concentration on Growth and Yields of Leaf vegetables in greenhouse. Experimenting with planting 4 kinds of Leaf vegetables, lettuce, Chinese Kale, Coriander and Cabbage. Was undertaken at Greenhouse of Khon Kaen Agricultural Production Sciences Research and Development Center and Office of Agricultural Research and Development Region 3 Amphur Mueang, Khon Kaen Province. The period of trial operation is October 2018 to September 2020. The results showed that the concentration of nutrient solution significantly affected the height, fresh weight, dry weight and the yield of all vegetables. For the concentrated nutrient solution rates for growing the best yield, it was found that lettuce and Chinese Kale used 6 ml of concentrated nutrient solution per 1 liter of water per week per crop season. The yield was 42.34 and 44.88 grams per plant, respectively. Coriander used 4 ml of concentrated nutrient solution per 1 liter of water per week per crop season. The yield was between 4.564 - 5.054 grams per plant. Finally, the Cabbage used 5 ml of concentrated nutrient solution per 1 liter of water per week per crop season. The yield was between 297.8 - 337.3 grams per plant.

Keyword : Nutrients solution Leaf vegetables Greenhouse the Upper Northeast

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น
[2] สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3
[1] Khon Kaen Agricultural Production Sciences Research and Development Center
[2] Office of Agricultural Research and Development Region 3

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นผลผลิตของผักกินใบที่ปลูกในโรงเรือน ทดลองปลูกผักกินใบ 4 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี ดำเนินงาน ณ โรงเรือน ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น และ โรงเรือน สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 3 อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ระหว่างตุลาคม 61– มีนาคม 2563 ผลการทดลอง พบว่า ระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารมีผลต่อความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิตของผักกินใบทุกชนิดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับอัตราสารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นที่ปลูกผักกินใบแต่ละชนิดแล้วได้ผลผลิตดีที่สุดนั้น พบว่า ผักกาดหอม และคะน้าฮ่องกง ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อสัปดาห์ตลอดการปลูก ผลผลิต 42.34 และ 44.88 กรัมต่อต้น ตามลำดับ ส่วนผักชีใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อสัปดาห์ตลอดการปลูก ผลผลิตอยู่ระหว่าง 4.564 - 5.054 กรัมต่อต้น สุดท้ายกะหล่ำปลีนั้น ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อสัปดาห์ตลอดการปลูก ผลผลิตอยู่ระหว่าง 297.8 - 337.3 กรัมต่อต้น

คำสำคัญ : สารละลายธาตุอาหาร ผักกินใบ โรงเรือน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน

คำนำ

การปลูกผักเป็นการค้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีแหล่งปลูกที่สำคัญ เช่น จังหวัดขอนแก่น นครพนม ชัยภูมิ เลย และ มุกดาหาร ชนิดของผักกินใบที่สำคัญหรือมีราคา ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี เป็นต้น ปัจจุบันเกษตรของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนส่วนใหญ่มีการผลิตผักกลางแจ้ง สามารถผลิตได้ในฤดูหนาวช่วงเดือนพฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ และปลูกผักหลายชนิดหมุนเวียนตลอดทั้งปี ปัญหาที่พบส่วนใหญ่ คือ โรคและแมลงระบาด ผักที่ผลิตไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐาน และมีการตรวจพบสารพิษตกค้างในผลผลิตพืชผัก ไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค ดังนั้น การผลิตพืชผักภายใต้สภาพโรงเรือนจึงเป็นทางเลือกใหม่ที่จำเป็นและมีความเหมาะสมกับสภาพเงื่อนไขปัญหาที่พบในปัจจุบัน

การผลิตผักในโรงเรือนให้ประสบผลสำเร็จนั้นต้องประกอบด้วย การผลิตผักได้อย่างต่อเนื่องตลอดทั้งปี เพิ่มรอบการผลิตได้มากขึ้น อายุเก็บเกี่ยวสั้น มีคุณภาพ และผลผลิตสูง (ดิเรก, 2548) สำหรับการผลิตผักให้มีคุณภาพสูงนั้น ยังไม่สามารถทำได้มากนัก เนื่องจากขาดองค์ความรู้เรื่องการจัดการธาตุอาหารพืช และส่วนหนึ่งในประเทศไทยยังมีข้อมูลวิจัยมารองรับน้อย ตัวอย่าง งานวิจัยจากต่างประเทศที่รองรับการศึกษาการใช้ปุ๋ย เช่น งานวิจัยของHaifa (2017) ได้ศึกษาการดูดใช้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองในการปลูกมะเขือเทศตลอดช่วงฤดูปลูก นำมาสู่การแปรผลและอ้างอิงในการคำนวณการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นปุ๋ยทางระบบน้ำของมะเขือเทศได้ เช่นเดียวกันกับ Hoagland and Arnon (1950) ได้มีการศึกษาการตรวจสอบธาตุอาหารจากต้นมะเขือเทศ 1 ต้นที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารพืช 18 ลิตร และมีการเปลี่ยนแปลงสารละลายทุกสัปดาห์ ทำให้ได้สูตรสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน แนวทางการวิจัยเช่นนี้ทำให้เกิดพัฒนาต่อยอด เช่น สูตรสารละลายอาหารที่ใช้ในการปลูกพืชในเชิงธุรกิจในโรงเรือน (Lorenz and Maynard, 1988) เป็นต้น ซึ่งหลักการสากลที่สำคัญในการวิจัยเรื่องนี้ ก็คือ การหาธาตุอาหารและความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ควรมีปริมาณเท่าใด และส่งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักอย่างไร เพียงพอและเหมาะสมสำหรับพืชผักที่ปลูกหรือไม่ ดังนั้น งานวิจัยนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของโครงการศึกษาการทดสอบและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชในระบบโรงเรือนพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นผลผลิตของผักกินใบที่ปลูกในโรงเรือน ข้อมูลวิจัยที่ได้นี้ จะใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการผลิตผักให้มีคุณภาพสูง ในอนาคตต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1เมล็ดพันธุ์ผักกินใบ ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี 2) สารละลายธาตุอาหาร (ปุ๋ย) 3) สารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช 4) ภาชนะปลูกผัก ได้แก่ กระถางพลาสติกสีดำขนาด 15 นิ้ว และถุงปลูกสีขาวขนาด 10 นิ้ว ไม่เจาะรู 5) ทรายหยาบ 6) กระบอกตวง 7) ถังน้ำพลาสติกสีดำขนาด 100 ลิตร จำนวน 5 ถัง 8) อุปกรณ์ควบคุมการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น และหัวพ่นหมอก และ 9) อุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล เช่น ไม้บรรทัด เวอร์เนียคาลิปเปอร์ สมุดบันทึก ฯลฯ

วิธีการ

การศึกษาผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นผลผลิตของผักกินใบ จำนวน 4 พืช ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี ดำเนินการปลูกผักในโรงเรือน ปลูกทดลองในภาชนะปลูกพืช แยกปลูกเป็นรอบตามชนิดพืช แต่ละพืชวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) มี 4 ซ้ำ 5 กรรมวิธี โดย ให้กรรมวิธีเป็นระดับความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหาร ได้แก่ 1) ให้น้ำเปล่า 2) ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นอย่างละ 3 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์ 3) ใช้สารละลายธาตุอาหารเข้มข้นอย่างละ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์ 4) ใช้สารละลายธาตุอาหารเข้มข้นอย่างละ 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์ และสุดท้าย 5) ใช้สารละลายธาตุอาหารเข้มข้นอย่างละ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์

1. จัดเตรียมเครื่องมือ อุปกรณ์ เมล็ดพันธุ์พืชที่ปลูก ถาดเพาะกล้า และวัสดุเพาะกล้า สารละลายธาตุอาหาร ปุ๋ยเคมี ภาชนะปลูกพืช ได้แก่ กระถางพลาสติกสีดำขนาด 15 นิ้ว หรือ ถุงปลูกสีขาว ขนาด10 นิ้ว ไม่เจาะรู และทรายละเอียดที่ใช้เป็นวัสดุปลูกและอื่นๆ เพื่อใช้สำหรับการทดลองแต่ละกรรมวิธี ใช้ภาชนะปลูกพืช จำนวน 8 อัน มี 5 กรรมวิธ 4 ซ้ำ ใช้ภาชนะปลูกพืชทั้งสิ้น 160 อันต่อชนิดพืชที่ปลูก

2. จัดเตรียมวัสดุเพาะกล้า เพาะกล้า และย้ายลงถาดเพาะกล้า

3. จัดเตรียมสารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 1: 200 เท่า สำหรับการทดลองนี้ แยกเก็บเป็น 2 ส่วน คือ Nutrients solution A และ B เพราะมีเคมีบางตัวเมื่อผสมกันในความเข้มข้นที่สูง อาจทำให้เกิดการตกตะกอนได้ Nutrients solution A ประกอบด้วย แคลเซียมไนเตรต เหล็กเหลืองคีเลต เหล็กแดงคีเลต และเหล็กม่วงคีเลต ส่วน Nutrients solution B ประกอบด้วย โมโนโพแทสเซียมฟอสเฟต โพแทสเซียมไนเตรท แมกนีเซียมซัลเฟต และจุลธาตุเสริมต่างๆ ดัดแปลงและอ้างอิงจากสูตรสารละลายของ (อิทธิสุนทร, 2550)

4.จัดวางระบบน้ำหยด ย้ายต้นกล้าเมื่อเหมาะสมตามชนิดพืช ลงปลูกในกระถางพลาสติกสีดำขนาด 15 นิ้ว จำนวน 8 กระถางต่อกรรมวิธี มีทั้งหมด 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ใช้กระถางทั้งหมด 160 กระถางต่อชนิดพืชทดสอบโดยใช้วัตถุปลูกเป็นทรายละเอียด ซึ่งให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น ในผักกินใบ ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี แยกผสมเพื่อให้ทางระบบน้ำเป็นสูตร A และสูตร B โดยผสม 1: 1 แต่สำหรับกะหล่ำปลีนั้น ให้ตามช่วงการเจริญเติบโตดังนี้ ผสม 1: 1 เมื่อให้ช่วงต้นกล้า ระยะการเจริญเติบโตของลำต้นและใบใช้สูตร A 1.2 ต่อสูตร B 1 ส่วน ระยะออกดอกใช้สูตร A 1.6ต่อสูตร B 1 ส่วน ระยะติดผลใช้สูตร A 2.4 ต่อสูตร B 1 ส่วน ทั้งนี้จะผสมสารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นตามกรรมวิธีต่อน้ำอัตรา 1 ลิตรต่อต้นต่อสัปดาห์ โดยแบ่งใส่วันละ 200 มิลลิลิตรต่อวันเป็นจำนวน 5 วัน และให้น้ำเปล่าเพิ่มเติม 200 มิลลิลิตรต่อวัน เป็นจำนวน 2 วัน ตลอดระยะการเจริญเติบโตจนถึงเก็บเกี่ยว

5. ดูแลรักษากำจัดวัชพืชและศัตรูพืชตามหลักการจัดการที่ดีที่เหมาะสม

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกความสูงตามช่วงการเจริญเติบของผักกินใบแต่ละชนิด
2. บันทึกน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งตามช่วงการเจริญเติบของผักกินใบแต่ละชนิด
3. บันทึกผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวของผักกินใบแต่ละชนิด

ระยะเวลาดำเนินการ

เริ่มดำเนินการเมื่อ ตุลาคม 2561 และสิ้นสุด มีนาคม 2563

สถานที่ทำการทดลอง

โรงเรือนแปลงทดลองเขาสวนกวาง ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น อำเภอเขาสวนกวาง จังหวัดขอนแก่น

โรงเรือน ศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ดำเนินการศึกษาผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น ผลผลิตของผักกินใบ จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี ทั้งนี้ ได้ปลูกผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง และกะหล่ำปลีแบบย้ายปลูก (Day After Transplanting; DAT) และปลูกโดยใช้เมล็ด (Day After Sowing ; DAS) คือ ผักชี สำหรับระยะเวลาในการปลูกผักกินใบ นั้น พบว่า ผักกาดหอมใช้เวลาจากเพาะกล้าจนถึงเก็บเกี่ยวใช้เวลา 50 วัน ให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นตามกรรมวิธีจำนวน 5 ครั้ง คะน้าฮ่องกง ใช้เวลาประมาณ 60 วัน ให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นตามกรรมวิธีจำนวน 6 ครั้ง แต่สำหรับผักชีนั้นได้ทำการปลูกแบบหยอดเมล็ดในกระถางพลาสติกสีดำ ขนาด 15 นิ้ว ใช้เมล็ด 3 เล็ดต่อหลุม โดยมีทั้งสิ้น 19 หลุมต่อกระถาง ใช้เวลาจากหยอดเมล็ดจนถึงเก็บเกี่ยวประมาณ 60 วัน ให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นตามกรรมวิธีจำนวน 6 ครั้ง สุดท้ายสำหรับผักกะหล่ำปลี ใช้เวลา 120 วัน ให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นตามกรรมวิธีจำนวน 13 ครั้ง สำหรับการตอบสนองต่อธาตุอาหารตามช่วงเวลาการปลูกผักกินใบทั้ง 4 ชนิด พารามิเตอร์ที่นำมาเป็นตัวชี้วัด ได้แก่ ความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิต ตามลำดับ ดังนี้

เมื่อทำปลูกผักกินใบ 4 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี หลังย้ายปลูกประมาณ 1 สัปดาห์ ก็เริ่มเก็บข้อมูลความสูง โดยวัดความสูงประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้งตลอดช่วงการเจริญเติบโต การเจริญเติบโตทางด้านความสูง ส่วนน้ำหนักสด น้ำหนักแห้งนั้น ได้ทำการเก็บตัวอย่างผัก โดยแต่ละกรรมวิธี เก็บตัวอย่าง 1 กระถาง จำนวน 4 ซ้ำ ตามช่วงการเจริญเติบโตของพืชนั้น ได้แก่ ระยะเริ่มต้น (Initial stage) ระยะเจริญเติบโต (Development stage) ระยะกลาง (Mid-season stage) และระยะสุดท้ายหรือช่วงเก็บเกี่ยว (Late stage) และผลผลิตของผักกินใบแต่ละชนิดนั้น ทำการเก็บโดยชั่งน้ำหนักสด ผลการศึกษามีดังนี้

1.ผักกาดหอม

ความสูง

ผักกาดหอม (lettuce) เรียกกันทั่วไปว่าผักสลัดเป็นพืชล้มลุกขนาดเล็กลำต้นเดี่ยว ซึ่งนำมาทดลองเป็นผักกาดใบหยิก โดยทำการศึกษาการตอบสนองของผักกาดหอมต่อความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ใส่ลงในดิน พบว่า ความสูงของต้นสลัดหลังย้ายปลูก 7 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงของต้นสลัดอยู่ระหว่าง 3.28 – 3.38 เซนติเมตร แต่หลังจากให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นในสัปดาห์ที่ 2-5 (อายุ 14-35 วัน หลังย้ายปลูก) พบว่า ต้นผักสลัดในกรรมวิธีที่ให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นในทุกระดับมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีที่ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 6 มิลลิลิตรต่อ

น้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีความสูงมากที่สุด จากสัปดาห์ที่ 2-5 มีค่า 5.15 8.92 13.53 และ 18.50 เซนติเมตร ตามลำดับ (Table 1)

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้ง

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในช่วงการเจริญเติบโตของผักกาดหอม พบว่า ผักกาดหอมมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มทุกกรรรมวิธี และกรรมวิธีที่ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น กล่าวคือคือ น้ำหนักสดเพิ่มสูงที่สุดและเพิ่มขึ้นตามอายุ 10 20 และ 30 วัน มีค่า 1.99 4.72 และ 42.34 กรัมต่อต้น ตามลำดับ น้ำหนักแห้งก็เช่นเดียวกัน ที่ อายุ 10 20 และ 30 วัน มีค่า 0.135 0.185 และ 3.428 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 2)

ผลผลิต

ตาม Table 9 ผักกาดหอม (Lettuce) กรรมวิธีที่ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดมากที่สุด 42.34 กรัมต่อต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.คะน้าฮ่องกง

ความสูง

การเจริญเติบโตด้านความสูงของคะน้าฮ่องกง (Kailaan, Chinese Kale) พบว่า หลังย้ายปลูก 10 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงของต้นคะน้าฮ่องกงอยู่ระหว่าง 7.23 – 7.84 เซนติเมตร แต่หลังจากย้ายปลูก 20 – 50 วัน ต้นคะน้าฮ่องกงในกรรมวิธีที่ให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นในทุกระดับมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน สุดท้ายความสูงคะน้าฮ่องกงหลังย้ายปลูก 50 วัน อยู่ระหว่าง 24.48 – 27.90 เซนติเมตร (Table 3)

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในช่วงการเจริญเติบโตของผักคะน้าฮ่องกง พบว่า ผักคะน้าฮ่องกงมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มทุกกรรรมวิธี และกรรมวิธีที่ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น กล่าวคือคือ น้ำหนักสดเพิ่มสูงที่สุดและเพิ่มขึ้นตามอายุ 20 30 และ 50 วัน มีค่า 2.00 2.88 และ 44.8 กรัมต่อต้น ตามลำดับ น้ำหนักแห้งก็เช่นเดียวกัน ที่ อายุ 20 30 และ 50 วัน มีค่า 0.168 0.235 และ 4.100 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 4)

ผลผลิต

ตาม Table 9 ผักคะน้าฮ่องกง (Chinese Kale) การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดมากที่สุด 44.88 กรัมต่อต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3.ผักชี

ความสูง

การเจริญเติบโตด้านความสูงของผักชี (Coriander) พบว่า ความสูงของต้นผักชีอายุ 21 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงของต้นผักชีอยู่ที่ 8.06 ซม. แต่หลังจากนั้น 28 35 42 49 และ56 วันหลังปลูก มีต้นผักชีในกรรมวิธีที่ให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นในทุกระดับมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ ในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน ความสูงของผักชีหลังย้ายปลูก 56 วัน อยู่ระหว่าง 20.63 – 21.45 เซนติเมตร (Table 5)

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในช่วงการเจริญเติบโตของผักชี พบว่า ผักชีมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มทุกกรรรมวิธี ในช่วง 20 หลังหยอดเมล็ดนั้น น้ำหนักสดของผักชีไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่า 0.113 กรัมต่อต้น แต่ในช่วง 40 และ 60 วันหลังหยอดเมล็ดนั้น กรรมวิธีที่ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นมีค่ามากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนที่ 20 หลังหยอดเมล็ดนั้นก็ไม่แตกต่างกันทางสถิติ มีค่า 0.009 กรัมต่อต้น 40 วันหลังหยอดเมล็ดนั้น กรรมวิธีที่ใช้สารละลายธาตุ 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด 0.436 กรัมต่อต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น สุดท้ายการเก็บตัวอย่างเมื่ออายุ 60 วันหลังหยอดเมล็ดนั้น การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด (Table 6)

ผลผลิต

ตาม Table 9 ผักชี (Coriander) ที่ปลูกโดยหยอดเมล็ดปลูกนั้น การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดมากที่สุด 5.054 4.769 และ 4.564 กรัมต่อต้น ตามลำดับ

4.กะหล่ำปลี

ความสูง

การเจริญเติบโตด้านความสูงของกะหล่ำปลี (Cabbage) พบว่า ความสูงของต้นกะหล่ำปลี อายุ 20 และ 30 วัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสูงของต้นกะหล่ำปลีอยู่ที่ 7.6 และ 9.6 เซนติเมตร แต่หลังจากนั้น 40 50 60 70 และ 90 วันหลังปลูก ต้นกะหล่ำปลีในกรรมวิธีที่ให้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นในทุกระดับมีความสูงมากกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ ไม่แตกต่างกัน ความสูงของกะหล่ำปลีหลังย้ายปลูก 90 วัน อยู่ระหว่าง 23.70 – 24.95 เซนติเมตร (Table 7)

น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง

น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในช่วงการเจริญเติบโตของกะหล่ำปลี พบว่า เมื่อกะหล่ำปลีเจริญเติบโตและได้ธาตุอาหารทำให้มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งเพิ่มทุกกรรรมวิธี และกรรมวิธีที่ใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น (Table 8)

ผลผลิต

ตาม Table 9 กะหล่ำปลีนั้น การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีน้ำหนักสดหัวมากที่สุด 337.3 และ 297.8 กรัมต่อหัว ตามลำดับ

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้นผลผลิตของผักกินใบจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลี สรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1.ผักกาดหอม พบว่า การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีความสูง น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิตมากที่สุด จึงเป็นวิธีการเลือกใช้ที่เหมาะสมที่สุด

2.คะน้าฮ่องกง แม้ว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ จะทำให้ความสูงไม่แตกต่างกันก็ตาม ความสูงคะน้าฮ่องกงหลังย้ายปลูก 50 วัน อยู่ระหว่าง 24.48 – 27.90 เซนติเมตร แต่อย่างไรก็ตาม การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ ก็ทำให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิตมากที่สุด จึงเป็นวิธีการเลือกใช้ที่เหมาะสมที่สุด

3.ผักชี แม้ว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ จะทำให้ความสูงไม่แตกต่างกันก็ตาม ความสูงของผักชีหลังย้ายปลูก 56 วัน อยู่ระหว่าง 20.63 – 21.45 เซนติเมตร แต่อย่างไรก็ตาม แต่การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ ก็ทำให้น้ำหนักสด น้ำหนักแห้ง และผลผลิตมากแต่ไม่แตกต่างกัน ดังนั้น การเลือกใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 4 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ จึงเป็นวิธีการเลือกใช้ที่เหมาะสมที่สุด

4.กะหล่ำปลี แม้ว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 3 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ จะทำให้ความสูงไม่แตกต่างกันก็ตาม ความสูงของกะหล่ำปลีหลังย้ายปลูก 90 วัน อยู่ระหว่าง 23.70 – 24.95 เซนติเมตร แต่อย่างไรก็ตาม แต่การใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 4 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ ก็ทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งมากไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 5 และ 6 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ มีผลต่อการสร้างน้ำหนักสดหัวมากที่สุด 337.3 และ 297.8 กรัมต่อหัว ซึ่งเมื่อพิจารณาถึงผลผลิตแล้วนั้น การเลือกใช้สารละลายธาตุอาหารแบบเข้มข้น 5 มิลลิลิตรต่อน้ำ 1 ลิตร ต่อสัปดาห์ จึงเป็นวิธีการเลือกใช้ที่เหมาะสมที่สุด

การนำไปใช้ประโยชน์

สามารถนำข้อมูลผลงานวิจัยไปพัฒนาต่อในเรื่องการปรับธาตุอาหารพืชในระบบน้ำต่อการปลูกพืชในระบบโรงเรือน ให้สามารถจัดการเรื่องธาตุอาหารและความเข้มข้นให้เหมาะสมกับพืชผักกินใบ ได้แก่ ผักกาดหอม คะน้าฮ่องกง ผักชี และกะหล่ำปลีที่ปลูกหมุนเวียนในระบบโรงเรือน เพื่อเพิ่มผลผลิต ลดต้นการใช้ปุ๋ยได้

เอกสารอ้างอิง

ดิเรก ทองอร่าม. 2548. เอกสารการสอนวิชาการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อการค้า หน่วยที่ 1-7. ธรรมรักษ์การพิมพ์, ราชบุรี. 476น.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2550. “ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน.”เอกสารประกอบการฝึกอบรมการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินรุ่นที่ 8. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Haifa. 2017. Nutritional recommendations for tomato. สืบค้นจาก: http://www.haifa-group.com/files/Guides/tomato/Tomato.pdf [ก.ค. 2560]

Hoagland, D. R. and D. I. Arnon. 1950. “The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil.” Circular 347. Agricultural Experiment Station University of California, Berkley. CA.

Lorenz, O. A. and D. N. Maynard. 1988. *Knott’s Handbook for Vegetable Grower*. 3rd edition. New York: John Wiley & Sons.

Table 1 height of lettuce at 7 14 21 28 and 35 Day after Transplanting (DAT) in greenhouse

Treatment	Height (cm.)				
	7 DAT	14 DAT	21 DAT	28 DAT	35 DAT
Control	3.28a[1]	3.40c[1]	3.68d[1]	3.70d[1]	3.65d[1]
AB 3 cc	3.35a	4.38b	6.40c	8.55c	10.20c
AB 4 cc	3.38a	4.65ab	7.50b	10.88b	12.33b
AB 5 cc	3.28a	4.83ab	6.68bc	9.38bc	12.63b
AB 6 cc	3.38a	5.15a	8.92a	13.53a	18.50a
Mean	3.3	4.5	6.6	9.2	11.5
CV (%)	3.4	8.1	9.1	14.1	10.9

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 2 Wet weight and Dry weight of lettuce at 10 20 and 30 Day after Transplanting (DAT) in greenhouse

Treatment	Wet weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)		
	10 DAT	20 DAT	30 DAT	10 DAT	20 DAT	30 DAT
Control	0.52d[1]	0.60d	0.91e[1]	0.065c[1]	0.068c[1]	0.365c[1]
AB 3 cc	0.80c	1.75c	9.03d	0.073c	0.170ab	0.938c
AB 4 cc	1.03bc	1.42c	21.14c	0.076c	0.150b	1.948b
AB 5 cc	1.14b	3.49b	26.12b	0.095b	0.223a	2.195b
AB 6 cc	1.99a	4.72a	42.34a	0.135a	0.185ab	3.428a
Mean	1.1	2.4	21.5	0.1	0.2	1.8
CV (%)	13.7	14.2	13.1	13.3	27.5	25.5

[1]= Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 3 height of Chinese Kale at 10 20 30 40 and 50 Day after Transplanting (DAT) in greenhouse

Treatment	height (cm.)				
	10 DAT	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT
Control	7.36a[1]	11.28b[1]	13.23c[1]	15.10b[1]	14.73b[1]
AB 3 cc	7.84a	15.50a	20.45a	26.90a	27.90a
AB 4 cc	7.46a	16.05a	19.48ab	26.53a	27.23a
AB 5 cc	7.26a	15.78a	19.98ab	26.35a	27.05a
AB 6 cc	7.23a	14.98a	17.75b	22.58a	24.48a
Mean	7.4	14.7	18.2	23.5	24.3
CV (%)	6.6	6.3	8.5	11.2	10.8

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 4 Wet weight and Dry weight of Chinese Kale at 20 30 and 50 Day after Transplanting (DAT) in greenhouse

Treatment	Wet weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)		
	20 DAT	30 DAT	50 DAT	20 DAT	30 DAT	50 DAT
Control	0.53d[1]	0.55c[1]	0.88e[1]	0.065c[1]	0.040c[1]	0.115e[1]
AB 3 cc	0.77d	1.43b	9.80d	0.075c	0.180b	0.593d
AB 4 cc	1.23c	1.80b	21.15c	0.120b	0.188ab	1.698c
AB 5 cc	1.53b	2.83a	26.13b	0.120b	0.195ab	2.020b
AB 6 cc	2.00a	2.88a	44.88a	0.168a	0.235a	4.100a
Mean	1.2	1.9	20.6	0.1	0.2	1.7
CV (%)	15.5	23.5	15.6	10.9	18.7	11.6

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 5 height of Coriander at 21 28 35 42 49 and 56 Day after Sowing (DAS) in greenhouse

Treatment	height (cm.)					
	21 DAS	28 DAS	35 DAS	42 DAS	49 DAS	56 DAS
Control	8.10a[1]	8.65b[1]	9.38b[1]	9.70b[1]	10.1b[1]	11.38b[1]
AB 3 cc	8.13a	8.95ab	11.50a	14.18a	17.35a	20.63a
AB 4 cc	7.93a	8.90ab	12.28a	14.28a	17.40a	20.83a
AB 5 cc	8.05a	9.75a	12.45a	14.25a	18.30a	21.38a
AB 6 cc	8.10a	9.80a	12.68a	14.88a	17.98a	21.45a
Mean	8.06	9.21	11.66	13.46	16.23	19.13
CV (%)	8.9	6.6	6.8	7.1	6.9	5.5

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 6 Wet weight and Dry weight of coriander at 20 40 and 60 Day after Sowing (DAS) in greenhouse

Treatment	Wet weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)		
	20 DAS	40 DAS	60 DAS	20 DAS	40 DAS	60 DAS
Control	0.094a[1]	0.481b[1]	0.936c[1]	0.007a[1]	0.049c[1]	0.094c[1]
AB 3 cc	0.113a	2.473a	3.041b	0.009a	0.174b	0.177b
AB 4 cc	0.118a	2.603a	4.564a	0.011a	0.436a	0.355a
AB 5 cc	0.121a	3.323a	4.769a	0.011a	0.236b	0.371a
AB 6 cc	0.118a	3.483a	5.054a	0.008a	0.239b	0.393a
Mean	0.113	2.526	3.673	0.009	0.227	0.278
CV (%)	19.3	21.6	9.6	27.4	25.9	9.4

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 7 height of Cabbage at 20 30 40 50 60 70 and 90 Day after Transplanting (DAT) in greenhouse

Treatment	height (cm.)						
	20 DAT	30 DAT	40 DAT	50 DAT	60 DAT	70 DAT	90 DAT
Control	7.68a[1]	9.07a[1]	10.88b[1]	12.25b[1]	12.90b[1]	13.28b[1]	15.18b[1]
AB 3 cc	7.75a	9.75a	12.88a	18.13a	18.68a	21.03a	24.75a
AB 4 cc	7.38a	9.57a	12.35ab	16.95a	18.25a	20.38a	23.70a
AB 5 cc	7.50a	9.63a	13.05a	17.93a	18.68a	20.75a	24.95a
AB 6 cc	7.60a	10.03a	13.23a	17.38a	18.18a	20.25a	24.03a
Mean	7.6	9.6	12.5	16.5	17.3	19.1	22.5
CV (%)	9.9	6.8	9.9	10.5	10.3	9.9	7.9

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 8 Wet weight and Dry weight of cabbage at 20 40 and 60 Day after Transplanting (DAT) in greenhouse

Treatment	Wet weight (g/plant)			Dry weight (g/plant)		
	60 DAT	90 DAT	120 DAT	60 DAT	90 DAT	120 DAT
Control	9.86c[1]	24.14b[1]	55.51d[1]	1.46d[1]	5.20b[1]	19.56c[1]
AB 3 cc	56.27b	423.69a	516.55c	4.69c	52.75a	90.97b
AB 4 cc	73.59a	404.59a	723.49b	7.97a	45.94a	105.18a
AB 5 cc	69.37a	428.97a	835.82a	5.86b	44.07a	104.53a
AB 6 cc	65.67ab	429.67a	868.95a	5.95b	45.96a	109.22a
Mean	54.95	342.21	600.06	5.19	38.78	85.89
CV (%)	13.8	27.6	9.6	9.1	17.5	10.0

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

Table 9 Yields of Leaf vegetables; Lettuce Chinese Kale coriander and cabbage in greenhouse

Treatment	Yields			
	Lettuce (g/plant)	Chinese Kale (g/plant)	Coriander (g/plant)	Cabbage (g-heads/plant)
Control	0.91e[1]	0.88e[1]	0.936c[1]	-
AB 3 cc	9.03d	9.80d	3.041b	121.5c[1]
AB 4 cc	21.14c	21.15c	4.564a	236.0b
AB 5 cc	26.12b	26.13b	4.769a	337.3a
AB 6 cc	42.34a	44.88a	5.054a	297.8ab
Mean	21.5	20.6	3.673	3.78
CV (%)	13.1	15.6	9.6	12.2

[1] = Mean within the same parameter followed by similar letter are not significantly different at the 95 % level by Duncan's multiple Range Test

- = not Yields

การแพร่กระจายของแคดเมียม ตะกั่ว และสารหนูในพื้นที่การเกษตรจังหวัดเลย
Cadmium, lead and arsenic distribution in agricultural areas in Loei Province

ศราริน กลิ่นโพธิ์กลับ *วนิดา โนบรรเทา* *แววตา พลกุล* *สายน้ำ อุดพ้วย* *อนันต์ ทองภู*
Sararin Klinphoklap *Wanida Nobuntao* *Waewta Polkul* *Sainam Udpuay* *Anan Thongpu*
กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Study of cadmium, lead and arsenic distribution in agricultural areas in Loei Province was conducted for determination of soil remediation technology to reduce arsenic absorption of rice crop in arsenic contaminated agricultural area. The study site covered agricultural areas in four villages, including Ban Na Nong Bong, Ban Phu Thap Fah Pattana, Ban Hui Puk and Ban Kok Sathon near Phu Thap Fah gold mine, Wang Saphung district, Loei province. Soil samples were collected from agricultural lands located along both banks of Huy Rivers, Hui Puk and Hui Lek. Two hundred fifty six soil samples were collected from two layers, top soil and a layer beneath the topsoil to a depth of 60 cm (subsoil). Results showed almost all soil samples contained As in the amount exceeding the quality standard for habitable and agricultural sites in Thailand, which is 3.9 mg kg^{-1} while both Pb and Cd concentrations were far below amounts issued by the European Economic Community (EEC) standard which are 100 and 3 mg kg^{-1}, respectively.

Keywords : cadmium, lead, arsenic, distribution

บทคัดย่อ

ศึกษาการแพร่กระจายของแคดเมียม ตะกั่ว และสารหนูในพื้นที่การเกษตรจังหวัดเลยและทดสอบเทคโนโลยีบำบัดดินเพื่อลดการดูดซึมสารหนูของข้าวในพื้นที่การเกษตรที่ปนเปื้อนสารหนู โดยดำเนินการสำรวจการปนเปื้อนของโลหะหนักในพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้าจำนวน 4 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านนาหนองบง บ้านภูทับฟ้าพัฒนา บ้านห้วยผุก และบ้านกกสะทอน ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย เก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เกษตรกรรมตลอดแนวลำน้ำฮวย ห้วยผุกและห้วยเหล็ก จำนวน 256 จุด แต่ละจุดแบ่งเป็นดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ที่ระดับต่ำกว่าดินบนลงไปจนถึง 60 เซนติเมตร) พบการปนเปื้อนของสารหนูทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่างและตะกอนท้องน้ำในเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่างในระดับที่สูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้เพื่ออยู่อาศัยและเกษตรกรรมของประเทศไทย ที่ 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ตะกั่วและแคดเมียมนั้นมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ European Economic Community (EEC) ที่ 100 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่างตลอดลำน้ำ

คำหลัก : แคดเมียม, ตะกั่ว, สารหนู, การแพร่กระจาย

คำนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโลหะหนักในดิน เนื่องจากมีกิจกรรมหลายประเภทที่นำโลหะหนักมาใช้กันมาก ทั้งในด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม การคมนาคมขนส่ง การใช้วัสดุและสารเคมีทางการเกษตร น้ำทิ้ง ของเสียเหลือใช้ เป็นต้น โลหะหนักส่วนใหญ่ที่ปนเปื้อนในดิน เช่น สารหนู (As), แคดเมียม (Cd), โครเมียม (Cr),ทองแดง (Cu), ปรอท (Hg), นิกเกิล (Ni), ตะกั่ว (Pb), และสังกะสี (Zn) สามารถถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตโดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหาร แพร่กระจายในสิ่งแวดล้อม เมื่อมนุษย์ได้รับจะเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อทำให้เกิดอันตรายอาจพิการหรือเสียชีวิตได้ พื้นที่ทำการเกษตรที่ปนเปื้อนโลหะหนักในประเทศไทยส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกิจกรรมของเหมืองแร่ การบด การทิ้งหางแร่ การจัดการที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในพื้นที่เกษตรกรรมได้ พืชผักที่ปลูกในดินที่ปนเปื้อน หรือน้ำที่เจือปนด้วยโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียมและสารหนู เมื่อรับประทานหรือดื่มเข้าไปจะเกิดโรคที่สำคัญ ๆ ได้แก่ โรคอิไต-อิไตจากการบริโภคข้าวที่ปนเปื้อนแคดเมียม (Hagino, 1958; Yoshioka, 1964) โรคไข้ดำหรือมะเร็งผิวหนังจากพิษสารหนูเรื้อรัง หรือโรคที่เกิดจากความเป็นพิษของตะกั่ว มีอาการถ่ายท้อง ปวดท้อง ปวดศีรษะ กระดูก ชา บวมตามแขนขา หากเป็นในเด็กทำให้มีสภาพผิดปกติและมีพัฒนาการทางสมองช้า (WHO, 2000) ด้วยเหตุนี้ จึงควรมีการศึกษาเพื่อหาวิธีที่ถูกต้องในการจัดการปัญหาโลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินอย่างถูกต้องเหมาะสม จำเป็นจะต้องมีการวิจัยและพัฒนาหาข้อมูลในด้านการประเมินคุณภาพดินและการจัดการดินที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีและโลหะหนักในประเทศไทย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้กำหนดมาตรการเฝ้าระวัง ป้องกันและแก้ไขที่เหมาะสมต่อไป

การบำบัดหรือฟื้นฟูพื้นที่ที่ปนเปื้อนโลหะหนัก แบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ 1. การบำบัดในพื้นที่ (In situ) มีข้อดีคือกระบวนการบำบัดไม่ยุ่งยากและใช้ต้นทุนค่อนข้างต่ำ แต่มีข้อเสียเนื่องจากเป็นเพียงการเปลี่ยนแปลงสภาพการละลายของสิ่งปนเปื้อนให้อยู่ในรูปที่มีการละลายต่ำและไม่ปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม และอาจมีการปลดปล่อยสู่สภาพแวดล้อมอีกครั้งเมื่อสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป 2. การบำบัดภายนอกพื้นที่ (Ex situ) เป็นการสกัดหรือแยกสารมลพิษออกด้วยวิธีทางเคมี ทางกายภาพหรือทางชีวภาพ โดยมีข้อดีคือสามารถกำจัดโลหะหนักที่เคลื่อนย้ายได้ง่ายออกเกือบทั้งหมด แต่มีข้อเสียคือเรื่องค่าใช้จ่าย การใช้วัสดุปรับปรุงดินโดยส่วนใหญ่จะเน้นเรื่องการลดการแพร่กระจายของโลหะหนักโดยการลดการเคลื่อนย้าย (immobilization) โดยกระบวนการดูดซับ (absorption) กระบวนการตกตะกอน (precipitation) หรือการเปลี่ยนสภาพเป็นรูปของแข็ง (solid-phase transformation) กับวัสดุปรับปรุงดินตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ วัสดุปรับปรุงดินที่ใช้มีหลายชนิด เช่น วัสดุฟอสฟอต (อะพาไทต์ หินฟอสเฟต ปุ๋ยฟอสเฟตและกรดฟอสฟอริก) (Nzihou and Sharrock, 2010) ปูนขาว (Gray *et al*., 2006) อินทรียวัตถุ (Park *et al*., 2011) และแร่ซีโอไลต์ (Friesl *et al*., 2003) ซึ่งสามารถหาซื้อได้ง่ายและราคาไม่สูงมากนัก โดยการใช้วัสดุดังกล่าวเหล่านี้เพื่อปรับปรุงสภาพดินปนเปื้อนถือเป็นวิธีทางเลือกที่เป็นไปได้ในเชิงปฏิบัติ

วิธีการดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ถุงกระดาษ ถุงพลาสติก ถุงตาข่ายขนาด 50x75 เซนติเมตร ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างพืช
2. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน เช่น จอบ พลั่วมือ กระบอกเก็บดิน
3. สารเคมีและวัสดุวิทยาศาสตร์ เช่น กรดไนตริก กรดซัลฟิวริก กรดไฮโดรคลอริก แอมโมเนียมอะซีเทต เฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โพแทสเซียมไดโครเมต สารละลายมาตรฐานแคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง สังกะสีและเหล็ก เป็นต้น
4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น หลอดแก้วสำหรับย่อยตัวอย่างดินและพืช บีกเกอร์แก้วและพลาสติก หลอดพลาสติกสำหรับเครื่องเหวี่ยง (centrifuge tube) เครื่องเหวี่ยง (centrifuge) เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก (ICP-OES)
5. เครื่องจับพิกัด (GPS)

วิธีการ

1. สำรวจ (survey) เก็บตัวอย่างดินและตะกอนท้องน้ำ บริเวณพื้นที่เกษตรกรรมด้านฝั่งตะวันออก เหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า ริมลำน้ำฮวย บ้านนาหนองบง บ้านภูทับฟ้าพัฒนา บ้านห้วยผุก และบ้านกกสะทอน ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมที่ได้รับผลกระทบจากการทำเหมืองแร่ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่ใช้น้ำที่ผ่านกิจกรรมของเหมืองแร่ โดยเก็บตัวอย่างดินมีระยะห่างในแต่ละจุด 40 เมตร โดยมีจุดอ้างอิงจากลำห้วยออกไปทั้ง 2 ฝั่ง แต่ละจุดเก็บตัวอย่างดิน 2 ระดับความลึก คือ ดินชั้นบนและดินชั้นล่าง (ที่ระดับต่ำกว่าดินบนลงไปจนถึง 60 เซนติเมตร) พร้อมบันทึกพิกัดตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างโดยใช้ Global Positioning System (GPS) และสุ่มเก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำ (bed load sediment) โดยเก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำบริเวณกลางน้ำ

2. วิเคราะห์สมบัติพื้นฐานทางกายภาพและเคมีของดิน ได้แก่ วิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธี Hydrometer ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ใช้อัตราส่วนดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 (Peech, 1965) วัดโดยเครื่อง pH meter วิเคราะห์อินทรียวัตถุด้วยวิธี Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ สกัดดินด้วยน้ำยา Bray II วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในดิน (Total heavy metals) และโลหะหนักในดินในรูปที่พืชดูดซึมได้ (availability forms) วัดปริมาณของโลหะหนักที่สกัดได้ในดินเปรียบเทียบกับสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนด้วยเครื่อง Inductively Couple Plasma - Optical Emission Spectrometry (ICP-OES, Perkin Elmer Optima 5300 DV)

3. การบันทึกข้อมูล

- ข้อมูลภาคสนาม : บันทึกพิกัดทุกตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างโดยใช้ Global Positioning System (GPS)
- ข้อมูลห้องปฏิบัติการ : ผลวิเคราะห์ดินทางเคมี เช่น ปริมาณโลหะหนักทั้งหมดและปริมาณโลหะหนักในรูปที่พืชสามารถดูดดึงได้ (extractable form) ปริมาณอินทรียวัตถุ ความเป็นกรดเป็นด่างและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์
- การวิเคราะห์ข้อมูล : นำเข้าข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ (regression และ correlation) ระหว่างปริมาณของโลหะหนักทั้งหมดในดิน ปริมาณโลหะหนักที่สกัดได้กับเนื้อดินและปริมาณอินทรียวัตถุ รวบรวมและวิเคราะห์ผลประเมินระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินและตะกอนดิน โดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่อนุญาตให้พึงมีในดินเพื่อการเกษตร จัดทำแผนที่แสดงปริมาณของโลหะหนักในพื้นที่และหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการฟื้นฟูและมาตรการฟื้นฟูการปนเปื้อนต่อไป

ระยะเวลา เริ่มต้น ปี 2560 สิ้นสุด ปี 2562

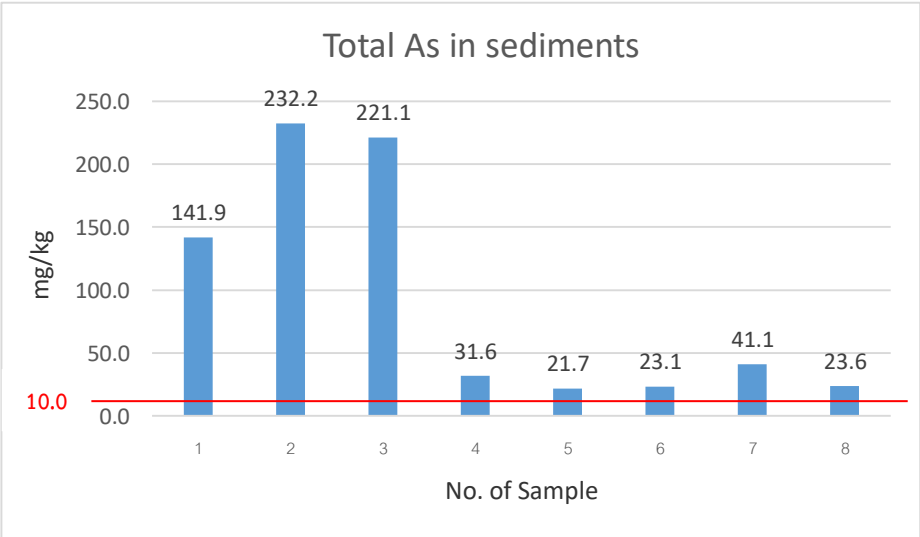
สถานที่ทำการทดลอง : 1. พื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย
2. ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยเคมีดิน กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา
กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และสารหนูในตะกอนดินท้องน้ำ

จากการเก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำ (sediments) จากลำห้วยสาธารณะ ตำบลเขาหลวง อ.วังสะพุง จ.เลย โดยเก็บตัวอย่างที่ห้วยเหล็กและห้วยผุก ลำห้วยละ 4 ตัวอย่าง พบปริมาณสารหนูทั้งหมดในตะกอนดินที่ระดับสูงเกินเกณฑ์คุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดินที่ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษ 2561 (ภาพที่ 1) โดยเฉพาะตะกอนดินที่เก็บมาจากห้วยเหล็ก ซึ่งไหลผ่านด้านข้างของเหมืองบริเวณใกล้เคียงกับบ่อดักตะกอนของเหมืองแร่ทองคำ พบสารหนูในตะกอนดินที่ระดับ 31.6-232.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบสารหนูในตะกอนดินห้วยผุก 21.7-41.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยลำห้วยทั้งสองสายนี้จะไหลลงไปสู่ชุมชนด้านล่างก่อนไปรวมสายเป็นลำน้ำฮวยซึ่งเป็นแหล่งน้ำหลักที่ชาวบ้านใช้ประโยชน์ทั้งเพื่อการอุปโภคและบริโภค นอกจากนี้ยังพบแคดเมียมและตะกั่วในตะกอนดินท้อง

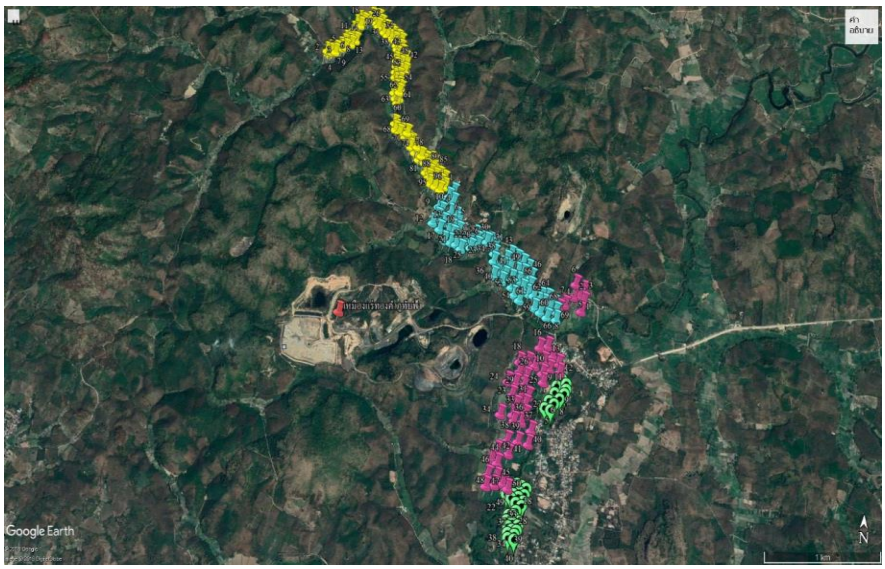
น้ำที่ระดับ 0-0.13 และ 3.43-30.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งไม่เกินเกณฑ์คุณภาพตะกอนดินในแหล่งน้ำผิวดิน ตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้คือ 0.16 และ 36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ปริมาณสารหนู (As) ทั้งหมดในตะกอนดินห้วยเหล็กและห้วยผุก ตำบลเขาหลวง อ.วังสะพุง จ.เลย

2. การปนเปื้อนของแคดเมียม ตะกั่ว และสารหนูในดิน

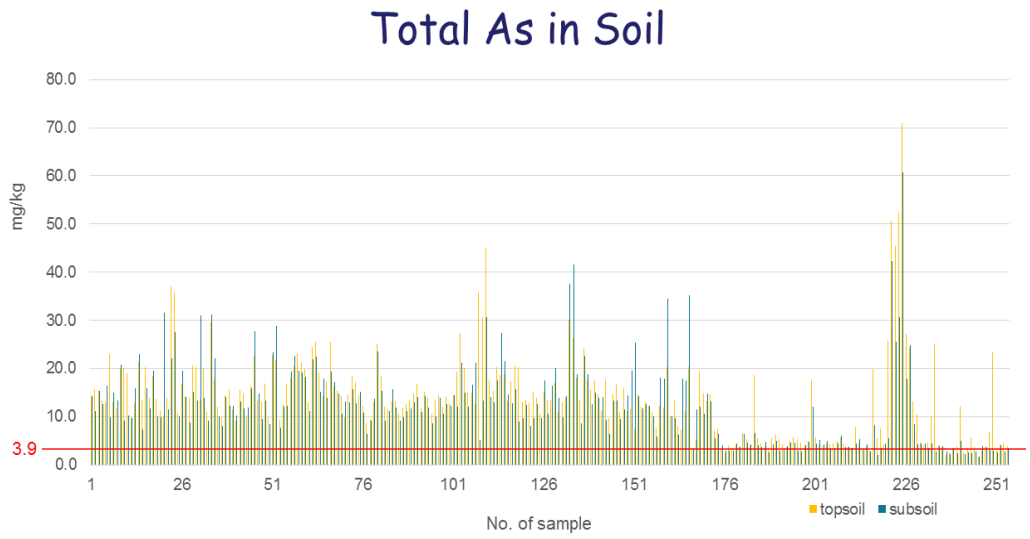
ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณรอบเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า เพื่อประเมินการปนเปื้อนในเบื้องต้นและกำหนดพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน 29 จุด จำนวน 105 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณโลหะหนักทั้งหมดในดินสะสมมากที่สุดที่ระดับความลึกไม่เกิน 30 เซนติเมตร ซึ่งตัวอย่างดินส่วนใหญ่มีค่าโลหะหนักเกินค่าเกณฑ์มาตรฐานโลหะหนักที่ยอมรับให้มีได้ในดินคือ สารหนู 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่ว 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียม 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าทั้ง 3 หมู่บ้านคือ บ้านนาหนองบง บ้านภูทับฟ้าพัฒนา และบ้านกกสะทอน มีปริมาณโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดปนเปื้อนในดินในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายได้ จึงทำการกำหนดพื้นที่ที่จะสำรวจเก็บตัวอย่างดินแบบละเอียด โดยใช้วิธี grid sampling แบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 บริเวณ ตามแนวลำน้ำฮวย คือ 1) บ้านนาหนองบง 2) บ้านภูทับฟ้าพัฒนา 3) บ้านห้วยผุก และ 4) บ้านกก สะทอน ทำการเก็บตัวอย่าง รวม 4 หมู่บ้าน จำนวน 256 จุดเก็บตัวอย่าง (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งการสุ่มเก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรม 4 หมู่บ้าน ใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า

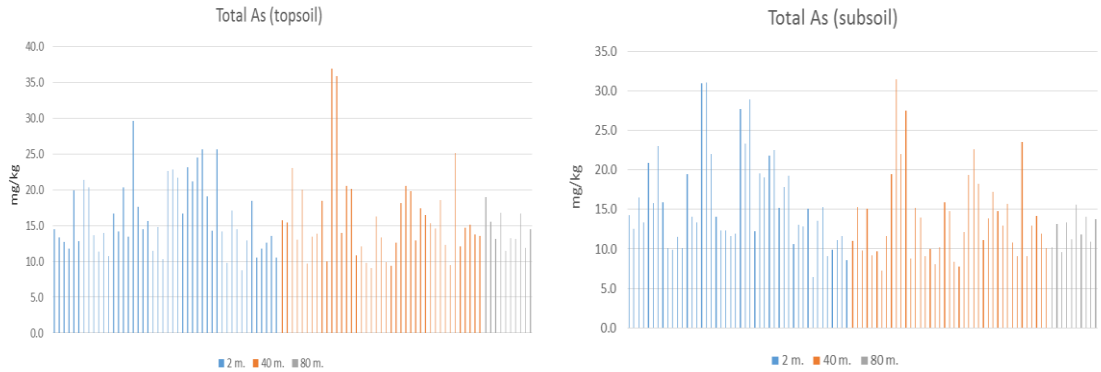
2.1 ปริมาณสารหนู (As) ในดิน

ปริมาณสารหนูทั้งหมดในตัวอย่างดินพบว่า ชั้นดินบนมีค่าระหว่าง 2-71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่างมีค่าระหว่าง 1-61 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบว่าเกือบทุกตัวอย่างดินทั้งดินบนและดินล่างมีค่าสารหนูเกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้เพื่ออยู่อาศัยและเกษตรกรรมของประเทศไทย ที่ 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ปริมาณสารหนู (As) ทั้งหมดในดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า

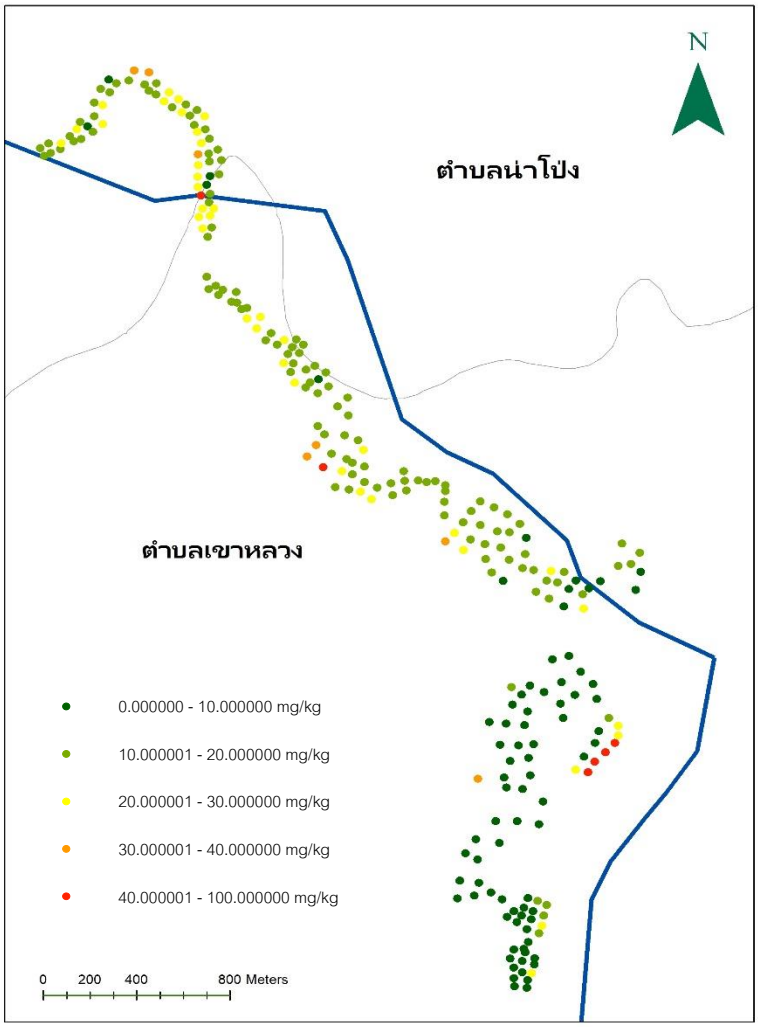
เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของ As ที่ระยะห่างจากริมฝั่งน้ำ 2, 40 และ 80 เมตร พบความเข้มข้นของ As ที่ระยะใกล้ฝั่งในระดับสูงและค่อยๆ ลดลงตามระยะทางที่เพิ่มขึ้น จะเห็นได้ชัดเจนในดินชั้นล่างมากกว่าดินชั้นบน ซึ่งจากข้อมูลนี้สามารถบอกได้ว่า As นั้นไม่ได้มีการสะสมอยู่ในเฉพาะดินบนเท่านั้น แต่มีการชะล้างลงไปสะสมในดินชั้นล่างด้วยเช่นกันตามคุณสมบัติของธาตุกึ่งโลหะ (metalloid) (ภาพที่ 4)



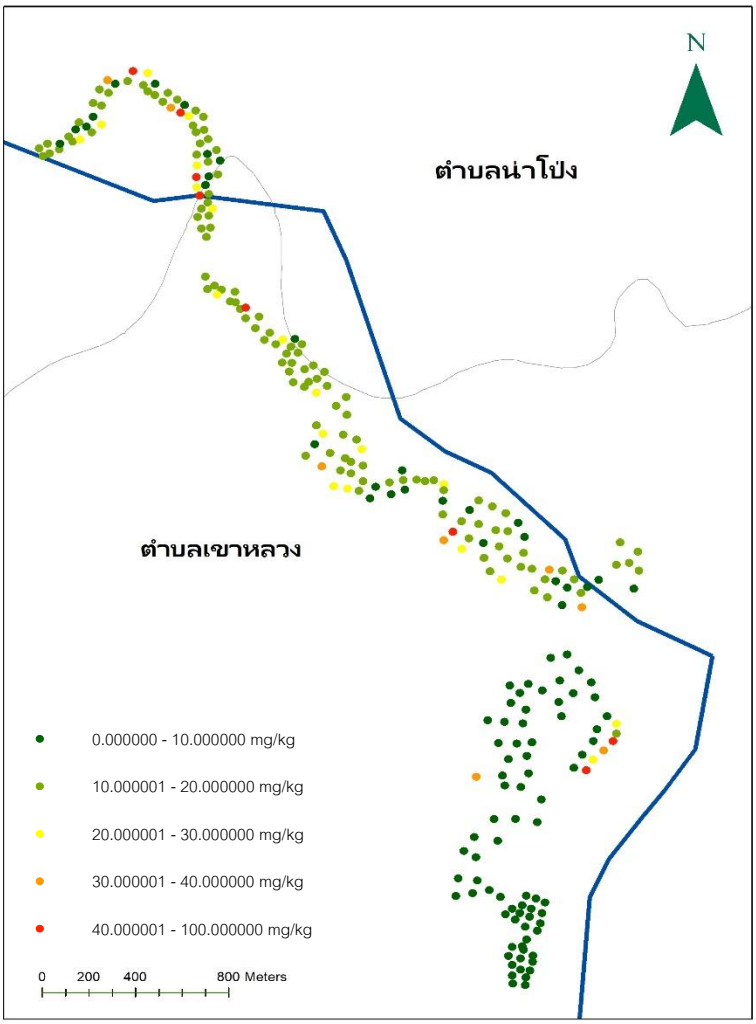
ภาพที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณสารหนู (As) ทั้งหมดในดินชั้นบนและชั้นล่างที่สุ่มเก็บที่ระยะห่างจากริมฝั่ง 2 เมตร 40 เมตร และ 80 เมตร ตามลำดับ

จากข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์มาพบว่าสารหนู (As) เป็นธาตุที่ปนเปื้อนในพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้าที่มีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้เพื่ออยู่อาศัยและเกษตรกรรมของประเทศไทยที่ 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ As ที่ปนเปื้อนในดินชั้นบนในพื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมาพบว่าทางด้านทิศเหนือของเหมืองแร่ทองคำและบางส่วนของพื้นที่ทิศตะวันออกติดชุมชนเมืองซึ่งต่ำกว่าฝั่งตรงข้ามของลำ

น้ำ มีค่าความเข้มข้นของ As อยู่ในระดับที่ค่อนข้างสูง ในขณะที่ทางทิศใต้มีค่าการปนเปื้อนในระดับที่ต่ำกว่า (ภาพที่ 5) ในขณะที่ดินชั้นล่างก็ให้ผลในแบบเดียวกันกับดินชั้นบน (ภาพที่ 6)



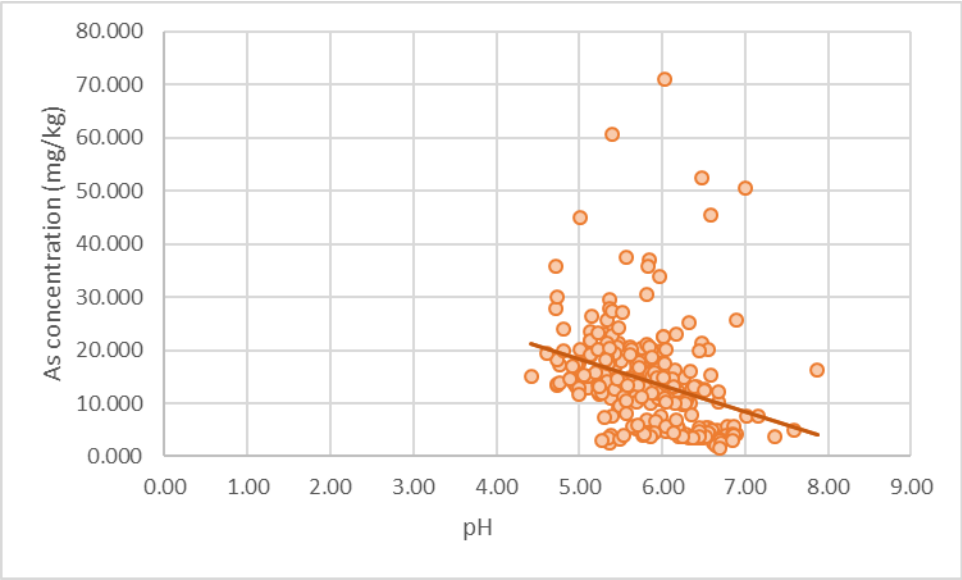
ภาพที่ 5 ความเข้มข้นของ As ระดับต่างๆ ในดินชั้นบนของพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย



ภาพที่ 6 ความเข้มข้นของ As ระดับต่างๆ ในดินชั้นล่างของพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย

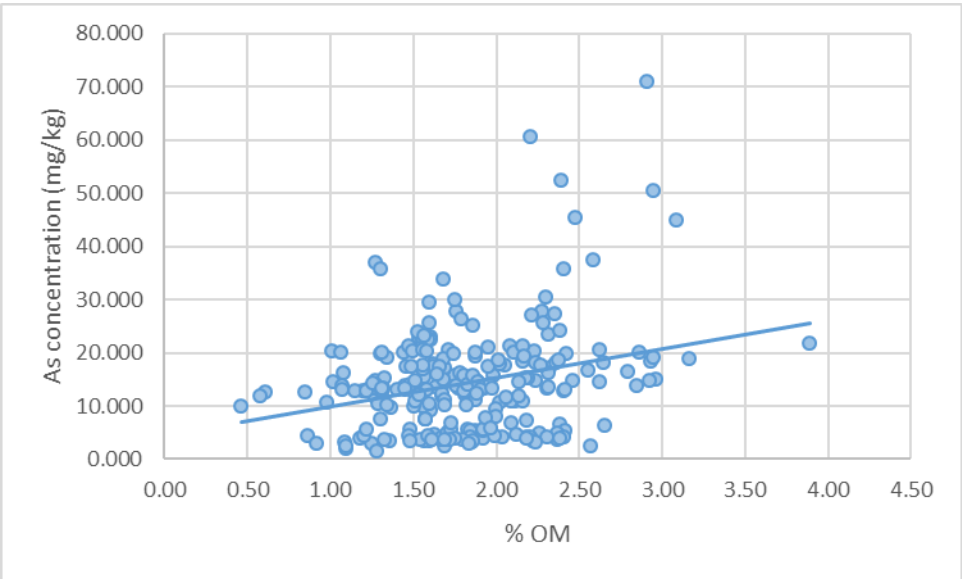
เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation coefficient (r) ระหว่าง As กับ ความเป็นกรด-ด่างของดิน แล้วพบว่า มีความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์ทางลบ (Negative correlations) ในขณะที่เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง As กับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน พบว่ามีความสัมพันธ์แบบสหสัมพันธ์ทางบวก (Positive correlations) (ภาพที่ 7)

a)



Correlation coefficient (r) = -0.31

b)

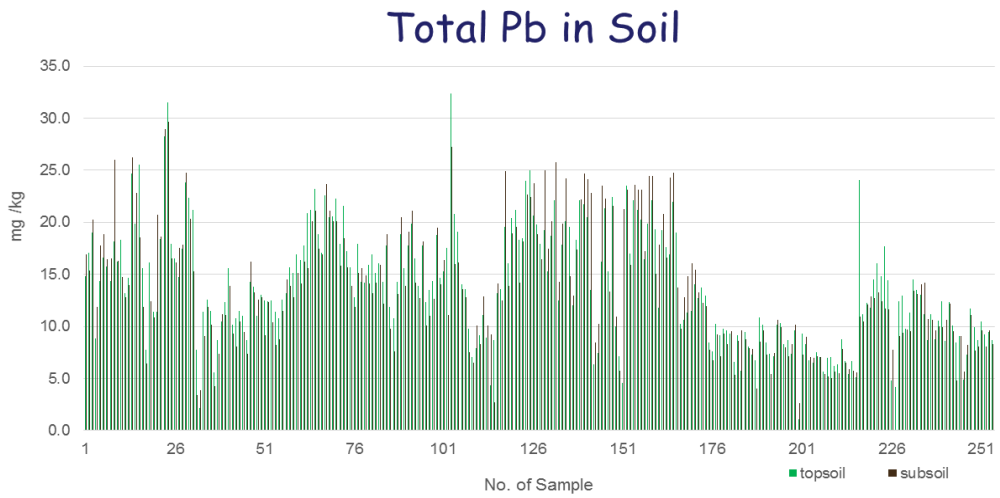


Correlation coefficient (r) = 0.28

ภาพที่ 7 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ Correlation coefficient (r) ระหว่าง As กับ a) ความเป็นกรด-ด่างของดิน และ b) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน

2.2 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ในดิน

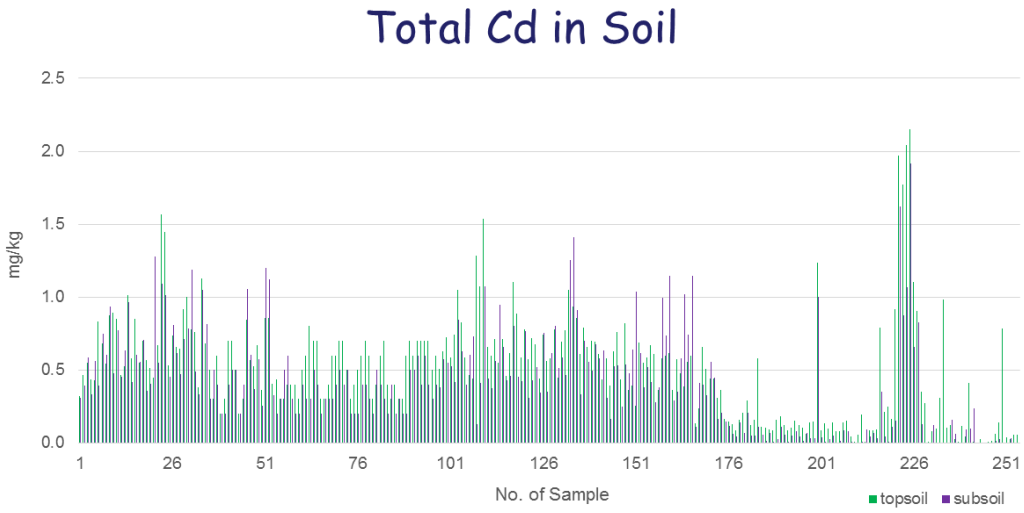
ปริมาณตะกั่วทั้งหมดในตัวอย่างดินพบว่าชั้นดินบนมีค่าระหว่าง 4-32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่างมีค่าระหว่าง 2-29 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบว่าในทุกตัวอย่างดินทั้งดินบนและดินล่างมีค่าตะกั่วต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ European Economic Community (EEC) ที่ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ปริมาณตะกั่ว (Pb) ทั้งหมดในดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำภูทับฟ้า

2.3 ปริมาณแคดเมียม (Cd) ในดิน

ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในตัวอย่างดินพบว่าชั้นดินบนมีค่าระหว่าง 0-2.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และชั้นดินล่างมีค่าระหว่าง 0-1.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบว่าในทุกตัวอย่างดินทั้งดินบนและดินล่างมีค่าแคดเมียมต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ European Economic Community (EEC) ที่ 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ปริมาณแคดเมียม (Cd) ทั้งหมดในดินบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำ

2.4 สมบัติดินทางกายภาพ

จากผลการวิเคราะห์สมบัติดินพบว่า เนื้อดินโดยส่วนใหญ่เป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ดินเป็นกรดจัด ไปจนถึงด่างอ่อน โดยดินชั้นบนมีค่าความเป็นกรด-ด่างของดิน (pH) ตั้งแต่ 4.6-7.6 ดินล่างมีค่า pH ตั้งแต่ 4.5-7.8 วิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์ของดินในพื้นที่เกษตรกรรมพบว่าปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีค่าตั้งแต่ระดับต่ำมากไปจนถึงระดับสูง โดยดินชั้นบนมีปริมาณอินทรียวัตถุตั้งแต่ 0.46-3.89 % และดินล่างมีปริมาณอินทรียวัตถุตั้งแต่ 0.18-3.62 % และพบว่าดินบนมีปริมาณอินทรียวัตถุสูงกว่าดินล่างในเกือบทุกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง และเมื่อพิจารณาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน (Available P) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินมีค่าตั้งแต่ระดับต่ำไปจนถึงสูง โดยดินบนมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระหว่าง 1.4-19.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ดินล่างพบปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ระหว่าง 1.4-52.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจะพบว่าดินล่างมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์สูงกว่าดินบน

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

1. มีการปนเปื้อนของสารหนู ตะกั่วและแคดเมียมในพื้นที่เกษตรกรรมทั้งสองฝั่งตลอดลำน้ำ โดยพบว่าสารหนูทั้งหมดในดินมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้เพื่ออยู่อาศัยและเกษตรกรรมของประเทศไทย ที่ 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ตะกั่วและแคดเมียมนั้นมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของ European Economic Community (EEC) ที่ 100 และ 3.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ ทั้งในดินชั้นบนและดินชั้นล่าง ซึ่งการปนเปื้อนสารหนูในพื้นที่นี้อาจส่งผลไปถึงคุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรด้วย จึงควรมีการตรวจสอบการปนเปื้อนในพืชผลทางการเกษตร และพิจารณาถึงความปลอดภัยในการบริโภคผลผลิตทางการเกษตรที่ปลูกในพื้นที่ด้วย

2. น้ำจากแม่น้ำที่ล้นตลิ่งในฤดูฝนและน้ำที่ถูกนำมาใช้เพื่อการเกษตรในพื้นที่เกษตรกรรมทั้งสองฝั่งแม่น้ำ มีผลต่อการกระจายตัวของธาตุโลหะหนักในพื้นที่นี้

3. สารหนูที่ปนเปื้อนในดินในพื้นที่เกษตรกรรมที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างมา มีค่าอยู่ในระดับสูงทางด้านทิศเหนือของเหมืองแร่ทองคำและบางส่วนของพื้นที่ทิศตะวันออกติดชุมชนเมือง เป็นพื้นที่ที่ต่ำกว่าฝั่งตรงกันข้ามของลำน้ำซึ่งเป็นแปลงยางพารา

การนำไปใช้ประโยชน์

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ เป็นข้อมูลทางวิชาการที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาวิธีป้องกันไม่ให้ดินเสื่อมโทรมเนื่องจากการปนเปื้อนของโลหะหนัก ตลอดจนวางแผนในการติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังพื้นที่ที่มีความเสี่ยงเพื่อการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในดินและผลิตผลของพืชต่อไป ตลอดจนนักวิชาการเกษตรสามารถนำไปใช้ในการพัฒนางานวิจัยด้านการลดมลพิษทางดินในพื้นที่การเกษตรกรรมได้

เอกสารอ้างอิง

Friesl, W., E. Lombi, O. Horak, and W. Wenzel. 2003. Immobization of heavy metals in soils using inorganic amendments in agreenhouse study . ***Journal of Plant nutrition and soil Science*** 166: 191-196.

Gray, C.W., S.J. Dunham, PG. Dennis, F.J. Zhao, and S.P. McGrath. 2006. Field evaluation of in situ remediation of a heavy metal contaminated soil using lime and red-mud. ***Environmental Pollution*** 142: 530-539.

Hagino, N. 1958. Study of Itai-itai disease, ***In 13th Annu. Meet***. Toyama Med. Soc.(J) Cited in Kitagishi, K. and Yamane, I., Eds., Heavy metal pollution in soils of Japan, Japan Science Society Press, Tokyo.

Nelson, D. W. and Sommer, L. E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic matter. pp 539-579. ***In Method of soil analysis, part 2***. Chemical and Microbiology Properties. Agronomy Monograph 9 (2 nd) ASA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA.

Nzihou, A., and P. Sharrock. 2010. Role of phosphate in the remediaton and reuse of heavy metal polluted wastes and sites. ***Waste Biomass*** 1: 163-174.

Park, J.H., D. Lamb, P. Paneerselvam, G. Choppala, N.Bolan, and J.W.Chung. 2011. Role of organic amendments on enhanced bioremediation of heavy metal(loid) contaminated soils. ***Journal of Hazardous Materials*** 185: 549-574.

Peech, M. 1965. Soil pH by grass electrode pH meter, pp 914-925. In C.A. Black, D.D. Evans, R.L. White, L.E.Ensminger, F.E. Clack, 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., Publisher Madison, USA.

WHO. 2000. Regional Office for Europe, Air Quality Guidelines, chapter 6.7, Lead, Copenhagen, Denmark, 2nd edition.

Yoshioka, K., 1964. Epidemiological study on the relationship between Itai-itai disease and mining nuisance, Yamaguchi Med. J., 13, 146-170.

โครงการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช
Research on Soil, Fertilizer Management Technology to Increase Crop Productivity

พีรพงษ์ เชาวนพงษ์[1] ศรีสุดา รื่นเจริญ[1] ปฏิมาภรณ์ จินจาคาม[1] อนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์[1] ทิพวรรณ แก้วหนู[1]
กมลชนก เจริญศรี[1] ปิยะนันท์ วิวัฒน์วิทยา[1] นงลักษ์ ปั้นลาย[2]
Peerapong Chaovanapong[1] Srisuda Ruencharoen[1] Patimaporn Jinjakam[1] Anusorn Tiensiriroek[1]
Tipawan Kaewnoo[1] Kamolchanok Charoensri[1] Nongluck Panlai[2]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Research on soil fertilizer management technology to increase crop productivity. Method consists of 1) selection of organic fertilizer gave highest nitrogen release and study on urea fertilizer (46-0-0) that was mixed with tannin, mixed with neem extract to decrease nitrogen release in clay loam and sandy loam 2) examine for its effectiveness for plant production in the field. The project results show 1) organic fertilizer (filter cake compost) gave highest nitrogen release of organic nitrogen followed by cow manure compost, pig manure compost, chicken manure compost and eucalyptus bark compost respectively. And urea fertilizer (46-0-0) that was mixed with tannin (0.1 percent) and neem extract (azadiractin 0.02 percent, meliacins group) gave nitrogen release less than urea fertilizer (46-0-0) in clay loam and sandy loam. 2) In the experimental plots by planting sweet corn in clay loam and sandy loam showed organic fertilizer ground mangosteen peel (tannin 0.1 percent) and neem powder (azadiractin 0.01 percent, meliacins group) could decreased nitrogen fertilizer 25 percent recommended fertilizer based on soil analysis had yield close to organic fertilizer and recommended fertilizer based on soil analysis same as ground mangosteen peel (tannin 0.1 percent) and neem powder (azadiractin 0.01 percent, meliacins group) mixed with recommended fertilizer based on soil analysis.

บทคัดย่อ

การวิจัยเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช วิธีการประกอบด้วย 1) คัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์ ที่มีประสิทธิภาพในการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน และศึกษาปริมาณสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซินที่สามารถลดการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทรายด้วยวิธีการบ่มดินในสภาพห้องปฏิบัติการ 2) ทดสอบในสภาพแปลงทดลองของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่คัดเลือก และปริมาณสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซินร่วมกับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกข้าวโพดหวานบนดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย ที่แปลงเกษตรกร ต.เกาะเทโพ อ.เมือง จ.อุทัยธานี ผลการวิจัยพบว่า 1) ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) มีการปลดปล่อย อนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจนร่วมกับไนเทรตไนโตรเจน)

[1] กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
[1] Soil Science Research Group, Agricultural Production Science Research and Development Office
[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี
[2] Lopburi Seed Research and Development Center

และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) สูงกว่าปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ และเปลือกยูคาลิปตัส ทั้งในดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย และปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่มีการคลุกด้วยแทนนินอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์ และคลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) อัตรา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจนร่วมกับไนเทรตไนโตรเจน) และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (mineralization) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่ไม่มีการเคลือบหรือคลุกด้วยแทนนิน และสารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) ทั้งในดินร่วนเหนียวและดินร่วนปนทราย 2) ทดสอบในสภาพแปลงปลูกข้าวโพดหวานบนพื้นที่ดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทรายการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) ร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย) ร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดหวานได้ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว การใช้เปลือกมังคุดบด (มีแทนนินเทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้กากสะเดา (มีสารในกลุ่มเมเลียซินเทียบเท่า 0.01 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกับการใช้เปลือกมังคุดบด (มีแทนนินเทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน และการใช้กากสะเดา (มีสารในกลุ่มเมเลียซินเทียบเท่า 0.01 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว และการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว

คำนำ

ปุ๋ยเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญทางการเกษตร ในปัจจุบันการใช้ปุ๋ยเคมียังไม่มีประสิทธิภาพทำให้เกิดการสูญเสียหรือใช้มากเกินความต้องการของพืชซึ่งเป็นการสูญเสียโดยเปล่าประโยชน์ ทำให้เกษตรกรมีรายจ่ายสูง ดังนั้นการใช้ปัจจัยการผลิตทางด้านปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตพืชและเหมาะสมต่อสภาพพื้นที่จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญเป็นอย่างยิ่ง การใส่ปุ๋ยอินทรีย์หรือวัสดุอินทรีย์เป็นการเติมอินทรียวัตถุให้กับดินช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินและเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับธาตุอาหารพืชได้อีกทางหนึ่ง ในการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดใช้ธาตุอาหารพืช การลดการสูญเสียธาตุอาหารโดยกระบวนการต่างๆ จำเป็นต้องมีการศึกษาหาวัสดุอินทรีย์ที่มีสมบัติในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) เพื่อเป็นการยืนยันหรือรับรองได้ว่าการจัดการเหล่านั้นสามารถนำไปใช้ได้จริงแม้จะมีการใช้ที่ดินอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลายาวนานอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ ก็จะเป็นการเพิ่มผลผลิตต่อไร่และคุณภาพของพืชให้สูงขึ้นได้

ปุ๋ยอินทรีย์นอกจากสามารถเพิ่มอินทรียวัตถุและปรับปรุงสมบัติต่างๆ ของดินให้เหมาะกับการปลูกพืชแล้ว ปุ๋ยอินทรีย์เมื่อเกิดการสลายตัวยังปลดปล่อยความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารออกมาอย่างช้าๆ แต่ความเป็นประโยชน์ของ ธาตุอาหารแตกต่างกันตามชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ ชนิดของดิน และปัจจัยภายนอก เช่น ความชื้น และอุณหภูมิ เป็นต้น ประกอบกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ในปัจจุบัน เน้นการใช้ประโยชน์จากธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์ จากการศึกษาของ สมฤทัย และคณะ (2550) พบว่า มูลไก่ มูลสุกร มูลโค ที่บ่มในชุดดินยโสธรมีการปลดปล่อยไนโตรเจน 42, 34 และ18 เปอร์เซ็นต์ของ ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ ปุ๋ยหมักมูลสุกร ปุ๋ยหมักมูลโค และปุ๋ยหมักกากตะกอน ที่บ่มในชุดดินปากช่อง มีการปลดปล่อยไนโตรเจน 23.5, 9.6 และ 39.6 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ และจากการศึกษาการสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของปุ๋ยหมักจากวัตถุดิบต่าง ๆ เมื่อบ่มดินกับปุ๋ยหมักที่ความชื้น 60 เปอร์เซ็นต์ของความจุความชื้นของดิน พบว่า การปลดปล่อยไนโตรเจนของปุ๋ยหมักมูลวัวกับฟางข้าว อัตราส่วน 4:1, 1:4 และมูลวัวกับเศษผัก อัตราส่วน 3:1, 1:5 ในชุดดินร้อยเอ็ด มีค่าเท่ากับ 17, 6, 20 และ 16 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ ในชุดดินโคราช เท่ากับ 19, 20, 31 และ 27 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ และในชุดดินห้วยบง เท่ากับ 9, 9, 14 และ13 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นองค์ประกอบ ตามลำดับ (พีรพงษ์ และคณะ, 2553) เนื่องจากปุ๋ยอินทรีย์แต่ละชนิดมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน ทำให้การสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารแตกต่างกัน ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ที่ผลิตจากวัตถุดิบต่างชนิดกัน เมื่อได้ข้อมูลการปลดปล่อย 179 ธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ในแต่ละชนิดที่เหมาะสมกับชนิดดินแล้ว สามารถนำมาพิจารณาในการเลือกใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ให้เหมาะสมกับชนิดของดินในแต่ละพื้นที่ได้

กระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) คือ กระบวนการย่อยสลายแอมโมเนียมไอออนหรือก๊าซแอมโมเนียภายใต้สภาวะที่ใช้ออกซิเจนกลายเป็นไนเทรต จึงทำให้เกิดการสูญเสียไนโตรเจนในรูปของไนเทรตไปจากดิน ดังนั้นจึงต้องยืด ระยะเวลาให้ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียมในดินให้ได้นานมากยิ่งขึ้น โดยการใช้สารยับยั้งไนตริฟิเคชัน (nitrification inhibitors) การผลิตปุ๋ยละลายช้าในเชิงที่ทำการค้าแล้วมีราคาแพงมาก เช่น ยูเรียเคลือบกำมะถัน (Sulfur coated urea) และปุ๋ย NPK เคลือบโพลิเมอร์ ที่ใช้กับสนามกอล์ฟและไม้ดอกไม้ประดับ อนึ่งในประเทศอินเดียได้ทำการศึกษาการเคลือบเม็ด ปุ๋ยยูเรียด้วยวัสดุต่างๆ เช่น ครั่ง แชลแล็ค หินฟอสเฟต ยิบซั่มฯลฯ แต่ปรากฏว่า ต้นทุนการผลิตสูงกว่าการใช้ยูเรียธรรมดา 10 -15 % (Tandon, 1987) การผลิตเพื่อลดต้นทุนการผลิตจริงๆ จะต้องผสมกับวัสดุที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น เช่น กากสะเดา เปลือกมังคุดฯลฯ ซึ่งมีสมบัติยังยั้งกระบวนการ nitrification (เรวดี, 2543 และ มะลิวัลย์, 2541) มะลิวัลย์ (2538) ศึกษาผลของเปลือกมังคุดต่อการเปลี่ยนแปลงไนโตรเจนในดินทรายชุดมาบบอน พบว่า เปลือกมังคุดบดผสมกับดิน มีผลโดยตรงต่อการปลดปล่อยไนโตรเจนในดิน โดยปริมาณของเปลือกมังคุดที่เพิ่มขึ้นจะเป็นปฏิภาคกลับกับปริมาณไนโตรเจนที่ปลดปล่อยออกมา (NH_4^+ - N $^+$ NO_3^- - N) เป็นประโยชน์ต่อพืชไม่ว่าจะคลุกดินด้วยปุ๋ยเคมี ปุ๋ยพืชสด หรือปุ๋ยพืชสดร่วมกับปุ๋ยเคมี นอกจากนี้การมีการทดสอบการใช้กากสะเดาผลิตเป็นปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดแล้วนำไปใช้กับมันเทศ ข้าว ข้าวโพดและผักคะน้า พบว่า การใช้กากสะเดาในอัตรา 20-40 กรัมต่อต้น สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตและเพิ่มผลผลิตของพืชทดสอบได้ดี เท่ากับการใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 16-16-16 ในอัตรา 6.6 กรัมต่อต้น กากสะเดาไม่เพียงแต่มีประโยชน์ในการปลดปล่อยธาตุอาหาร ให้แก่พืชแต่ยังควบคุมการเกิดไส้เดือนฝอย ยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชัน (Nitrification) ทำให้ลดการสูญเสียไนโตรเจนได้ เนื่องจากกากสะเดามีสารในกลุ่ม เมเลียซิน (meliacins) ได้แก่ epinimbin, nimbin, desacetyl nimbin, salanin, desacetyl salanin และ azadirachtin ที่ช่วยยับยั้งกิจกรรมของแบคทีเรียในกระบวนการไนตริฟิเคชัน นอกจากนี้ยังมีการนำ กากสะเดามาเคลือบปุ๋ยเคมีให้มีคุณสมบัติเป็นปุ๋ยละลายช้าเพื่อให้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เป็นเวลานาน ยืดระยะเวลาให้ไนโตรเจนอยู่ในรูปแอมโมเนียมในดินได้นานมากขึ้น ทำให้พืชได้รับธาตุอาหารอย่างเพียงพอและ ต่อเนื่องตลอดช่วงอายุของพืช (จารุวรรณ และคณะ, 2556; ธงชัย และคณะ, 2554)

วิธีดำเนินการ

1. คัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน และศึกษาปริมาณสารแทนนินและสารในกลุ่มเมเลียซินที่สามารถลดการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทรายด้วยวิธีการบ่มในสภาพห้องปฏิบัติการ

2. ทดสอบในสภาพแปลงทดลองของการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่คัดเลือก ปริมาณสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซินร่วมกับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินในการปลูกข้าวโพดหวานบนดินร่วนเหนียวที่ศูนย์ขยายพันธุ์พืชลพบุรี จังหวัดลพบุรี และดินร่วนปนทรายที่แปลงเกษตรกร ตำบลเกาะเทโพ อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี

โครงการวิจัยเทคโนโลยีการจัดการดิน ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช ประกอบด้วย 3 การ ทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ผลของปุ๋ยอินทรีย์ต่อความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนในดิน

อุปกรณ์

1. มูลวัว มูลสุกร มูลไก่ เปลือกยูคาลิปตัส กากตะกอนหม้อกรองอ้อย
2. เมล็ดข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3
3. ปุ๋ยเคมี 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-60
4. ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย)
5. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เช่น ขวดชมพู่ ตู้อบ

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างดินร่วนเหนียว จังหวัดลพบุรี และดินร่วนปนทราย จังหวัดอุทัยธานี

2. บ่มตัวอย่างดินที่มีปุ๋ยอินทรีย์ทั้ง 5 ชนิด จากมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ เปลือกยูคาลิปตัส และกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

3. วิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม และไนเทรต ตามระยะเวลา 0 1 3 5 7 15 30 60 90 120 และ 180 วัน

4. คัดเลือกปุ๋ยอินทรีย์ที่มีการสะสมการปลอดปล่อยแอมโมเนียม+ไนเทตรสูงมาใช้ในแปลงทดลอง

5. ใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยทำการทดสอบในแปลงทดลองข้าวโพดหวาน

การทดลองในห้องปฏิบัติการ

1. ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ 5 ชนิดจากมูลวัว มูลสุกร มูลไก่ เปลือกยูคาลิปตัส กากตะกอนหม้อกรองอ้อย ด้วย วิธีการผลิตปุ๋ยหมักแบบกลับกอง ใช้ระยะเวลาในการหมักประมาณ 3 เดือน เก็บปุ๋ยหมักมาร่อนด้วยตะแกรงร่อนรู เปิดขนาด 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปวิเคราะห์และใช้ทดลองในการบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

2. ศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยอินทรีย์ในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปน ทราย จ.อุทัยธานี

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) จำนวน 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ (1) ดินอย่างเดียว (2) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลวัว (3) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลสุกร (4) ดินใส่ปุ๋ยหมักมูลไก่ (5) ดินใส่ปุ๋ยหมักเปลือกยูคาลิปตัส (6) ดินใส่ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 1

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 95.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 128.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.5 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 5 กิโลกรัม

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่

4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่

5) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่

6) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่

7) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

แปลงทดลองดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย

ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 1.5 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 350 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 5 กิโลกรัม

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 7 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่

4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่

5) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่

6) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่+ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก. น้ำหนักแห้ง/ไร่

7) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่.

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 2

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 177.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 191.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.98 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 520 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 5 กิโลกรัม และอัตรา 1,040 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 10 กิโลกรัม

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 3 กรรมวิธี คือ

1. ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์
2. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่
3. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่

ปัจจัยรอง (Sub plot) มี 4 กรรมวิธี

1. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
2. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
3. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
4. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

แปลงทดลองดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ และใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย ที่มีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 0.98 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ อัตรา 520 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 5 กิโลกรัม และอัตรา 1,040 กิโลกรัมน้ำหนักแห้งต่อไร่ มีปริมาณไนโตรเจนเทียบเท่า 10 กิโลกรัม

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 3 กรรมวิธี คือ
1. ไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์
2. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่
3. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่
ปัจจัยรอง (Sub plot) มี 4 กรรมวิธี
1. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
2. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
3. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
4. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง 1. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
2. แปลงทดลอง ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช
3. แปลงเกษตรกร ตำบลเกาะเทโพ อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียม+ไนเทรต) ของปุ๋ยหมักในช่วง 0-180 วันหลังบ่มในดินร่วนเหนียว พบว่า ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อย มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียม+ไนเทรต) สูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่น (Figure 1) ส่วนในดินร่วนปนทราย พบว่า ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียม+ไนเทรต) ของปุ๋ยหมักในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม ปุ๋ยหมักมูลวัว มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียม+ไนเทรต) สูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ (Figure 2) จากการทดลองในห้องปฏิบัติการปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยมีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) และอัตราการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว และดินร่วนปนทราย สูงกว่าปุ๋ยหมักชนิดอื่นๆ จึงใช้ปุ๋ยหมักกากตะกอนหม้อกรองอ้อยมาทดลองในแปลงทดลองทั้ง 2 แปลง

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 1

ผลผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองดินร่วนเหนียว (Table 1) พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,292.07 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่ให้ผลผลิต 3,258.54 3,131.56 และ 3,037.57 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 2,147.47 2,306.01และ 2,711.04 กก./ไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองดินร่วนปนทราย (Table 2) พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,649.55 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 3,648.61 3,513.16 3,436.19 และ3,351.62 กก./ไร่ แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ (กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) อัตรา 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์(กากตะกอนหม้อกรองอ้อย) 350 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 2,989.26 และ2,957.26 กก./ไร่ ตามลำดับ

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 2

ผลผลิตข้าวโพดหวานในดินร่วนเหนียว (Table 3) พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 2,662.2 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิต 2,538.2 และ2,493.2 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่พบว่าปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,205.5 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 10-5-5 และ0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,058.3 2,515.7 และ 1,478.4 กก./ไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตข้าวโพดหวานในดินร่วนปนทราย (Table 4) พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ การใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1,040 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,358.1 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การไม่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ และการใส่ปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 520 กก.น้ำหนักแห้ง/ไร่ ที่ให้ผลผลิต 3,273.6 และ3,122.7 กก./ไร่ ตามลำดับ และปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 (N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่) ให้ผลผลิตสูงสุด 3,325.7 กก./ไร่ รองลงมาได้แก่ การใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 20-5-10 และ10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,250.9 3,218.4 และ 3,210.8 กก./ไร่ ตามลำดับ

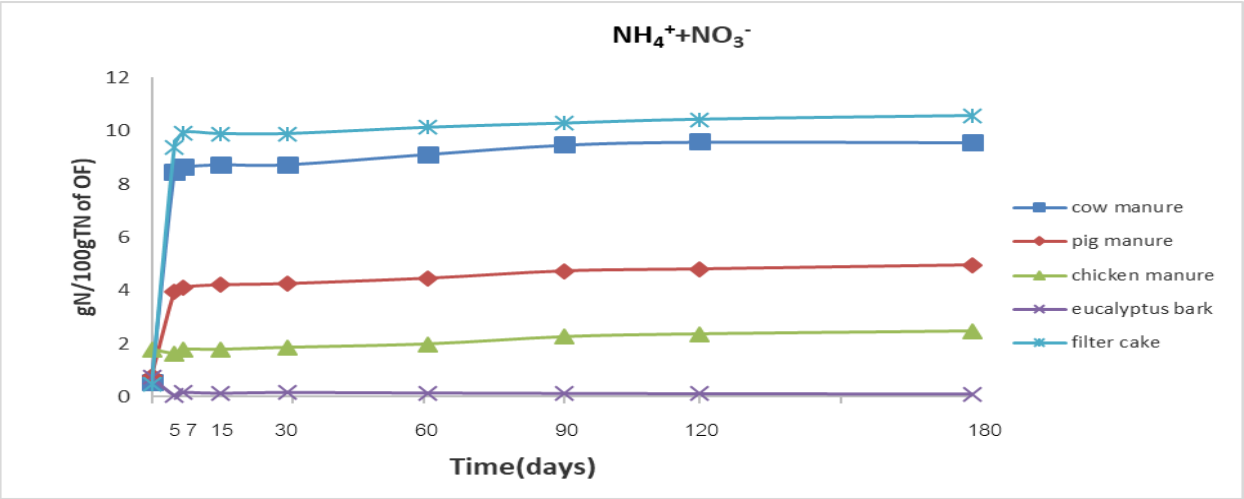


Figure 1 Accumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of the compost in clay loam (refute value in soil)

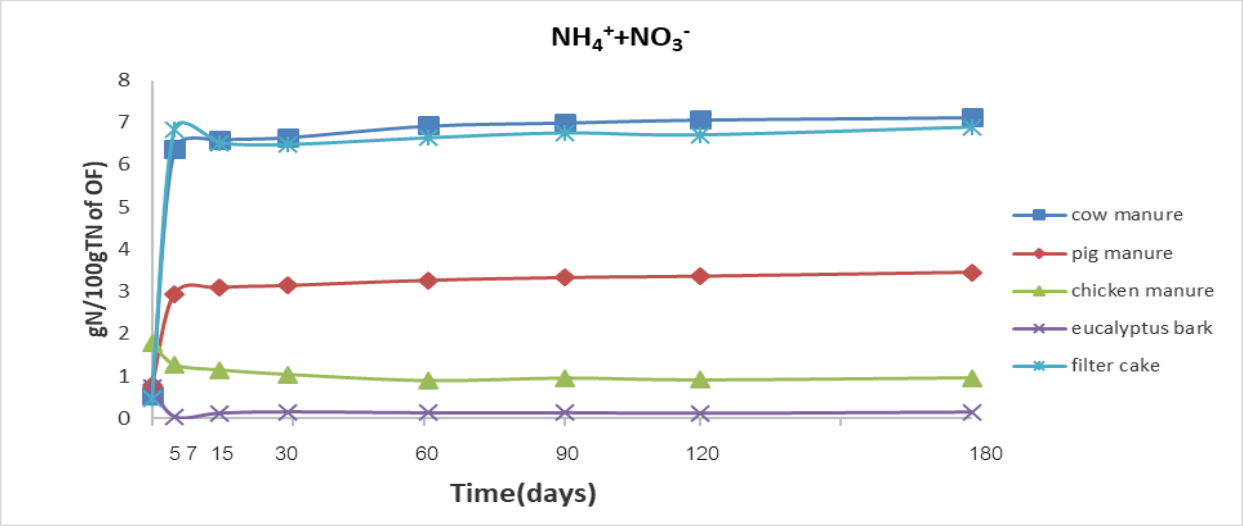


Figure 2 Accumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release of the compost in sandy loam (refute value in soil)

Table 1 First Yield of sweet corn in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)
1. CF rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	2,147.47 d
2. OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	2,306.01 cd
3. CF rate 5-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	2,711.04 bc
4. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,037.57 ab
5. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,131.56 ab
6. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,292.07 a
7. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,258.54 ab
average	2,840.60
C.V. (%)	12.1

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

Table 2 First Yield of sweet corn in sandy loam

Treatment	Yeild (kg/rai)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	2,989.26 b
2. OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	2,957.26 b
3. CF rate 5-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,436.19 ab
4. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,648.61 a
5. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,351.62 ab
6. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + OF (filter cake) rate 350 kg dry weight/rai	3,649.55 a
7. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,513.16 ab
average	3,367.95
C.V. (%)	10.2

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

Table 3 Second Yield of sweet corn in clay loam

Chemical Fertilizer rate ($N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่)	Organic fertilizer			
	1. No OF	2. OF rate 520 kg dry weight/rai	3. OF rate 1,040 kg dry weight/rai	average
1. 0-5-5	1,486.3	1,240.2	1,708.8	1,478.4 c
2. 10-5-5	2,407.8	2,670.5	2,468.9	2,515.7 b
3. 15-5-5	3,040.6	3,068.8	3,065.6	3,058.3 a
4. 20-5-5	3,218.0	2,993.3	3,405.3	3,205.5 a
average	2,538.2	2,493.2	2,662.2	2,564.5

CV (a) = 1.5% CV (b) = 13.6%

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

Table 4 Second Yield of sweet corn in sandy loam (cm)

Chemical Fertilizer rate ($N-P_2O_5-K_2O$ กก./ไร่)	Organic fertilizer			
	1. No OF	2. OF rate 520 kg dry weight/rai	3. OF rate 1,040 kg dry weight/rai	average
1. 0-5-10	3,231.5	3,034.9	3,486.3	3,250.9
2. 10-5-10	3,076.6	3,130.8	3,425.0	3,210.8
3. 15-5-10	3,353.0	3,434.0	3,190.2	3,325.7
4. 20-5-10	3,433.5	2,891.0	3,330.8	3,218.4
average	3,273.6	3,122.7	3,358.1	3,251.5

CV (a) = 17.9% CV (b) = 7.4%

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

การทดลองที่ 2 ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีแทนนินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน

อุปกรณ์

1. วัสดุอินทรีย์ที่เหลือทิ้งจากการเกษตร เช่น เปลือกมังคุด เปลือกสับปะรด ใบฝรั่ง ใบชา ฯลฯ
2. เมล็ดข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3
3. ปุ๋ยเคมี 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-60
4. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เช่น ขวดชมพู่ ตู้อบ

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างวัสดุอินทรีย์เหลือทิ้งจากการเกษตร
2. เก็บตัวอย่างดินร่วนเหนียว จังหวัดลพบุรี และดินร่วนปนทราย จังหวัดอุทัยธานี
3. บ่มตัวอย่างดินที่มีปริมาณแทนนินอัตราต่างๆ ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
4. วิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม และไนเทรต ตามระยะเวลา 0 1 3 5 7 15 30 60 90 120 และ 180 วัน

5. คัดเลือกปริมาณแทนนินที่มีการสะสมการปลอดปล่อยแอมโมเนียม+ไนเทตรต่ำมาใช้ในแปลงทดลอง

6. ใช้เปลือกมังคุดบดในปริมาณสารที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยทำการทดสอบในแปลงทดลองข้าวโพดหวาน

การทดลองในห้องปฏิบัติการ

1. เก็บตัวอย่างดินร่วนเหนียว จังหวัดลพบุรี และดินร่วนปนทราย จังหวัดอุทัยธานี

2. ศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่คลุกด้วยสารแทนนินโดยการบ่มในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแทนนินในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
2) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.1 เปอร์เซ็นต์)
3) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.2 เปอร์เซ็นต์)
4) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.3 เปอร์เซ็นต์)
5) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.4 เปอร์เซ็นต์)
6) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + กรดแทนนิก (แทนนิน 0.5 เปอร์เซ็นต์)

3. บ่มตัวอย่างดินที่มีกรดแทนนิกอัตราต่างๆ ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

4. วิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม และไนเทรต ตามระยะเวลา 0 1 3 5 7 15 30 60 90 120 และ 180 วัน

5. คัดเลือกปริมาณกรดแทนนินที่มีการสะสมการปลอดปล่อยแอมโมเนียม+ไนเทรตต่ำมาใช้ในแปลงทดลอง

6. นำผลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยทำการทดสอบในแปลงทดลองข้าวโพดหวาน

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 1

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 95.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 128.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน)

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

3) ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

4) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

5) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

แปลงทดลองดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน)

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

3) ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

4) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

5) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 2

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 177.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 191.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน)

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่เปลือกมังคุด

2) ใส่เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

3) ใส่เปลือกมังคุด อัตรา 15.78 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.5% แทนนิน/นน.แห้ง)

ปัจจัยรอง (Sub plot) มี 4 กรรมวิธี

1) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

แปลงทดลองดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ มาคลุกเปลือกมังคุดบดอัตรา 3.22 กิโลกรัมต่อไร่ (เทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์แทนนิน)

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่เปลือกมังคุด

2) ใส่เปลือกมังคุด อัตรา 3.22 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.1% แทนนิน/นน.แห้ง)

3) ใส่เปลือกมังคุด อัตรา 15.78 กก./ไร่ (เทียบเท่า 0.5% แทนนิน/นน.แห้ง)

ปัจจัยรอง (Sub plot) มี 4 กรรมวิธี

1. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

3. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

4. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง 1. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
2. แปลงทดลอง ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช
3. แปลงเกษตรกร ตำบลเกาะเทโพ อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ปริมาณสารแทนนินในวัสดุอินทรีย์ 13 ชนิด ที่เก็บรวบรวมจากสถานที่ต่างๆ รวมจำนวน 22 ตัวอย่าง มีปริมาณสารแทนนินเป็นองค์ประกอบแตกต่างกัน (Table 5)

Table 5 Tannin content analysis of organic materials

Organic materials	Tannin content (%)
1. mangosteen peel	16.35
2. salak peel	8.20
3. pineapple peel	5.78-9.21
4. papaya peel	15.77
5. durian peel	4.73
6. banana peel	5.52-7.47
7. pomelo peel	21.10
8. guava leaves	19.69-31.34
9. oolong tea leaves no.12	17.36-33.07
10. assam tea	19.73-30.12
11. fermented tea leaves	25.77-30.39
12.tea leaves	25.77-30.39
13. tobacco leaves	27.22

และจากผลการวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินของวัสดุอินทรีย์สามารถจัดกลุ่มได้ (Table 5)

Table 6 Group of tannin content of organic materials

Tannin content (%)	Organic materials
Low (< 10 %)	salak peel, pineapple peel, durian peel, banana peel, pineapple peel
Medium (10-20 %)	mangosteen peel, papaya peel, guava leaves, oolong tea leaves no.12
High (> 20 %)	pomelo peel, guava leaves, oolong tea leaves no.12, assam tea, tea leaves, tobacco leaves

ผลการทดลองบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

ร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินทุกอัตราที่บ่มในดินร่วนเหนียวในช่วง 0-180 วันหลังบ่มในดินร่วนเหนียว มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน (Figure 3) ในดินร่วนปนทรายมีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ของปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยแทนนินทุกอัตราที่บ่มในดินร่วนเหนียวในช่วง 0-180 วันหลังบ่ม มีร้อยละของการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ต่ำกว่าปุ๋ยยูเรียที่ไม่ได้คลุกด้วยแทนนิน (Figure 4)

จากการทดลองในห้องปฏิบัติการการคลุกปุ๋ยไนโตรเจน (46-0-0) ด้วยแทนนินอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์มีการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ต่ำกว่าแทนนินอัตราอื่นๆ จึงใช้แทนนินอัตรา 0.1 เปอร์เซ็นต์มาทดลองในแปลงทดลองทั้ง 2 แปลง

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 1

ผลผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองดินร่วนเหนียว (Table 7) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,565 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,527 และ 3,335 กก./ไร่ แต่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่ให้ผลผลิต 2,858 และ 1,984 กก./ไร่ ตามลำดับ

ผลผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองดินร่วนปนทราย (Table 8) พบว่ากรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,976 กก./ไร่ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่คลุกเปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,867 3,782 และ 3,571 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,027 กก./ไร่

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 2

ผลผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองดินร่วนเหนียว (Table 9) พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใช้เปลือกมังคุด การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 2,834.5 กก./ไร่ การไม่ใช้เปลือกมังคุด และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 2,747.5 และ 2,728.0 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่พบว่าปัจจัยรอง คือการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 15-5-5 และ10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ให้ผลผลิตสูงสุด 2,984.0 2,968.0 และ2,782.0 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ที่ให้ผลผลิต 2,346.0 กก./ไร่

ผลผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองดินร่วนปนทราย (Table 10) พบว่า ปัจจัยหลัก คือ การไม่ใช้เปลือกมังคุด การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยไม่มีการใช้เปลือกมังคุด ให้ผลผลิต 3,022.3 กก./ไร่ การใช้เปลือกมังคุดอัตรา 15.78 กก./ไร่ และการใช้เปลือกมังคุดอัตรา 3.22 กก./ไร่ ให้ผลผลิต 2,998.3 และ 2,941.0 กก./ไร่ ตามลำดับ แต่พบว่าปัจจัยรองมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิต 3,223.3 กก./ไร่ แต่ไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 10-5-10 โดยให้ผลผลิต 3,170.3 และ 3,030.6กก./ไร่ ในขณะที่ การใส่ปุ๋ย 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ ให้ผลผลิตต่ำที่สุด 2,524.3 กก./ไร่ ตามลำดับ

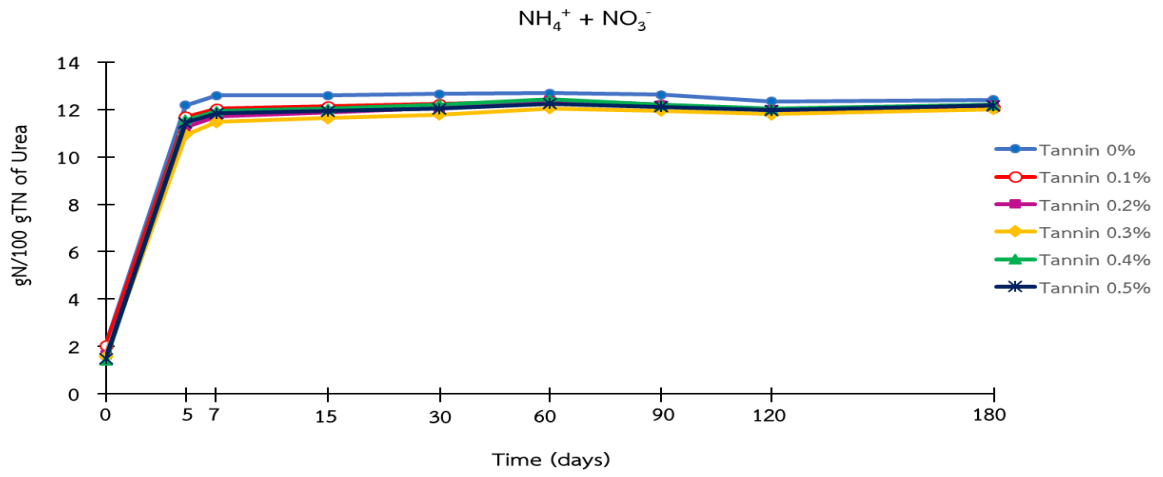


Figure 3 Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in clay loam

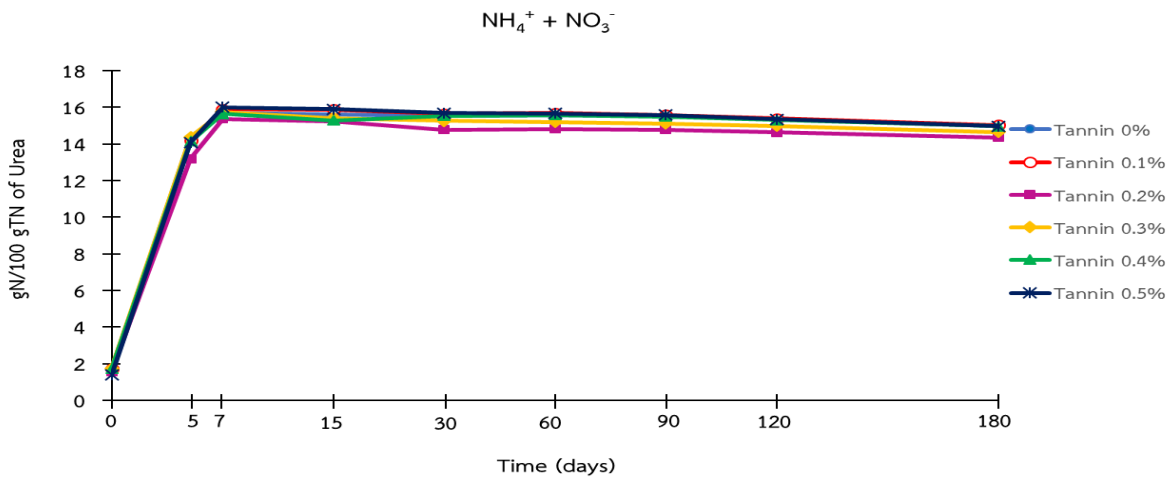


Figure 4 Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in sandy loam

Table 7 First Yield of sweet corn in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)
1. CF rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	1,984 c
2. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	2,858 b
3. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,335 a
4. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,565 a
5. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,527 a
Average	3,053.8
C.V. (%)	9.0

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

Table 8 First Yield of sweet corn in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,027 b
2. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,571 a
3. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,782 a
4. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3,976 a
5. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,867 a
Average	3,644.6
C.V. (%)	9.5

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

Table 9 Second Yield of sweet corn in clay loam (kg/rai)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg./rai)	Organic material			
	1. No Mangosteen peel	2. Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3. Mangosteen peel rate 15.78 kg/rai (0.5% Tannin)	Average
1. 0-5-5	2,548	2,492	1,998	2,346.0 b
2. 10-5-5	2,863	2,732	2,751	2,782.0 a
3. 15-5-5	2,785	3,168	2,999	2,984.0 a
4. 20-5-5	2,794	2,946	3,164	2,968.0 a
Average	2,747.5	2,834.5	2,728.0	2770.0

CV (a) = 10.5% CV (b) = 12.2%

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

Table 10 Second Yield of sweet corn in sandy loam (Kg/rai)

Chemical Fertilizer rate ($N-P_2O_5-K_2O$ kg./rai)	Organic material			
	1. No Mangosteen peel	2. Mangosteen peel rate 3.22 kg/rai (0.1% Tannin)	3. Mangosteen peel rate 15.78 kg/rai (0.5% Tannin)	Average
1. 0-5-10	2,489	2,433	2,651	2,524.3 b
2. 10-5-10	3,070	2,921	3,101	3,030.6 a
3. 15-5-10	3,308	3,094	3,109	3,170.3 a
4. 20-5-10	3,222	3,316	3,132	3,223.3 a
Average	3,022.25	2,941.0	2,998.3	2,987.13

CV (a) = 13.2% CV (b) = 9.7%

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

การทดลองที่ 3 ผลของวัสดุอินทรีย์ที่มีสารในกลุ่มเมเลียซินเป็นองค์ประกอบในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน

อุปกรณ์

1. กากสะเดา
2. เมล็ดข้าวโพดหวานพันธุ์ไฮบริกซ์ 3
3. ปุ๋ยเคมี 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-60
4. อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ เช่น ขวดชมพู่ ตู้อบ

วิธีการ

1. เก็บตัวอย่างดินร่วนเหนียว จังหวัดลพบุรี และดินร่วนปนทราย จังหวัดอุทัยธานี
2. บ่มตัวอย่างดินที่มีปริมาณแทนนินอัตราต่างๆ ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส
3. วิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม และไนเทรต ตามระยะเวลา 0 1 3 5 7 15 30 60 90 120 และ 180 วัน
4. คัดเลือกปริมาณสารในกลุ่มเมเลียซิน (Azadiracitin) ที่มีการสะสมการปลอดปล่อยแอมโมเนียม+ไนเทตรต่ำมาใช้ในแปลงทดลอง
5. ใช้กากสะเดาในปริมาณสารที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยทำการทดสอบในแปลงทดลองข้าวโพดหวาน

การทดลองในห้องปฏิบัติการ

1. เก็บตัวอย่างดินร่วนเหนียว จังหวัดลพบุรี และดินร่วนปนทราย จังหวัดอุทัยธานี
2. ศึกษาการปลดปล่อยธาตุอาหารไนโตรเจนของปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) ที่คลุกด้วยสารในกลุ่มเมเลียซินโดยการบ่มในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารในกลุ่มเมเลียซินในการยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชั่น (Nitrification) ของปุ๋ยไนโตรเจน ในดินร่วนเหนียว จ.ลพบุรี และดินร่วนปนทราย จ.อุทัยธานี

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) 4 ซ้ำ 6 กรรมวิธี คือ

1) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0)
2) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01 เปอร์เซ็นต์)
3) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.02 เปอร์เซ็นต์)

4) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.03 เปอร์เซ็นต์)

5) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.04 เปอร์เซ็นต์)

6) ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) + สารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.05 เปอร์เซ็นต์)

3. บ่มตัวอย่างดินที่มีสารสกัดจากสะเดา (สารในกลุ่มเมเลียซิน) อัตราต่างๆ ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

4. วิเคราะห์หาปริมาณแอมโมเนียม และไนเทรต ตามระยะเวลา 0 1 3 5 7 15 30 60 90 120 และ 180 วัน

5. คัดเลือกปริมาณสารในกลุ่มเมเลียซินที่มีการสะสมการปลอดปล่อยแอมโมเนียม+ไนเทรตต่ำมาใช้ในแปลงทดลอง

6. นำผลที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน โดยทำการทดสอบในแปลงทดลองข้าวโพดหวาน

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 1

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 95.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 128.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ มาคลุกกากสะเดาบดอัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + กากสะเดา อัตรา 3.8 กก./ไร่

3) ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + กากสะเดา อัตรา 3.8 กก./ไร่

4) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + กากสะเดา อัตรา 3.8 กก./ไร่

5) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

แปลงทดลองดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ มาคลุกกากสะเดาบดอัตรา 3.8 กิโลกรัมต่อไร่ (สารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01%)

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 กรรมวิธี 4 ซ้ำ ประกอบด้วย

1) ใส่ปุ๋ยอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

2) ใส่ปุ๋ยอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + กากสะเดา อัตรา 3.8 กก./ไร่

3) ใส่ปุ๋ยอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + กากสะเดา อัตรา 3.8 กก./ไร่

4) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่ + กากสะเดา อัตรา 3.8 กก./ไร่

5) ใส่ปุ๋ยอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 2

แปลงทดลองดินร่วนเหนียว ที่ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี จ.ลพบุรี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 177.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 191.33 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ มาคลุกกากสะเดาบด

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่กากสะเดา
2) ใส่กากสะเดา อัตรา 3.8 กิโลกรัมไร่
3) ใส่กากสะเดา อัตรา 19 กิโลกรัมไร่

ปัจจัยรอง (Sub plot) มี 4 กรรมวิธี

1) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
2) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
3) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
4) ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

แปลงทดลองดินร่วนทราย จ.อุทัยธานี ผลการวิเคราะห์ดินมีปริมาณอินทรียวัตถุ 1.22 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 42.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 98.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะต้องใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเท่ากับ 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัมต่อไร่ มาคลุกกากสะเดาบด

วางแผนการทดลองแบบ Split plot in RCB ประกอบด้วยปัจจัยหลัก (Main plot) จำนวน 3 กรรมวิธี ปัจจัยรอง (Sub plot) จำนวน 4 กรรมวิธี มีจำนวน 3 ซ้ำ ดังนี้

ปัจจัยหลัก (Main plot) มี 3 กรรมวิธี คือ

1) ไม่ใส่กากสะเดา
2) ใส่กากสะเดา อัตรา 3.8 กิโลกรัมไร่
3) ใส่กากสะเดา อัตรา 19 กิโลกรัมไร่

ปัจจัยรอง (Sub plot) มี 4 กรรมวิธี

1. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
2. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
3. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่
4. ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กก./ไร่

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2560 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง 1. กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
2. แปลงทดลอง ศูนย์ขยายเมล็ดพันธุ์พืชลพบุรี กองวิจัยพัฒนาเมล็ดพันธุ์พืช
3. แปลงเกษตรกร ตำบลเกาะเทโพ อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลการทดลองบ่มดินในห้องปฏิบัติการ

ร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนียมไนโตรเจน+ไนเทรตไนโตรเจน) ช่วง 0-180 วันหลังบ่ม พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.52 8.67 และ 8.91 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 5) ในดินร่วนปนทรายร้อยละการสะสมการปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจน (แอมโมเนีย+ไนเทรต) ช่วง 0-180 วันหลังบ่ม พบว่า ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดสะเดา 0.02 เปอร์เซ็นต์ มีค่าร้อยละการสะสม

การปลดปล่อยอนินทรีย์ไนโตรเจนต่ำสุด รองลงมาคือ ปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.03 เปอร์เซ็นต์ และปุ๋ยยูเรียที่คลุกด้วยสารสกัดจากสะเดา 0.01 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.49 11.59 และ 11.70 กรัม N/100 กรัม TN ตามลำดับ (Figure 6) แต่เนื่องจากค่าเฉลี่ยที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันดังนั้นปริมาณสารที่จะนำมาใช้ในการทดลองในแปลงทดลองจึงเลือกปริมาณสารในกลุ่มเมเลียซิน 0.01 เปอร์เซ็นต์

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 1

ผลผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองดินร่วนเหนียว (Table 11) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,443.92 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิต 3,089.23 กิโลกรัม/ไร่ และ กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ผลผลิตต่ำสุด 2,250.40 กิโลกรัม/ไร่

ผลผลิตข้าวโพดหวานในแปลงทดลองดินร่วนปนทราย (Table 12) พบว่า กรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับกากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตสูงสุด 3,964.80 กิโลกรัม/ไร่ แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่น ยกเว้น กรรมวิธีที่ไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ผลผลิตต่ำสุด 3,305.75 กิโลกรัม/ไร่

การทดลองในแปลงทดลอง ปีที่ 2

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 13) พบว่า ปัจจัยหลักการใส่กากสะเดาในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในปัจจัยรองการใส่ปุ๋ยเคมีทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้น กรรมวิธีการไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน (0-5-5 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่) ให้ผลผลิตต่ำสุด 2,074.4 กิโลกรัม/ไร่ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับปัจจัยร่วม

ผลผลิตข้าวโพดหวาน (Table 14) พบว่า ปัจจัยหลักกรรมวิธีที่ใส่กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิตเฉลี่ยสูงสุด 3,358.2 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาคือกรรมวิธีใส่กากสะเดา 3.8 กิโลกรัม/ไร่ และกรรมวิธีที่ไม่ใส่กากสะเดา ให้ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 3,324.8 และ 3,315.1 กิโลกรัม/ไร่ การใส่กากสะเดา 19 กิโลกรัม/ไร่ ร่วมกับการใส่ปุ๋ยเคมี 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ ให้ผลผลิต 3,5921 กิโลกรัม/ไร่ สูงกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีอัตรา 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O กิโลกรัม/ไร่ เพียงอย่างเดียว (3,426.8 กิโลกรัม/ไร่)

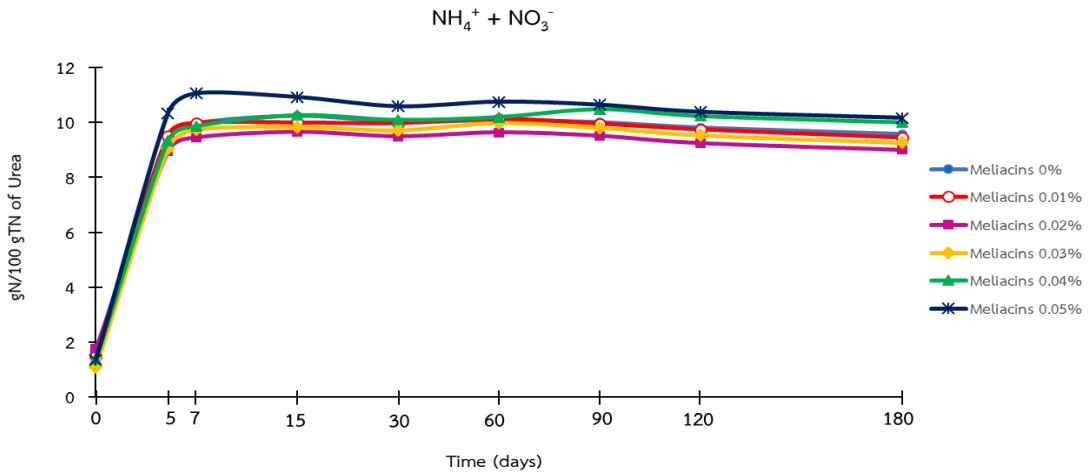


Figure 5 Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in clay loam

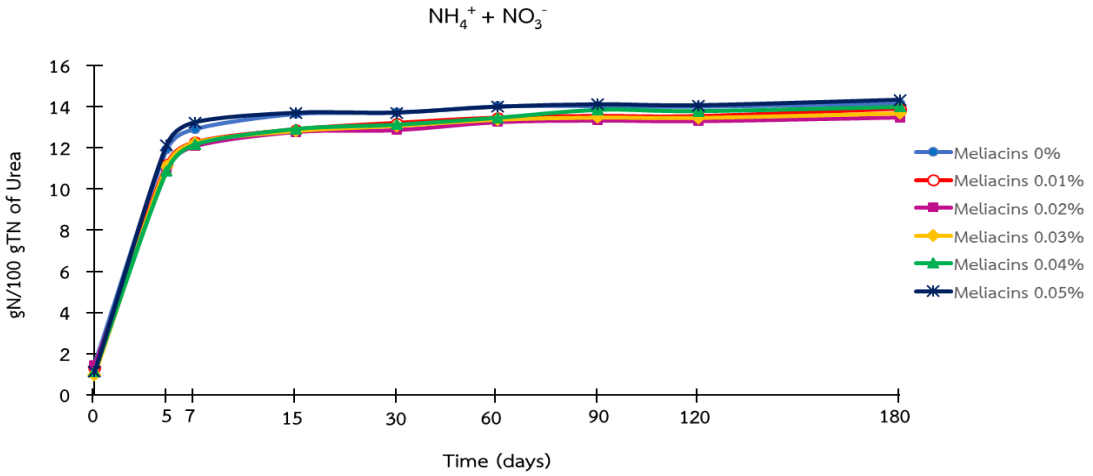


Figure 6

Cumulative percentage of inorganic nitrogen (ammonium+nitrate) release from urea fertilizer (46-0-0) mixed with tannin in sandy loam

Table 11 First Yield of sweet corn in clay loam

Treatment	Yield (kg/rai)
1. CF rate 0-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	2,250.40 c
2. CF rate 10-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,089.23 b
3. CF rate 15-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,443.92 a
4. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,408.15 a
5. CF rate 20-5-5 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,433.64 a
Average	3,125.06
C.V. (%)	6.4

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

Table 12 First Yield of sweet corn in sandy loam

Treatment	Yield (kg/rai)
1. CF rate 0-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,305.75 b
2. CF rate 10-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,723.28 a
3. CF rate 15-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,755.89 a
4. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai + neem powder rate 3.8 kg/rai (0.01% Azadiractin)	3,964.80 a
5. CF rate 20-5-10 N-P_2O_5-K_2O kg/rai	3,735.01 a
Average	3,696.95
C.V. (%)	6.4

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

Table 13 Second Yield of sweet corn in clay loam (kg/rai)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg./rai)	Organic material			
	1. No Neem powder	2. Neem powder rate 3.8 kg/rai	3. Neem powder rate 19 kg/rai	Average
1. 0-5-5	2,101.2	2,160.5	1,961.5	2,074.4 b
2. 10-5-5	2,195.7	2,451.8	2,367.1	2,338.2 a
3. 15-5-5	2,372.3	2,550.5	2,326.4	2,416.4 a
4. 20-5-5	2,175.1	2,521.3	2,584.8	2,427.0 a
Average	2,211.1	2,421.0	2,310.0	2,314.0

CV (a) = 5.6% CV (b) = 8.7%

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

Table 14 Second Yield of sweet corn in sandy loam (Kg/rai)

Chemical Fertilizer rate (N-P_2O_5-K_2O kg./rai)	Organic material			
	1. No Neem powder	2. Neem powder rate 3.8 kg/rai	3. Neem powder rate 19 kg/rai	Average
1. 0-5-10	3,276.0	3,139.2	2,920.6	3,111.9
2. 10-5-10	3,342.5	3,321.9	3,501.2	3,388.5
3. 15-5-10	3,215.1	3,475.9	3,419.2	3,370.0
4. 20-5-10	3,426.8	3,362.2	3,591.6	3,460.2
Average	3,315.1	3,324.8	3,358.2	3,332.7

CV (a) = 12.7% CV (b) = 8.9%

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

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ/คำแนะนำ

1. สรุปได้ว่าการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถเพิ่มผลผลิตข้าวโพดหวานได้

2. การใส่ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 25 เปอร์เซ็นต์ตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน

3. การใช้เปลือกมังคุด (มีแทนนินเทียบเท่า 0.1 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ย 25 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว

4. การใช้กากสะเดา (มีสารในกลุ่มเมเลียซินเทียบเท่า 0.01 เปอร์เซ็นต์) คลุกร่วมกับการลดการใส่ปุ๋ย 25 เปอร์เซ็นต์ตามค่าวิเคราะห์ดิน สามารถให้ผลผลิตข้าวโพดหวานไม่แตกต่างกับการใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพียงอย่างเดียว

5. การใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อเพิ่มความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจน การผลิตปุ๋ยอินทรีย์ใช้เอง เป็นแนวทางในการใช้วัสดุอินทรีย์เหลือใช้ที่มีอยู่อย่างคุ้มค่าและเป็นการลดต้นทุนเมื่อเปรียบเทียบกับการซื้อปุ๋ยอินทรีย์ตามท้องตลาด

6. การใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีสารแทนนิน และสารในกลุ่มเมเลียซิน เป็นวัสดุเหลือทิ้งที่สามารถหาและรวบรวมได้ในพื้นที่เกษตร ตามข้อมูลในงานวิจัยสามารถนำมาใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพื่อใช้ในข้าวโพดหวานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความเป็นประโยชน์ของปุ๋ยไนโตรเจนได้

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

สามารถนำผลการศึกษาความเป็นประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ และการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนร่วมกับการใช้เปลือกมังคุดหรือกากสะเดาซึ่งเป็นวัสดุอินทรีย์มาใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืชและลดการสูญเสียปุ๋ยไนโตรเจนในสภาพพื้นที่ดินร่วนเหนียว และดินร่วนทราย รวมทั้งเป็นข้อมูลในการตัดสินใจวางแผนการผลิตให้กับเกษตรกร ผู้สนใจ นักวิชาการ หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

จารุวรรณ วรรณประเสริฐ, ศุภชัย อำคา และธงชัย มาลา. 2556. ***ผลของปุ๋ยไนโตรเจนละลายช้า และปุ๋ยเคลือบสารยับยั้งกระบวนการไนตริฟิเคชันต่อการเจริญเติบโตของพริกหวานและไนโตรเจนอนินทรีย์ในชุดดินกำแพงแสน***. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2(2): 46-63.

ธงชัย มาลา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์, ศุภชัย อำคา และสิรินภา ช่วงโอภาส. 2554. **ผลของปุ๋ยไนโตรเจนจากปุ๋ยละลายช้าและไนตริฟิเคชันอินฮิบิเตอร์ต่อการเจริญเติบโตของกล้าพืช.** รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พีรพงษ์ เชาวนพงษ์, สมบูรณ์ ประภาพรรณพงศ์, ศรีสุดา รื่นเจริญ, รัฐกร สืบคำ และทิวาพร ผดุง. 2553. ***การศึกษาการสลายตัวและการปลดปล่อยธาตุอาหารพืชของปุ๋ยหมักจากวัตถุดิบต่างๆ***. รายงานงานวิจัย กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

มะลิวัลย์ เทพพูลผล. 2538. ***ผลกระทบของเปลือกมังคุดต่อพฤติกรรมของไนโตรเจนในดิน***. การประชุมวิชาการประจำปี 2538 กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. หน้า 110-119.

มะลิวัลย์ เทพพูลผล. 2541. ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เปลือกมังคุดในการเกษตร. ***ปฐพีสาร กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร*** ปีที่ 7 ฉบับที่ 4. 4 หน้า

เรวดี ดีมาก, ยุพิน สรวิสูตร, นรีลักษณ์ ชูวรเวช. 2543. ***ผลการใช้สะเดาต่อการปลอปล่อยธาตุอาหารในปุ๋ยผสมปั้นเม็ด***. เอกสารประกองการประชุมวิชาการประจำปี 2543 กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 129-138.

สมฤทัย ตันเจริญ, ศุภกาญจน์ ล้วนมณี, พีรพงษ์ เชาวนพงษ์, สุปรานี มั่นหมาย. 2550. ***การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากปุ๋ยคอกและปุ๋ยหมัก***. ผลงานฉบับเต็ม กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา สำนักวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร.

Tandon H.L.S.1987. ***Status of fertilizer under development in India***. Fert.Res.13.181-189.

การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์กับพริกขี้หนูผลใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันตก

Increasing Efficiency Using of Chemical and Organic Fertilizer on Big Kenoo Chili (*Capsicum annuum* L.) Production in Western Thailand

ชัชธนพร เกื้อหนุน[1] *พีรพงษ์ เชาวนพงษ์*[1] *สายน้ำ อุดพ้วย*[1] *นางสาวนุชนาฏ ตันวรรณ*[1]
นางสาวกิตจเมธ แจ้งศิริกุล[1] *นายอนุสรณ์ เทียนศิริฤกษ์*[1] *นางวิลาวัณย์ ใคร่ครวญ*[2]
Chattanaporn Kueanoon[1] *Perapong Chaowanapong*[1] *Sainam Udpuay*[1] *Nutchanat Tunwan*[1]
Kitchamet Chaengsirikul[1] *Anusorn Tiensiriroek*[1] *Willawan Kraikruan*[2]

กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

A field experiment was conducted at Kanchanaburi Agricultural Research and Development Center in Kanchanaburi province, during 2017-2019 to study the increasing efficiency using of chemical and organic fertilizer on big kenoo chili (*Capsicum annuum* L.) production in the west of Thailand. Treatments were laid out in 2x2x2+1 Factorial in RCB with three replications. The treatments were two levels of nitrogen (10 and 20 kilogram N/rai), two levels of phosphorus (5 and 10 kilogram P_2O_5/rai) and two levels of potassium (12 and 24 kilogram K_2O/rai), all plots input organic fertilizer at the rate of 1,000 kilogram DW/rai. Nine treatments as followed: 1) 0-0-0 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai 2) 10-5-12 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai 3) 10-5-24 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai 4) 10-10-12 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai 5) 10-10-24 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai 6) 20-5-12 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai 7) 20-5-24 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai 8) 20-10-12 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai และ 9) 20-10-24 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai.

The result showed that the highest yield (1,418 kilogram/rai) was noticed with the fertilizer application at the rate of 10-10-12 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai + manure at the rate of 1,000 kilogram DW/rai for big kenoo chili grown in western Thailand, which maximized benefit for economic returns. Application of 10-10-12 kilogram N-P_2O_5-K_2O/rai significant increased plant fresh weight, plant dry matter and dry weight of pod chilli. The ratio of plant nutrient concentration on upper part of plant (leave+shoot) was N>K>Ca>Mg>P and decreased with increasing plant growth stage, while calcium

1 กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร
50 ถ.พหลโยธิน เขตลาดยาว แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ
1 Soil science group, Agricultural Production Sciences Research and Development Office, Department of Agriculture.
50 Phaholyothin road, Ladyao, Chatchuchak, Bangkok, Thailand.
2 สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร
50 ถ.พหลโยธิน เขตลาดยาว แขวงจตุจักร กรุงเทพฯ
2 Horticultural Research Institute
50 Phaholyothin road, Ladyao, Chatchuchak, Bangkok, Thailand

increased with increasing the plant growth stage. On flowering stage to fruiting setting stage, total nutrient uptake in chilli (plant +chili pod) has a high nitrogen and potassium uptake (34 and 34 percent, respectively) and were higher than calcium, phosphorus and magnesium with 20 8 and 4 percent, respectively. Crop nutrient requirement in big kenoo chili was 18.61 16.21 13.68 4.86 and 4.05 kilogram N K_2O CaO MgO and P_2O_5 /rai, respectively.

Key words: Big kenoo chili (*Capsicum annuum* L.), chemical fertilizer, organic fertilizer, Western Thailand

บทคัดย่อ

การศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์กับพริกขี้หนูผลใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันตก ณ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ดำเนินการทดลองในปี 2560-2562 ใช้แผนการทดลองแบบ 2x2x2+1 Factorial in RCB ประกอบด้วย 3 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับ คือ 10 และ 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปัจจัยที่ 2 ปุ๋ยฟอสเฟต 2 ระดับ คือ 5 และ 10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และ ปัจจัยที่ 3 ปุ๋ยโพแทช 2 ระดับ คือ 12 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ รวม 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย 1) 0-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 2) 10-5-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3) 10-5-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 4) 10-10-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 5) 10-10-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 6) 20-5-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 7) 20-5-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 8) 20-10-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ และ 9) 20-10-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยมูลวัวอัตรา 1,000 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งต่อไร่

ผลการทดลองพบว่าการผลิตพริกขี้หนูผลใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันตก ให้ใส่ปุ๋ย 10-10-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลวัวอัตรา 1,000 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งต่อไร่ ถือว่าคุ้มค่ากับการลงทุนเพราะให้ผลตอบแทนในค่า VCR สูงสุด และให้ผลผลิตน้ำหนักสดพริก 1,418 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับน้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งตอซังและน้ำหนักแห้งผล สัดส่วนความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในส่วนลำต้น+ใบ N>K>Ca>Mg>P และมีปริมาณลดลงตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ยกเว้นแคลเซียมซึ่งมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้พบว่า ช่วงออกดอก-ช่วงพัฒนาผล ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมในต้นและผลไม่แตกต่างกัน (34 และ 34 เปอร์เซ็นต์) แต่สูงกว่าแคลเซียม ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม (20 8 และ 4 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ) ความต้องการธาตุอาหารของพริกขี้หนูผลใหญ่ สำหรับไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียมและฟอสฟอรัส เท่ากับ 18.61 16.21 13.68 4.86 และ 4.05 กิโลกรัม N K_2O CaO MgO และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ

คำหลัก: พริกขี้หนูผลใหญ่, ปุ๋ยเคมี, ปุ๋ยอินทรีย์, ภาคตะวันตก

คำนำ

ประเทศไทยมีมูลค่าการส่งออกพริกและผลิตภัณฑ์ของพริกในปี 2556 ประมาณ 4.7 พันล้านบาท ส่วนการนำเข้าพริกและผลิตภัณฑ์เป็นมูลค่า 1.5 พันล้านบาท (กรมศุลกากร, 2556) การผลิตพริกอย่างมีประสิทธิภาพสามารถเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืชให้ตรงตามความต้องการและลดการนำเข้าได้ แต่องค์ความรู้การจัดการดินและการใช้ปุ๋ยที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากคำแนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับพริกในปัจจุบันไม่ได้เป็นคำแนะนำที่เฉพาะเจาะจงกับพริก แต่เป็นคำแนะนำเดียวกันกับการใช้ปุ๋ยกับมะเขือ มะเขือเทศ และ กระเจี๊ยบเขียว จึงอาจให้ธาตุอาหารไม่ตรงตามความต้องการของพริกอย่างแท้จริง อีกทั้งคำแนะนำดังกล่าวยังนำไปใช้กับการผลิตพริกในทุกพื้นที่ๆมีข้อจำกัดด้านสภาพภูมิอากาศและวัตถุต้นกำเนิดดิน การผลิตจึงมีประสิทธิภาพต่ำ การพัฒนาคำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพริกให้มีศักยภาพจำเป็นต้องมีข้อมูลปัจจัยการผลิตธาตุอาหารพืช ข้อมูลด้านดินและด้านพืชสำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปกำหนดการใส่ปุ๋ยให้เพียงพอกับความต้องการสูงสุดในระยะเจริญต่างๆของพริก อีกทั้งข้อมูลความต้องการธาตุอาหารของพืชที่ประเมินจากปริมาณธาตุอาหารที่สูญเสียในพริกที่พบว่ายังมีไม่มากและไม่ครอบคลุมในแต่ละพื้นที่ เพื่อเป็นการให้ปุ๋ยในปริมาณที่ไม่มากหรือน้อย

จนเกินไปอันอาจก่อผลเสียต่อการให้ผลผลิตที่ต้องการ อย่างไรก็ตาม การมุ่งเน้นเพียงแต่การใช้ปุ๋ยเคมีเป็นการจัดการดินในระยะสั้นและไม่ยั่งยืน การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีโดยจัดการร่วมกับใช้ปุ๋ยอินทรีย์ที่เหมาะสมจึงเป็นแนวทางจัดการปุ๋ยให้ธาตุอาหารในดินอีกแนวทางหนึ่ง ดังนั้น ความจำเป็นในการศึกษาวิจัยเพื่อทราบถึงความต้องการธาตุอาหารและการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยของพริก สำหรับนำไปปรับใช้ให้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยกับพริกขี้หนูผลใหญ่ได้อย่างเหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตเชิงปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ ดำรงสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินต่อการผลิตพืชอย่างยั่งยืนและไม่ก่อปัญหาต่อสภาพแวดล้อม

วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์ เมล็ดพริกพันธุ์ซูเปอร์ฮอท ปุ๋ยยูเรีย (46%N) ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21 %N) ปุ๋ยทริปเปิ้ลซูเปอร์ฟอสเฟต (46%P_2O_5) และปุ๋ยโพแทสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O) ปุ๋ยมูลวัว อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินและพืช สารเคมีวิเคราะห์ตัวอย่างดินและพืช อุปกรณ์ระบบน้ำ

- วิธีการ

-วางแผนการทดลองแบบ 2x2x2+1 Factorial in RCB ประกอบด้วย 3 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 ปุ๋ยไนโตรเจน 2 ระดับ คือ 10 และ 20 กิโลกรัม N ต่อไร่ ปัจจัยที่ 2 ปุ๋ยฟอสเฟต 2 ระดับ คือ 5 และ 10 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และปัจจัยที่ 3 ปุ๋ยโพแทช 2 ระดับ คือ 12 และ 24 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ รวม 9 กรรมวิธี 3 ซ้ำประกอบด้วย 1) 0-0-0 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 2) 10-5-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 3) 10-5-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 4) 10-10-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 5) 10-10-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 6) 20-5-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 7) 20-5-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ 8) 20-10-12 และ 9) 20-10-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ โดยทุกกรรมวิธีใส่ปุ๋ยมูลวัว อัตรา 1,000 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งต่อไร่

-ทำการปลูกพริกปี พ.ศ. 2560-2562 แต่ปี พ.ศ. 2561 เกิดโรคระบาดรุนแรงทำให้การปลูกพริกทั้ง 2 ฤดูไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ โดยทำแปลงทดลองในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี ไถเตรียมดินพร้อมเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูกวิเคราะห์ธาตุอาหาร เตรียมแปลงย่อยขนาด 4.0x6.0 เมตร ปลูกพริกแถวเดี่ยวใช้ระยะ 0.5x0.8 เมตร โรยปุ๋ยอินทรีย์ตามกรรมวิธีที่กำหนดก่อนปลูกพริกประมาณ 1 สัปดาห์ แล้วย้ายกล้าพริกอายุ 1 เดือนปลูก 1 ต้นต่อหลุม การใส่ปุ๋ย ครั้งแรกรองก้นหลุมด้วย PK เมื่อต้นกล้าตั้งตัวได้ดีแล้ว ใส่ 1/2N ซึ่งปุ๋ยไนโตรเจนส่วนที่เหลือใส่หลังการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนครั้งแรกประมาณ 25 วัน ในรูปปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21%N) ปุ๋ยฟอสเฟต (46%P_2O_5) และ โพแทช (60%K_2O)

-การเก็บตัวอย่างพืชวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร แยกเป็นส่วนเหนือดิน (ใบ+ลำต้น) และผล แยกเก็บเป็น 4 ช่วง คือ ช่วงออกดอก ช่วงติดผลเขียวระยะแรก ช่วงติดผลเขียวก่อนพริกสุกแดง และช่วงเก็บเกี่ยว ชั่งน้ำหนักสด-แห้ง ในแต่ละกรรมวิธีหาปริมาณและการดูดใช้ธาตุอาหาร เก็บตัวอย่างดินหลังเก็บเกี่ยวผลผลิตทุกแปลงที่ระดับลึก 0-20 เซนติเมตร วิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดิน วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยมูลวัวหา พีเอช ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด โพแทสเซียมทั้งหมด ความชื้น อินทรียวัตถุและอินทรีย์คาร์บอน เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ยในการผลิต การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ระยะเวลา เริ่มต้น ตุลาคม 2559 สิ้นสุด กันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง

-ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรกาญจนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี

-กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร

ผลการทดลองและวิจารณ์

1.ผลวิเคราะห์ดินก่อนปลูก

ปี 2560 ดินแปลงทดลองเป็นดินร่วนเหนียว มีความเป็นกรด-ด่างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (พีเอช 6.7) มีอินทรียวัตถุปานกลาง 2.0 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 6.0 มิลลิกรัม P ต่อดิน 1 กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 130 มิลลิกรัม K ต่อดิน 1 กิโลกรัม (**ตารางที่ 1**) ปี 2562 ดินมีความเป็นกรด-ด่างเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (พีเอช 6.0) มีอินทรียวัตถุปานกลาง 2.01 เปอร์เซ็นต์ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 20 มิลลิกรัม P ต่อดิน 1 กิโลกรัม โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 100 มิลลิกรัม K ต่อดิน 1 กิโลกรัม (**ตารางที่ 1**) ตามคำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน จำเป็นต้องใส่ปุ๋ย 18-8-6 กิโลกรัมN-P_2O_5-K_2O ต่อไร่

ตารางที่ 1 สมบัติของดินก่อนปลูก ปี 2560 และ ปี 2562

year	pH	EC (dS m^{-1})	OM (%)	Avail.P (mg kg^{-1})	Exch. K (mg kg^{-1})
2560	6.7	0.170	2.00	6	130
2562	6.0	0.031	2.01	20	100

2.สมบัติและปริมาณธาตุอาหารในมูลวัว

ปี 2560 องค์ประกอบทางเคมีของมูลวัวที่ระดับความชื้น 18 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด มีค่าเฉลี่ยไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมด 1.24 0.68 และ 0.72 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อินทรีย์คาร์บอนและอินทรียวัตถุ 23.6 และ 39.4 เปอร์เซ็นต์ เมื่อใส่มูลวัวในอัตรา 1,000 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งต่อไร่ จะได้อินทรีย์คาร์บอน 269 กิโลกรัม C ต่อไร่ ไนโตรเจนทั้งหมด 15.13 กิโลกรัม N ต่อไร่ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 8.30 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทสเซียมทั้งหมด 8.78 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ (**ตารางที่ 2**)

ปี 2562 มูลวัวที่ระดับความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักสด มีปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมทั้งหมด 1.48 0.79 และ 0.98 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอนและอินทรียวัตถุ 20.2 และ 32.5 เปอร์เซ็นต์ การใส่มูลวัวอัตรา 1,000 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งต่อไร่ จะได้อินทรีย์คาร์บอน 232 กิโลกรัม C ต่อไร่ ไนโตรเจนทั้งหมด 17.01 กิโลกรัม N ต่อไร่ ฟอสฟอรัสทั้งหมด 9.08 กิโลกรัม P_2O_5 ต่อไร่ และโพแทสเซียมทั้งหมด 11.26 กิโลกรัม K_2O ต่อไร่ (**ตารางที่ 2**)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมีของปุ๋ยมูลวัว ปี 2560 และ ปี 2562

year	pH	OC (%)	OM (%)	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Moisture (% by fresh wt.)
2560	8.1	23.6	39.4	1.24	0.68	0.72	18
2562	7.3	20.2	32.5	1.48	0.79	0.98	13

3. องค์ประกอบของพริก

3.1 ผลผลิต

การใส่และไม่ใส่ปุ๋ยทำให้ผลผลิตที่ได้รับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (**ตารางที่ 3**) โดยกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลผลิตเฉลี่ยต่ำสุดเพียง 610 กิโลกรัมต่อไร่ ขณะที่การใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆ ให้ผลผลิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยให้ผลผลิตเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,161-1,449 กิโลกรัมต่อไร่ จะเห็นว่าการจัดการปุ๋ยดังกล่าวให้ผลสอดคล้องกับน้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งตอซังและน้ำหนักแห้งผล อาจเป็นเพราะปริมาณธาตุอาหารในดินไม่เพียงพอต่อความต้องการของพริกและการพัฒนาของต้นที่จะให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ เมื่อมีการใส่ปุ๋ยจึงส่งผลให้ทั้งปริมาณผลผลิต น้ำหนัก

แห้งผล น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักแห้งตอซัง เพิ่มขึ้นสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการใส่ปุ๋ยอย่างเด่นชัด **(ตารางที่ 3 และ 4)** มีรายงานว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนช่วยเพิ่มจำนวนผล ผลผลิตต่อต้นและผลผลิตรวมเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเลย (Islam *et. al*., 2018; Guertal, 2000) อย่างไรก็ตาม ผลผลิตและคุณภาพของพริกชี้ฟ้า (paprika) แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของปุ๋ยไนโตรเจน แต่หากใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเกินระดับที่พืชต้องการ ทำให้น้ำหนักผลต่อต้นต่ำ แม้ปริมาณไนโตรเจนในพืชจะเพิ่มขึ้นเพราะมีผลทำให้อัตราการดูดใช้ไนโตรเจนและอัตราการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรตลดต่ำลง (Suharja and Sutarno, 2009) Hassan *et. al*. (1993) รายงานว่า เมื่อให้ไนโตรเจนอัตราสูง จะช่วยส่งเสริมการผลิตดอกแต่ทำให้ผลหลุดร่วง จำนวนดอกลดลง การเพิ่มอัตราปุ๋ย 17.8 -35.8 กิโลกรัม N ต่อไร่ สามารถเพิ่มตาดอก 21 เปอร์เซ็นต์ แต่เปอร์เซ็นต์การติดผลลดลง การติดผลไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณไนโตรเจนในใบ อย่างไรก็ตาม ดินที่มีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำ พืชจะตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทชได้ดีและช่วยให้ผลผลิตเพิ่ม 63-94 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าในดินมีโพแทสเซียมสูงพืชจะไม่ตอบสนองและสามารถเพิ่มผลผลิตเพียง 8-14 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น (Amisnaipa *et. al*., 2016) สำหรับพริกหวานมีความต้องการไนโตรเจน 35.9 กิโลกรัม N ต่อไร่ และประสิทธิภาพการดูดใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอยู่ในช่วง 23-31 เปอร์เซ็นต์ (Zhang *et al.,* 2006)

3.2 น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งตอซัง

ทุกกรรมวิธีปุ๋ยให้น้ำหนักสดต้นที่ระยะเก็บเกี่ยวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,621-2,169 กิโลกรัมต่อไร่ แต่สูงกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยเลยอย่างเด่นชัด ที่ให้น้ำหนักสดต้นเฉลี่ยเพียง 796 กิโลกรัมต่อไร่ **(ตารางที่ 3**) ซึ่งผลที่ได้ก็เป็นไปในทำนองเดียวกันกับน้ำหนักแห้งตอซัง นั่นคือ เมื่อไม่มีการใส่ปุ๋ยทำให้น้ำหนักแห้งตอซังมีค่าต่ำสุดเพียง 178 กิโลกรัมต่อไร่ แต่การใส่ปุ๋ยในทุกกรรมวิธีทำให้ได้รับน้ำหนักแห้งตอซังเพิ่มมากขึ้น โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 356-504 กิโลกรัมต่อไร่ **(ตารางที่ 3)** แสดงให้เห็นว่า การใส่ปุ๋ยมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นพริกเพิ่มมากขึ้น จึงส่งผลให้พริกมีมวลชีวภาพเพิ่มสูงขึ้น และพริกมีการเจริญเติบโตอย่างสมบูรณ์ จึงมีผลทำให้น้ำหนักสดต้นและน้ำหนักแห้งตอซังเพิ่มมากขึ้นกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยอย่างชัดเจน Hassan *et al.,* (1993) รายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 36 กิโลกรัมต่อไร่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านลำต้นของพริกและยังทำให้น้ำหนักแห้งตอซังต่ำกว่าการใส่ปุ๋ยอัตราต่ำ เนื่องจากผลตกค้างของเกลือจากปุ๋ยเป็นอันตรายต่อพืช

3.3 ความสูงและจำนวนกิ่ง

การจัดการปุ๋ยแบบต่างๆ ไม่ทำให้ความสูงต้นที่ระยะ 45 วันหลังย้ายปลูก แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 41-45 เซนติเมตร และไม่แตกต่างกับกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยเลยที่ให้ความสูงต้น 41 เซนติเมตร จำนวนกิ่งต่อต้นก็มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความสูงต้น ซึ่งการใส่ปุ๋ยกรรมวิธีต่าง ๆและกรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยเลย ให้จำนวนกิ่งอยู่ในช่วง 11-12 กิ่งต่อต้น (**ตารางที่ 4**) แม้กรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ยจะให้จำนวนกิ่งต่อต้นไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ย แต่ขนาดของกิ่งเล็กมาก ทรงพุ่มและความสูงที่ระยะเก็บเกี่ยวเห็นได้ชัดว่าแตกต่างจากกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ย นั่นคือ ต้นเตี้ย ขนาดทรงพุ่มเล็ก กิ่งก้านไม่อวบใหญ่ดั่งเช่นต้นพริกในกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยแบบต่างๆ Islam *et. al*., (2018) รายงานว่า การเพิ่มอัตราปุ๋ยไนโตรเจนมีผลทำให้จำนวนกิ่งต่อต้นเพิ่มขึ้นเพราะไนโตรเจนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของทางลำต้น Bhuvaneswari *et. al*., (2013) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 12 กิโลกรัมNต่อไร่ ร่วมกับโพแทชอัตรา 9.6 กิโลกรัมK ต่อไร่ จะให้ความสูงต้นมากสุดที่ระยะเก็บเกี่ยวสุดท้าย Amisnaipa *et. al.,* (2016) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ต่ำทำให้พืชตอบสนองต่อปุ๋ยโพแทช ส่งผลให้ความสูงพริกเพิ่มขึ้น

4. ความเข้มข้นธาตุอาหารในระยะเจริญเติบโตต่างๆของพริก

4.1 ความเข้มข้นธาตุอาหารในต้นพริก

ช่วงออกดอก พริกมีความเข้มข้นของ N และ K โดยเฉลี่ยสูงสุดคือ 5.36 และ 5.04 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ Ca Mg และ P มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 1.79 0.77 และ 0.42 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ หรือคิดเป็นสัดส่วนของธาตุอาหาร N:K:Ca:Mg:P เท่ากับ 12.8:12.0:4.3:1.8:1.0 โดยปริมาณของ N>K>Ca>Mg>P **(ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 1**)

ช่วงติดผลเขียวระยะแรก พริกมีปริมาณ N>K>Ca>Mg>P โดยส่วนของลำต้น+ใบของพริกยังคงต้องการธาตุอาหาร N ในปริมาณสูงเช่นเดียวกับในช่วงออกดอก (4.55 เปอร์เซ็นต์ N) รองลงมาคือ K 3.91 เปอร์เซ็นต์ Ca 1.62

เปอร์เซ็นต์ Mg 0.72 เปอร์เซ็นต์ และ P 0.38 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาในรูปสัดส่วนของธาตุอาหาร N:K:Ca:Mg:P ที่ต้นต้องการ เท่ากับ 12.0:10.3:4.3:1.9:1.0 **(ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 1**)

ช่วงติดผลเขียวก่อนพริกสุกแดง ส่วนเหนือดินของพริกยังคงมีปริมาณ N>K>Ca>Mg>P (4.06>3.58>2.03>0.61>0.30 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งเป็นสัดส่วน N:K:Ca:Mg:P เท่ากับ 13.5:11.9:6.8:2.0:1.0 **(ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 1**)

ช่วงเก็บเกี่ยว พริกยังคงมีความเข้มข้นของ N>K>Ca>Mg>P โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.38 2.83 2.47 0.62 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบเป็นสัดส่วน N:K:Ca:Mg:P ที่ต้องการเท่ากับ 15.4:12.9:11.2:2.8:1.0 **(ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 1**)

จะเห็นว่า ทุกระยะการเจริญเติบโตของพริก ส่วนเหนือดิน (ลำต้น+ใบ) มีปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และ ฟอสฟอรัสลดลงตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มมากขึ้นทั้งนี้อาจเนื่องจากพริกดึงดูดธาตุอาหารไปใช้ในการสร้างผลทำให้ธาตุอาหารที่สะสมในส่วนของต้นและใบลดลง โดยในช่วงออกดอก ช่วงติดผลเขียวระยะแรก ช่วงติดผลเขียวก่อนพริกสุกแดง และช่วงเก็บเกี่ยวระยะสุดท้าย สำหรับไนโตรเจนมีค่า 5.36 4.55 4.06 และ 3.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โพแทสเซียมมีค่า 5.04 3.91 3.58 และ 2.83 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แมกนีเซียม 0.77 0.72 0.61 และ 0.62 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ฟอสฟอรัสมีค่า 0.42 0.38 0.30 และ 0.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ขณะที่ปริมาณโดยเฉลี่ยของแคลเซียมในส่วนเหนือดินของพริก (ลำต้น+ใบ) มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.79 1.62 2.03 และ 2.47 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อาจเนื่องจากแคลเซียมช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ การแบ่งเซลล์ ความแข็งแรงของขั้วดอกและขั้วผล

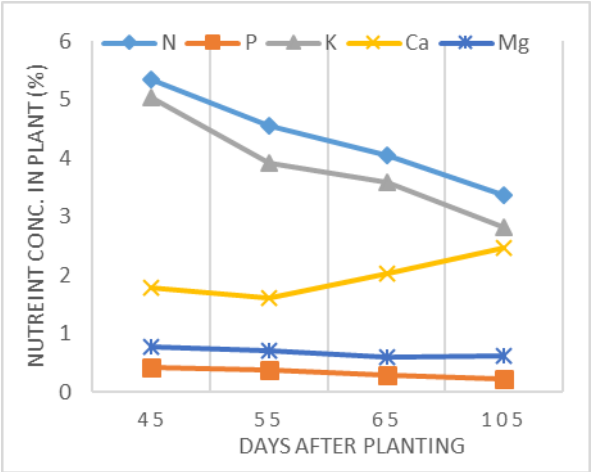
อย่างไรก็ตาม พริกมีความเข้มข้นของธาตุอาหารไนโตรเจนและโพแทสเซียมในสัดส่วนที่สูงกว่าธาตุอาหารแคลเซียม แมกนีเซียมและฟอสฟอรัสในทุกๆระยะการเจริญเติบโต ดังรายงานว่า หากไม่ใส่ไนโตรเจน โพแทสเซียมและแคลเซียมจะทำให้ได้รับผลผลิตพริกต่ำกว่ากรรมวิธีไม่ใส่ปุ๋ย (วันเพ็ญ และคณะ, 2557) เพราะไนโตรเจนช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช โพแทสเซียมมีบทบาทในการสังเคราะห์แสง เพิ่มพื้นที่ใบ การดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อิทธิพลร่วมของไนโตรเจนและโพแทสเซียมมีผลต่อการเพิ่มผลผลิตและสารเผ็ดในพริก โดยโพแทสเซียมกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ Phenylalamin ammonium lyase (PAL) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างสารเผ็ด การเพิ่มความเข้มข้นของโพแทสเซียมจะทำให้กิจกรรมของ PAL เพิ่มขึ้น ส่งผลให้มีการสร้างแคปไซซิน (ธรรมศักดิ์ และ ปิยะณัฏฐ์, 2561) เช่นเดียวกับไนโตรเจน (Medina-Lara *et al*., 2008)

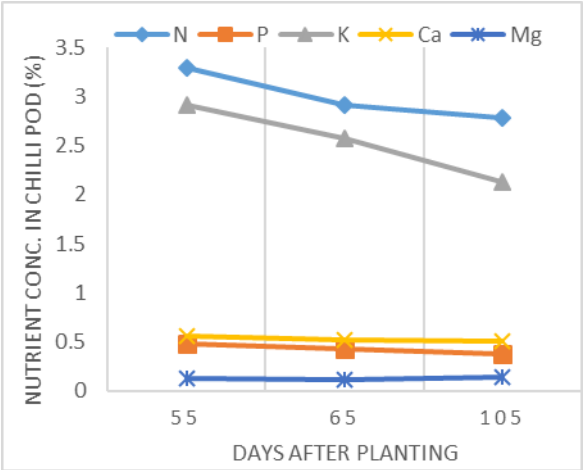
4.2 ความเข้มข้นธาตุอาหารในผลพริก

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในผลพริกช่วงติดผลเขียวระยะแรก ช่วงติดผลเขียวก่อนพริกสุกแดง และช่วงเก็บเกี่ยว มีปริมาณ N>K>Ca>P>Mg และลดลงตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มมากขึ้น โดยความเข้มข้นของธาตุอาหาร N K Ca P Mg โดยเฉลี่ยช่วงติดผลเขียวระยะแรก 3.29 2.91 0.56 0.48 0.13 ช่วงติดผลเขียวก่อนพริกสุกแดง 2.92 2.58 0.52 0.43 0.12 และ ช่วงเก็บเกี่ยว 2.78 2.13 0.51 0.38 0.14 เปอร์เซ็นต์ N K Ca P และ Mg ตามลำดับ การเก็บผลผลิตพริกออกไปนอกแปลง ทำให้มีการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารออกไปด้วย ปริมาณธาตุอาหารที่เหลือสะสมในดินและในต้นจึงลดต่ำลง ส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้นธาตุอาหารในพริกลดลงตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น หากปริมาณปุ๋ยไม่เพียงพอกับความต้องการธาตุอาหารของพืช อาจส่งผลกระทบต่อปริมาณผลผลิตที่ได้รับหรือคุณภาพของผลผลิตได้ **(ตารางที่ 5 และ ภาพที่ 2**) พริกที่ให้ผลผลิตสูง ผลพริกมีสัดส่วนความเข้มข้นของ K:Ca เท่ากับ 40:1-50:1 ส่วน Mg:Ca เท่ากับ 2:1 โดยในทุกระยะการเจริญเติบโต ผลพริกจะมีปริมาณของ Mg>Ca และ Mg ในผลมีปริมาณต่ำกว่าในใบ (Bar-Tal *et al*., 2001)

จะเห็นว่าช่วงออกดอกและช่วงติดผลเขียว ต้นส่วนเหนือดินและผลพริกมีปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารสูงกว่าในช่วงเก็บเกี่ยวระยะสุดท้าย ชี้ให้เห็นว่า พริกมีความต้องการธาตุอาหารสูงเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาผลเพราะหากขาดแคลนในช่วงนี้ย่อมทำให้ปริมาณผลผลิตลดลง การใส่ปุ๋ยให้เพียงพอตามระยะที่พริกต้องการสูงสุด จึงจะทำให้เพิ่มผลิตผลและคุณภาพของพริกได้ จากรายงานการใส่ปุ๋ย 24.0-19.0-9.6 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ + FYM 6.4 ตันต่อไร่ ทำให้ผลสดพริกหวานมีความเข้มข้นไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมเฉลี่ย 4.38 0.46 และ 3.55 เปอร์เซ็นต์

ตามลำดับ พริกมีคลอโรฟิลล์เพิ่มสูงขึ้นทำให้การสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น จึงส่งเสริมการดูดใช้ไนโตรเจนและธาตุอาหารอื่นๆ ได้ดียิ่งขึ้น (Malik *et. al*., 2011) สำหรับพริก Pepper มีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียมสูงสุดในใบ รองลงมาคือ ผลและลำต้น ขณะที่แคลเซียมและแมกนีเซียมมีปริมาณสูงสุดในใบ รองลงมาในลำต้นและผล (Hedge,1997)





ภาพที่ 1 และ 2 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นและผลที่ระยะเจริญเติบโตต่างๆพริก

5. ปริมาณธาตุอาหารในระยะเจริญเติบโตต่างๆของพริก

ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารเป็นผลของปริมาณธาตุอาหารในพืชและน้ำหนักแห้งของพืช สามารถใช้เป็นแนวทางกำหนดปริมาณธาตุอาหารที่ต้องใส่ให้กับพืชได้ เพื่อให้พืชได้รับธาตุอาหารที่เพียงพอกับความต้องการและสร้างสมดุลธาตุอาหารในดิน เนื่องจากธาตุอาหารถูกเคลื่อนย้ายออกไปพร้อมกับผลผลิต ดังนั้น เราจึงสามารถใส่ธาตุอาหารลงไปเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของพืชได้ การดูดใช้ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญเติบโตและมีปริมาณ N>K>Ca>Mg>P ในทิศทางเดียวกับความเข้มข้นธาตุอาหาร โดยความต้องการธาตุอาหารช่วงออกดอก<ช่วงติดผลเขียวระยะแรก<ช่วงติดผลเขียวก่อนพริกสุกแดง < ช่วงเก็บเกี่ยว

ช่วงออกดอกปริมาณธาตุอาหารที่พืชดูดใช้ N>K>Ca>Mg>P เท่ากับ 3.07 2.86 1.00 0.44 และ 0.24 กิโลกรัม N K Ca Mg และ P ต่อไร่ หรือคิดเป็นเนื้อปุ๋ย 3.07 3.43 1.14 0.73 และ 0.55 กิโลกรัม N K_2O CaO MgO และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ (**ตารางที่ 6**)

ช่วงติดผลเขียวระยะแรก พริกยังคงมีแนวโน้มต้องการธาตุอาหารเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับในช่วงออกดอก โดยปริมาณ N>K>Ca>Mg>P (8.76 7.95 3.01 1.35 และ 0.78 กิโลกรัม N K Ca Mg และ P ต่อไร่) ซึ่งคิดเป็นเนื้อปุ๋ย 8.76 9.54 4.21 2.24 และ 1.79 กิโลกรัม N K_2O CaO MgO และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ช่วงติดผลเขียวก่อนพริกสุกแดงมีการดูดใช้ N>K>Ca>Mg, P โดยมีค่าเฉลี่ย 14.83 13.18 5.69 1.88 และ 1.44 กิโลกรัม N K Ca Mg และ P ต่อไร่ เทียบเท่าเนื้อปุ๋ย 14.83 15.82 7.97 3.12 และ 3.30 กิโลกรัม N K_2O CaO MgO และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ (**ตารางที่ 6**)

ที่ระยะเก็บเกี่ยวพริกมีปริมาณความต้องการธาตุอาหารเป็นไปในทิศทางเดียวกับระยะการเจริญอื่นๆ โดย N>K>Ca>Mg>P โดยมีปริมาณ 18.61 13.51 9.77 2.93 และ 1.77 กิโลกรัม N K Ca Mg และ P ต่อไร่ ซึ่งเทียบเท่า 18.61 16.21 13.68 4.86 และ 4.05 กิโลกรัม N K_2O CaO MgO และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ (**ตารางที่ 6**)

พริกมีการดูดใช้ธาตุอาหารสูงสุดในช่วงพัฒนาผลและช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต ชี้ให้เห็นว่า การเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในรูปของผลผลิตส่งเสริมให้มีการดูดใช้ธาตุอาหารในพริกเพิ่มมากขึ้น กอปรกับสารสะสมน้ำหนักแห้งที่เพิ่มมากขึ้น

6. ความต้องการธาตุอาหารของพริก

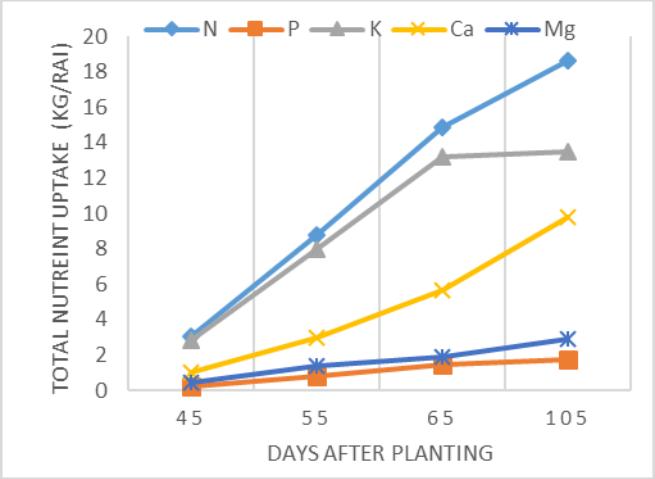
ปริมาณความต้องการธาตุอาหารตลอดช่วงการเจริญเติบโตของพริก ตั้งแต่ช่วงออกดอก-ช่วงพัฒนาผล (**ภาพที่ 3)** พริกมีความต้องการไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณไม่แตกต่างกัน คิดเป็น 34 และ 34 เปอร์เซ็นต์ N และ K_2O ตามลำดับ แต่สูงกว่าฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียม คิดเป็น 8 20 และ 4 เปอร์เซ็นต์ P_2O_5 CaO และ MgO ทั้งหมดที่ใช้ต่อฤดูปลูก หลังจากระยะติดผล (55-105 DAT) การสะสมน้ำหนักแห้งของพริกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและในระยะนี้ พริกมีความต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ของความต้องการในระยะออกดอก อาจเนื่องจากธาตุอาหารถูกนำไปใช้ในการพัฒนาผล จึงทำให้ความเข้มข้นของธาตุอาหารดังกล่าวในส่วนเหนือดินลดต่ำลง ซึ่งผลที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และ แมกนีเซียมในช่วงเก็บเกี่ยว เมื่อเปรียบเทียบปริมาณธาตุอาหารในระยะเจริญต่างๆของพริก จะเห็นว่า พริกระยะเก็บเกี่ยว (105 DAT) ต้องการธาตุอาหารต่างๆมากกว่าพริกช่วงออกดอก (45 DAT) และช่วงติดผลเขียวในทั้ง 2 ช่วง (55 และ 65 DAT) จากรายงาน พริกในช่วง 30, 60, 90 และ 105 DAT ดูดใช้ธาตุอาหารมีปริมาณ 5, 30-40, 75-80 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดย 40 เปอร์เซ็นต์ของการดูดใช้ อยู่ในช่วง 30 DAT และ ระหว่าง 60-90 DAT (Hedge, 1997) อย่างไรก็ตาม จากรายงานการผลิตพริกชี้ฟ้าและพริกหยวกน้ำหนักสด 1,000 กิโลกรัม ต้นพริกดูดดึงธาตุอาหาร 3.0-3.5 กิโลกรัมN 0.8-1.0 กิโลกรัมP และ 5.0-6.0 กิโลกรัมK โดยในส่วนของผลมีปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด 45-60 เปอร์เซ็นต์N ฟอสฟอรัสทั้งหมด 50-60 เปอร์เซ็นต์P และโพแทสเซียมทั้งหมด 55-75 เปอร์เซ็นต์K โดยความต้องการไนโตรเจน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมมากที่สุดในช่วงประมาณ 10 วันหลังติดดอก ถึงระยะ 30-33 วันหลังติดดอก

7.ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจจากการใช้ปุ๋ยในการผลิตพริก

เมื่อพิจารณาผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ โดยใช้อัตราส่วนระหว่างรายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยต่อรายจ่ายจากการใช้ปุ๋ย หรือ ค่า Value to Cost Ratio (VCR) ในปี 2560 และ ปี 2562 พบว่า การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนอัตรา 10 กิโลกรัม N ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยฟอสเฟตและปุ๋ยโพแทช อัตรา 10 และ 12 กิโลกรัม P_2O_5 และ K_2O ต่อไร่ ตามลำดับ ได้ผลผลิตเพิ่ม 808 กิโลกรัมต่อไร่ เป็นผลให้ ค่า VCR สูงสุด เท่ากับ 24 ดังนั้น ในการผลิตพริกขี้หนูผลใหญ่ที่ปลูกในพื้นที่ภาคตะวันตกที่มีปริมาณอินทรียวัตถุเฉลี่ย 2.0 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดิน 13 มิลลิกรัม P ต่อดิน 1 กิโลกรัม และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ 115 มิลลิกรัม K ต่อดิน 1 กิโลกรัม ให้ใส่ปุ๋ย 10-10-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2O ต่อไร่ ร่วมกับปุ๋ยมูลวัวอัตรา 1,000 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งต่อไร่ ซึ่งถือว่าคุ้มค่ากับการลงทุนเพราะให้ผลตอบแทนในค่า VCR สูงสุด **(ตารางที่ 7)**

8. ผลวิเคราะห์ดินหลังปลูก

ผลของการจัดการปุ๋ยตามกรรมวิธีต่างๆไม่มีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน ปริมาณอินทรียวัตถุ และโพแทสเซียมในดินหลังการเก็บเกี่ยวพริกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.0-6.9 และ 2.04-2.31 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในดิน ที่ได้รับการใส่ปุ๋ย 20-20-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ มีแนวโน้มสูงสุดเท่ากับ 282 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ใกล้เคียงกับการใส่ปุ๋ย 10-5-24 10-10-12 และ 10-10-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ ซึ่งมีค่า 206-228 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตาม การจัดการปุ๋ยมีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในดินแตกต่างกัน กรรมวิธีปุ๋ย 10-10-24 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ มีผลทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดิน (23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงสุด ส่วนกรรมวิธีอื่นๆให้ปริมาณฟอสฟอรัสในดินอยู่ในช่วง 11-16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (**ตารางที่ 7**)



ภาพที่ 3 ปริมาณธาตุอาหารในระยะเจริญเติบโตต่างๆของพริก

ตารางที่ 7 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการผลิตพริก

กรรมวิธี (กก. N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	ผลผลิต (กก./ไร่)	ผลผลิตเพิ่ม (กก./ไร่)	รายได้เพิ่ม (บาท/ไร่)	รวมค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	VCR
0-0-0	610	0	0	0	-
10-5-12	1,229	619	24,302	1,063	23
10-5-24	1,237	627	24,616	1,515	16
10-10-12	1,418	808	31,722	1,346	24
10-10-24	1,161	551	21,632	1,798	12
20-5-12	1,431	821	32,232	1,392	23
20-5-24	1,449	839	32,939	1,844	18
20-10-12	1,328	718	28,189	1,674	17
20-10-24	1,413	803	31,526	2,126	15

ราคาพริก = 39.26 บาท/กก., 21-0-0 = 6.9 บาท/กก. N, 0-46-0 (TSP)= 26.0 บาท/กก. P, 0-0-60 (KCl) = 13.5 บาท/กก. K

สรุปผลการทดลอง

1) การผลิตพริกขี้หนูผลใหญ่ในพื้นที่ภาคตะวันตกที่มีปริมาณอินทรียวัตถุปานกลาง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ปานกลาง ปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้สูง (115 มิลลิกรัม k ต่อดิน 1 กิโลกรัม) แนะนำให้ใส่ปุ๋ย 10-10-12 กิโลกรัม N-P_2O_5-K_2Oต่อไร่ร่วมกับปุ๋ยมูลวัวอัตรา 1,000 กิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้งต่อไร่ ซึ่งถือว่าคุ้มค่ากับการลงทุนเพราะให้ผลตอบแทนในค่า VCR สูงสุด และให้ผลผลิตน้ำหนักสดพริก 1, 418 กิโลกรัมต่อไร่

2) ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดินของพริก (ต้น+ใบ) มีสัดส่วนของ N>K>Ca>Mg>P และมีปริมาณลดลงตามระยะการเจริญเติบโตที่เพิ่มขึ้น นั่นคือ ช่วงออกดอก (45 DAT)>ช่วงติดผลเขียวระยะแรก (55 DAT)>ช่วงติดผลเขียวก่อนพริกสุกแดง (65) > ช่วงเก็บเกี่ยว (105 DAT) ยกเว้นแคลเซียมซึ่งมีสัดส่วนและความเข้มข้นเพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญที่เพิ่มมากขึ้น โดยความเข้มข้นของธาตุอาหารต่างๆในส่วนเหนือดินของพริก (ต้น+ใบ) สูงกว่าในส่วนผลพริก

3) ช่วงออกดอก-ช่วงพัฒนาผล ปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารทั้งหมดในพริก (ต้น+ใบ+ผล) สำหรับไนโตรเจนและโพแทสเซียมในปริมาณไม่แตกต่างกันแต่สูงกว่าแคลเซียม ฟอสฟอรัสและแมกนีเซียม เท่ากับ 34 34 20 8 และ 4 เปอร์เซ็นต์ N K_2O CaO P_2O_5 และ MgO ตามลำดับ

4) พริกระยะเก็บเกี่ยว (105 DAT) ต้องการธาตุอาหารต่างๆมากกว่าพริกช่วงออกดอก (45 DAT) และช่วงติดผลเขียวทั้ง 2 ช่วง (55 และ 65 DAT)

5) พริกขี้หนูผลใหญ่ต้องการธาตุอาหารไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และ ฟอสฟอรัส 18.61 16.21 13.68 4.86 และ 4.05 กิโลกรัม N K_2O CaO MgO และ P_2O_5 ต่อไร่ ตามลำดับ

การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ข้อมูลความต้องการธาตุอาหารของพริกขี้หนูผลใหญ่ เพื่อเป็นแนวทางการจัดการปุ๋ยที่ถูกต้องตามความต้องการของพืชในการปลูกพริกในดินร่วนเหนียวพื้นที่ภาคตะวันตก และสามารถนำไปปรับใช้กับการผลิตพริกชนิดอื่นๆได้

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของพริก

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)			น้ำหนักสดต้น (กก./ไร่)			น้ำหนักแห้งตอซัง (กก./ไร่)		
(กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	2560	2562	เฉลี่ย	2560	2562	เฉลี่ย	2560	2562	เฉลี่ย
0-0-0	488c	731b	610b	431	1,160b	796b	99	256b	178c
10-5-12	974ab	1,483a	1,229a	1,162	2,080ab	1,621a	267	444ab	356b
10-5-24	780abc	1,693a	1,237a	1,165	2,781a	1,973a	258	656a	457ab
10-10-12	1,074a	1,762a	1,418a	1,197	2,327a	1,762a	289	519a	404ab
10-10-24	665bc	1,657a	1,161a	915	2,563a	1,739a	196	610a	403ab
20-5-12	981ab	1,881a	1,431a	1,262	3,076a	2,169a	291	689a	490ab
20-5-24	997ab	1,901a	1,449a	1,260	2,946a	2,103a	296	651a	474ab
20-10-12	1,047ab	1,609a	1,328a	1,106	2,442a	1,774a	253	561a	407ab
20-10-24	1,154a	1,672a	1,413a	1,684	2,547a	2,116a	384	623a	504a

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของพริก (ต่อ)

กรรมวิธี	ความสูงต้นที่ระยะ 45 วันหลังย้ายปลูก (ซม)			จำนวนกิ่ง (กิ่ง/ต้น)			น้ำหนักแห้งผล (กก./ไร่)		
(กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	2560	2562	เฉลี่ย	2560	2562	เฉลี่ย	2560	2562	เฉลี่ย
0-0-0	44	38	41	9	12	11	92b	122b	107b
10-5-12	49	38	44	9	12	11	172ab	268a	220a
10-5-24	49	39	44	10	13	12	133ab	309a	221a
10-10-12	47	36	42	9	12	11	202a	301a	252a
10-10-24	47	39	43	11	12	12	117ab	334a	226a
20-5-12	51	39	45	10	12	11	172ab	327a	250a
20-5-24	44	38	41	10	11	11	190a	314a	252a
20-10-12	48	38	43	10	11	11	191a	299a	245a
20-10-24	47	35	41	11	12	12	210a	315a	263a

ตารางที่ 5 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในระยะการเจริญเติบโตต่างๆของพริกปี 2560 และ ปี 2562

ระยะการเจริญเติบโต	ส่วนของพืช	2560						2562						ค่าเฉลี่ย				
		ความเข้มข้นธาตุอาหาร (%)						ความเข้มข้นธาตุอาหาร (%)						ความเข้มข้นธาตุอาหาร (%)				
		N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg
ช่วงออกดอก	ส่วนเหนือดิน	5.75	0.49	5.57	2.31	0.82		4.97	0.34	4.50	1.27	0.71		5.36	0.42	5.04	1.79	0.77
ช่วงติดผลเขียว	ส่วนเหนือดิน	5.66	0.48	4.42	1.88	0.79		3.44	0.28	3.39	1.35	0.65		4.55	0.38	3.91	1.62	0.72
ระยะแรก	ผลพริกเขียว	3.70	0.55	3.65	0.98	0.06		2.88	0.40	2.17	0.16	0.19		3.29	0.48	2.91	0.56	0.13
ช่วงติดผลเขียว	ส่วนเหนือดิน	4.95	0.35	4.21	2.50	0.64		3.16	0.25	2.95	1.55	0.57		4.06	0.30	3.58	2.03	0.61
ก่อนพริกสุกแดง	ผลพริกเขียว	3.39	0.42	3.00	0.94	0.09		2.45	0.43	2.16	0.09	0.15		2.92	0.43	2.58	0.52	0.12
ช่วงเก็บเกี่ยว	ส่วนเหนือดิน	4.06	0.21	3.91	3.14	0.59		2.69	0.22	1.75	1.81	0.65		3.38	0.22	2.83	2.47	0.62
	ผลพริกแดง	3.09	0.34	2.85	0.89	0.12		2.47	0.41	1.41	0.12	0.15		2.78	0.38	2.13	0.51	0.14

ตารางที่ 6 ปริมาณธาตุอาหารในระยะการเจริญเติบโตต่างๆของพริก ปี 2560 และ ปี 2562

ระยะการเจริญเติบโต	ส่วนของพืช	2560						2562						ค่าเฉลี่ย				
		ปริมาณธาตุอาหาร (กก./ไร่)						ปริมาณธาตุอาหาร (กก./ไร่)						ปริมาณธาตุอาหารพืช (กก./ไร่)				
		N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg
ระยะออกดอก	ส่วนเหนือดิน	2.95	0.25	2.86	1.18	0.42		3.19	0.22	2.86	0.81	0.45		3.07	0.24	2.86	1.00	0.44
ช่วงติดผลเขียว	ส่วนเหนือดิน	5.07	0.43	3.96	1.69	0.71		10.32	0.81	10.13	4.03	1.94		7.70	0.62	7.05	2.86	1.33
ระยะแรก	ผลพริกเขียว	0.84	0.12	0.83	0.23	0.02		1.27	0.20	0.96	0.07	0.01		1.06	0.16	0.90	0.15	0.02
ช่วงติดผลเขียว	ส่วนเหนือดิน	7.85	0.55	6.66	3.96	1.00		13.13	1.00	12.07	6.28	2.33		10.49	0.78	9.37	5.12	1.67
ก่อนพริกสุกแดง	ผลพริกเขียว	3.43	0.42	3.02	0.96	0.09		5.24	0.89	4.60	0.17	0.32		4.34	0.66	3.81	0.57	0.21
ระยะเก็บเกี่ยว	ส่วนเหนือดิน	9.92	0.57	8.46	7.56	1.58		15.18	1.25	9.79	10.17	3.64		12.55	0.91	9.13	8.87	2.61
	ผลพริกแดง	5.03	0.56	4.68	1.45	0.20		7.09	1.16	4.08	0.34	0.43		6.06	0.86	4.38	0.90	0.32

ตารางที่ 8 ผลวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินหลังการเก็บเกี่ยวพริก ปี 2560 และ ปี 2562

กรรมวิธี	pH			OM (%)			Avail. P ($mgkg^{-1}$)			Exch. K ($mgkg^{-1}$)		
(กก.N-P_2O_5-K_2O/ไร่)	2560	2562	เฉลี่ย	2560	2562	เฉลี่ย	2560	2562	เฉลี่ย	2560	2562	เฉลี่ย
0-0-0	6.3	6.2	6.3	2.09	2.14	2.12ab	16	8b	12b	142c	171b	157
10-5-12	6.2	5.9	6.1	2.09	2.09	2.09ab	15	9b	12b	187bc	182b	185
10-5-24	5.9	6.1	6.0	2.20	2.16	2.18ab	23	9b	16b	331a	124b	228
10-10-12	6.0	6.3	6.2	2.15	2.19	2.17ab	18	10b	14b	200bc	229b	215
10-10-24	6.0	6.2	6.1	2.09	2.16	2.13ab	19	26a	23a	223bc	189b	206
20-5-12	6.0	6.2	6.1	2.15	2.26	2.21ab	21	11b	16b	164bc	189b	177
20-5-24	6.4	5.9	6.2	2.16	2.48	2.32a	15	6b	11b	215bc	151b	183
20-10-12	7.2	6.5	6.9	1.99	2.16	2.07b	15	12b	14b	191bc	137b	164
20-10-24	5.8	6.2	6.0	2.24	2.06	2.15ab	16	7b	12b	230b	334a	282

เอกสารอ้างอิง

ธรรมศักดิ์ ทองเกตุ และ ปิยะณัฏฐ์ ผกามาศ. 2561. การศึกษาอิทธิพลของธาตุอาหารพืชเพื่อการควบคุมความเผ็ดในพริก. ที่มา: https://dspace.tarr.arda.or.th/handle/6622815955/20587 วันที่ 23 พ.ค. 62

วันเพ็ญ โลหะเจริญ ศีลวัต พัฒโนดม ปราณี เกียรติประทับใจ วีรดา ธงงาม อิทธิสุนทร นันทกิจ โสระยา ร่วมรังสี และจุฑามาส คุ้มชัย. 2557. ผลของการขาดธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน. วารสารเกษตร 30(1):39-48 .

Amisnaipa, A., D. Susila, D. Nursyamsi and D. W. Purnomo. 2016. Determination of potassium (K) fertilizer requirement for pepper (Capsicum annuum L.) on Inceptisols soil. Journal of Agronomy, 15 (4): 165-172

Bar-Tal, A., B. Aloni, L. Karni, J. Oserovitz, A. Hazan, M. Itach, S. Gantz, A. Avidan, I. Posalski, N. Tratkovski and R. Rosenberg. 2001. Nitrogen nutrition of greenhouse pepper. I. Effects of nitrogen concentration and NO_3: NH_4 ratio on yield, fruit shape, and the iIncidence of blossom-end rot in relation to plant mineral composition. Hort. Sci. 36(7):1244-1251

Bhuvaneswari G., R. Sivaranjani, S.Reeth and K.Ramakrishnan. 2013. Application of nitrogen and potassium efficiency on the growth and yield of chilli Capsicum annuum L.). Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. Vol. 2(12): 329-337.

Guertal EA. 2000. Preplant slow release nitrogen fertilizers produce similar bell pepper yields as split applications of soluble fertilizers). Agronom J. 92: 388-393

Hassan, S.A., J.M. Gerber and W.E. Splittstoesser. 1993. Growth and yield potential of green pepper as affected by nitrogen at transplanting. Pertanika J. Trop. Agric. Sci. Vol. 16(92), 101-105.

Hegde, D.M. 1997. Nutrient Requirements of Solanaceous Vegetable Crops. Food and Fertilizer Technology Center. ที่มา : https:// www.agnet.org/library.php 27 ธ.ค. 2562

Islam Md. R., T. Sultana, Md. A. Haque, Md. I. Hossain, N. Sabrin and R. Islam. 2018. Growth and yield of chilli influenced by nitrogen and phosphorus. Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS). Vol. 11, 54-68.

Malik, A.A., M.A. Chattoo, G. Sheemar and R. Rashid. 2011. Growth, yield and fruit quality of sweet pepper hybrid SH-SP-5 (*Capsicum annuum* L.) as affected by integration of inorganic fertilizer and organic manures (FYM). J. of Agri. Technology, vol. 7(4):1037-1048.

Medina-Lara, F., I. E. Machado, R. Pacheco-Arjona, N. Ruiz-Lau, A. G. Antonio and M. Martinez-Estevez. 2008. Influence of nitrogen and potassium fertilization on fruiting and capsaicin content in Habanero Pepper (Capsicum Chinense Jacq.). Hort. Science 43(5):1549–1554.

Suharja and Sutarno. 2009. Biomass, chlorophyll and nitrogen content of leaves of two chili pepper varieties (Capsicum annum) in different fertilization treatments. Bio-science. Vol. 1(1), 9-16.

Zhang, Y., C. Tan and T. Bruulsema. 2006. Fertigation boosts optimum nitrogen for tomatoes and peppers. Better Crops. Vol. 90(4):8-10.

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (Ametryn) ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม

Risk Assessment of Ametryn Herbicide Used to Farmer, Consumption and Environment

ปภัสรา คุณเลิศ *วัชระพงศ์ วงศ์สุวรรณ* *ประกิจ จันทร์ติ๊บ* *ผกาสินี คล้ายมาลา*

Paphatsara Khunlert *Watcharapong Wongsuwan* *Prakit Chuntib* *Pakasinee Klaimala*

กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Risk assessment of ametryn herbicide in corn field was conducted during October 2018 to September 2019. The spraying of herbicide followed the real application rate of farmer was used after planting 2 days. The 80% WG of ametryn was sprayed by high pressure power sprayer. After spraying, pad attached on different position on body, water from hand and foot washing were collected. The water, soil, sediment and corn in harvest stage were collected and analyzed by Gas Chromatography with Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD). The result showed that, ametryn contaminated on sprayer was 12.8161 mg/kg body weight per day. The data were processed together with toxicological data of ametryn for risk assessment, the result of risk assessment is in acceptable level. In the water, ametryn was found at 0.080 – 0.858 µg/L which has the highest of pesticide residue after spraying for 2 hours. In the soil, ametryn was found at <0.01 – 1.655 µg/L with the maximum residue after 1 day of spraying. In the sediment, ametryn was found at <0.01 µg/L. The half-life of ametryn in the water and soil were 21 and 15 days, respectively. The samples from the production and distribution sources was not found ametryn in all samples. It can be concluded that the ametryn usage for weed control in corn fields has no health risk in term of corn consumption during the harvest period.

Keyword: Risk assessment, Ametryn herbicide, Soil, Water, Corn

บทคัดย่อ

ศึกษาสารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (ametryn) ในไร่ข้าวโพดของเกษตรกร ทำการประเมินความเสี่ยงจากการใช้ในแปลงทดลอง ระหว่างเดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2562 โดยใช้อัตราการพ่นสารกำจัดวัชพืชตามการปฏิบัติงานจริงของเกษตรกร หลังจากปลูกข้าวโพด 2 วัน ใช้สาร ametryn สูตร 80% WG พ่นด้วยเครื่องพ่นสารแบบสะพายหลังแรงดันน้ำสูง หลังพ่น เก็บแผ่นผ้าที่ติดบนส่วนต่างๆ ของร่างกาย น้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้า รวมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ ดิน ตะกอน และข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยว มาตรวจวิเคราะห์หาสารพิษตกค้างด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิดตัวตรวจวัด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD) ผลการวิเคราะห์หาปริมาณ ametryn ที่ปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่น มีปริมาณปนเปื้อน 12.8161 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน นำข้อมูลที่ได้มาประมวลกับข้อมูลทางพิษวิทยาของสาร ametryn เพื่อประเมินความเสี่ยง พบว่ามีระดับความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำ ดิน และตะกอน ตรวจพบสาร ametryn ในน้ำปริมาณ 0.080 – 0.858 ไมโครกรัมต่อลิตร มีปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดหลังพ่น 2 ชั่วโมง ในดินปริมาณ <0.01 – 1.655 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบการตกค้างสูงสุดหลังพ่น 1 วัน และในตะกอนปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณค่อนข้างต่ำ ค่าครึ่งชีวิต (half life; $t_{1/2}$) ของ ametryn ในน้ำเท่ากับ 21 วัน และในดินเท่ากับ 15 วัน ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างข้าวโพดจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย ไม่พบการตกค้างในทุกตัวอย่าง สรุปได้ว่าการใช้สาร ametryn พ่นกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพด ไม่มีความเสี่ยงด้านสุขภาพจากการบริโภคข้าวโพดในระยะเก็บเกี่ยว

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยง, สารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน, ดิน, น้ำ, ข้าวโพด

คำนำ

อะมีทรีน (ametryn) เป็นสารกำจัดวัชพืช (Herbicide) ในกลุ่ม Triazines ที่มีคุณลักษณะแบบ selective systemic ประเภทดูดซึม สามารถดูดซึมจากรากไปทางท่อน้ำเลี้ยงไปสะสมไว้ที่ใบ ออกฤทธิ์ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยจับกับ specific site ในคลอโรฟิลล์ มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ทำให้พืชเกิดความผิดปกติ เช่น ใบเหลือง จนถึงใบแห้งตาย และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ชนิดอื่นๆ (Ana *et al*., 2016) มีสูตรทางเคมี คือ $C_9H_{17}O_4N_5S$ มีชื่อ IUPAC ว่า N^2-ethyl-N^4-isopropyl-6-(methylthio)-1,3,5-triazine-2,4-dimine มีมวลโมเลกุลเท่ากับ 227.35 ลักษณะทางกายภาพเป็นผงสีขาว มีจุดหลอมเหลวที่ 86.3 - 87 องศาเซลเซียส ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น acetone 610 กรัมต่อลิตร, hexane 12 กรัมต่อลิตร, methanol 510 กรัมต่อลิตร, n-octanol 220 กรัมต่อลิตร และ toluene 470 กรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 20 – 25 องศาเซลเซียส จัดเป็นกลุ่มตามกลไกหรือตำแหน่งการออกฤทธิ์ตาม Toxicity class: II WHO (a.i.); EPA (all formulations) class: III เป็นพิษปานกลางต่อปลา สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่มีพิษร้ายแรงต่อกุ้งและหอย ค่า Acute oral LD_{50} ในหนู (rat) เท่ากับ 1,160 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (technical grade) ค่า ADI /RfD เท่ากับ 0.015 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัว (Tamires *et al*., 2015)

คุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญของ ametryn คือละลายได้ดีในน้ำที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ปริมาณ 185 มิลลิกรัมต่อลิตร มีความคงทนสูง (Degradation time (DT_{50}) เท่ากับ 62 วัน ในดินแปลงทดลอง) มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับ (K_{oc}) เท่ากับ 3.45 (Sabir *et al*., 2018) มีความสามารถเคลื่อนย้ายได้ปานกลางถึงสูงในดินเหนียวหรือดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำๆ เกิดการเคลื่อนย้ายได้สูงด้วยกระบวนการชะล้าง (run-off) จากฝนสู่น้ำผิวดินและน้ำใต้ดินตามลำดับ (Rafal *et al*., 2018) ในสิ่งแวดล้อม ประเทศไทยตามรายงานการตรวจพบ ametryn ในตัวอย่างน้ำจากวิทยาลัยชัยบาดาลพิพัฒน์ จังหวัดลพบุรี ช่วงฤดูฝนปริมาณ 0.01 - 0.03 ไมโครกรัมต่อลิตร (รัศมีและคณะ, 2558) และในต่างประเทศมีรายงานการตรวจพบในตัวอย่างหอยจากแม่น้ำ mogi-guaci รัฐ Sao Paulo ประเทศบราซิล (Analu *et al*., 2009) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Geng-Ruei chang *et al.* (2016) ตรวจพบในหอย 2 ตัวอย่าง ในเมือง Taichung, Kaohsiung ปริมาณ 19.9 - 32.1 นาโนกรัมต่อกรัม

ในปี 2561 มีปริมาณการนำเข้าคิดเป็นมูลค่าเป็นลำดับที่ 4 ปริมาณ 2,976,726 กิโลกรัม คิดเป็นมูลค่า 503,948,640.99 ล้านบาท (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร, 25562) ประโยชน์ใช้หลังวัชพืชงอก (post-emergence) ในอ้อย สับปะรด ข้าวโพด ชา และกาแฟ เพื่อกำจัดวัชพืชใบแคบ เช่น หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา หญ้าปากควาย หญ้านกสีชมพู หญ้าตีนติด หญ้าดอกขาว และหญ้ารังนก และวัชพืชประเภทใบกว้าง เช่น ปอวัชพืช กะเพราผี น้ำนมราชสีห์เล็ก ผักเบี้ยใหญ่ และผักโขมป้องกันวัชพืชและหญ้าใบกว้าง

ข้าวโพดข้าวเหนียวจัดเป็นพืชเศรษฐกิจพื้นบ้านของประเทศไทย นิยมนำมารับประทานกันมากขึ้น เนื่องจากมีรสชาติดี มีความเหนียวนุ่ม ปัจจุบันเป็นสินค้าที่มีความต้องการสูงทั้งในและต่างประเทศ เช่น จีน เวียดนาม ไต้หวัน และเกาหลีใต้ โดยมียอดส่งออกเมล็ดพันธ์ข้าวโพดข้าวเหนียวไม่ต่ำกว่าปีละ 70 - 80 ล้านบาท (บุญฤทธิ์ และคณะ, 2559) เกษตรกรนิยมปลูกกันทั่วทุกภาคของประเทศ ปลูกมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ รองลงมาคือภาคกลาง และกระจายไปยังภาคอื่นๆ ในพื้นที่ภาคกลางจังหวัดสุพรรณบุรี ที่อำเภอด่านช้างและอำเภออู่ทอง มีพื้นที่ปลูกประมาณ 121,765 ไร่ ให้ผลผลิตรวมประมาณ 110,563 ตัน ผลผลิตเฉลี่ย 689 กิโลกรัมต่อไร่ พันธุ์ที่เกษตรกรนิยมปลูกได้แก่ พันธุ์ข้าวโพดลูกผสมต่างๆ เช่น ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมตราศรแดง ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสมพันธุ์ชัยนาท ข้าวโพดหวานลูกผสม เป็นต้น โดยเกษตรกรจะปลูก 2 รุ่น รุ่นแรกจะนิยมปลูกในเดือนพฤษภาคมหรือเรียกว่า ข้าวโพดรุ่นต้นฝน และอีกรุ่นหนึ่งจะนิยมปลูกในเดือนสิงหาคม ซึ่งเรียกว่า ข้าวโพดรุ่นปลายฝน ซึ่งในขั้นตอนการปลูกก่อนข้าวโพดงอกจะพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอก คือ ametryn (80% WG) อัตรา 400 - 450 กรัม ผสมน้ำ 60 - 80 ลิตร พ่นในพื้นที่ 1 ไร่

ดังนั้น การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาพฤติกรรม ความเสี่ยงอันตรายจากการพ่นสาร ต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษา จะนำไปใช้ในการวางแผนผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากการพ่นที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัย และเป็นข้อมูลสำหรับกรมวิชาการเกษตร สามารถนำข้อมูลไปศึกษาต่อยอด เพื่อใช้ในการกำหนดนโยบายสาธารณะของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยมุ่งเน้นเพื่อการแก้ไขปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นต่อเกษตรกร ประชาชน และสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาบริหารจัดการควบคุมวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่มีอันตราย ในการเข้มงวดการใช้ การจำกัดการใช้ หรือการห้ามใช้ เพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อมต่อไป

วิธีการ

1. วิธีการ

1.1 การทำแปลงทดลอง

1.1.1 การสำรวจแปลงและวางแผนการทดลอง

สำรวจแปลงปลูกข้าวโพดของเกษตรกร เพื่อวางแผนการทดลอง การปฏิบัติงาน และกำหนดเวลาพ่นสารกำจัดวัชพืช ในจังหวัดสุพรรณบุรี ติดต่อขอความร่วมมือจากศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี เลขที่ 159 หมู่ 10 ถนนกาญจนบุรี-อู่ทอง ตำบลจรเข้สามพัน อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ทำการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2561 - กันยายน 2562 แปลงขนาด 1 ไร่ 65 ตารางวา ลักษณะแปลงปลูกยกเป็นร่องดินขึ้น ระยะระหว่างแถวปลูก 1 เมตร ระหว่างต้น 0.2 เมตร ใช้น้ำจากคลองชลประทานเข้าแปลง ลักษณะทางกายภาพของดิน เป็นดินร่วนปนดินทราย มีอินทรียวัตถุสูงปานกลาง (2.5%) ดินมีค่า pH เท่ากับ 6.2 ถึง 6.3 น้ำในร่องน้ำ มีค่า pH เท่ากับ 7 ถึง 8 มีของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solid; TDS) ระหว่าง 159 ถึง 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) เท่ากับ 325 ถึง 800 µs และค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) ระหว่าง 3.9 ถึง 5.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ศัตรูพืชในแปลงข้าวโพด ได้แก่ หนอนเจาะลำต้นและฝักข้าวโพด หนอนกะทู้ และหนอนชอนใบ โรคพืชที่สำคัญ ได้แก่ โรคราน้ำค้างและโรคใบไหม้แผลใหญ่ และมีการดูแลแปลง โดยรดน้ำแปลงข้าวโพด วันละหนึ่งครั้ง รดวันเว้นวัน ส่วนวันที่พ่นสารให้เว้นรดน้ำเป็นเวลา 2 วัน

1.1.2 การปฏิบัติงานในแปลงทดลอง

1.1.2.1 การเตรียมแปลงทดลอง ทำการติดตั้งป้ายเก็บตัวอย่าง เพื่อกำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างแปลงทดลองพิกัด 47P, x = 592813, y = 1581558 มีขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 32.92 x 55.38 ตารางเมตร แบ่งออกเป็น 20 แถว โดยกำหนดให้ 2 แถวเป็น 1 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 10 ตัวอย่าง สำหรับเก็บตัวอย่างดิน และตัวอย่างข้าวโพด สำหรับตัวอย่างน้ำและตะกอน กำหนดพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างในคลองชลประทาน บ่อพักน้ำ และคลองระบายน้ำ รวมทั้งหมด 7 ตัวอย่าง

1.1.2.2 ปลูกข้าวโพดข้าวเหนียวหวานลูกผสม พันธุ์สวีทไวโอเล็ท F1 วันที่ 26 พฤศจิกายน 2561 ภายในศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี พื้นที่ขนาด 1 ไร่ 65 ตารางวา ชื่อทางการค้าศรแดง ปริมาณ 1 กิโลกรัม คลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสารเคมี 4 ชนิด คือ เมทาแลกซิล (metalyxyl) 35% XL ปริมาณ 1.65 กรัมต่อกิโลกรัม, ไธแรม (thiram) 80% WP ปริมาณ 0.99 กรัมต่อกิโลกรัม, คาร์บาริล (carbaryl) 85% WP ปริมาณ 0.05 กรัมต่อกิโลกรัม และไธอะมีโธแซม (thiamethoxam) 350FS ปริมาณ 2.5 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม ก่อนปลูกคลุกเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดด้วยปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 จากกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา

1.1.2.3 เก็บตัวอย่างก่อนพ่นสารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (ametryn) ในวันที่ 27 พฤศจิกายน 2561 ไว้เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ก่อนและหลังพ่นสารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (ametryn) คือ ดิน จำนวน 10 ตัวอย่าง น้ำ และตะกอนจำนวนตัวอย่างละ 7 ตัวอย่าง

1.1.2.4 ศึกษาปริมาณการปนเปื้อนสารพิษบนร่างกายผู้พ่นสาร ทำตามวิธีการทดลอง Methods for measuring dermal exposure; Patch method (US.EPA, 1992) โดยก่อนพ่นสารติดแผ่นผ้าฝ้ายขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร บนเสื้อผ้าตามส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้พ่นสาร ได้แก่ หมวก แผ่นผ้าปิดจมูก อกเสื้อ ด้านในอกเสื้อ บ่าศอก หลังเสื้อ ด้านในของหลังเสื้อ ต้นขา หน้าแข้ง และด้านในหน้าแข้ง

1.1.2.5 พ่นสารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (ametryn) หลังจากปลูกข้าวโพด 2 วัน ในวันที่ 28 พฤศจิกายน 2561 ด้วยเครื่องพ่นสารแบบสะพายหลังแรงดันน้ำสูงขนาด 25 ลิตร โดยใช้อัตราส่วน 135 กรัม ต่อน้ำ 25 ลิตร รวมทั้งหมด 5 ถัง รวมอัตราส่วนที่ใช้ทั้งหมด 675 กรัมต่อน้ำ 125 ลิตร อัตราการพ่น 4 ลิตรต่อนาที ใช้เวลาทั้งหมด 22 นาที

1.1.2.6 หลังพ่นสารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (ametryn) เก็บตัวอย่างแผ่นผ้าที่ติดตามร่างกายผู้พ่นสารแต่ละชิ้นใส่ลงในขวดแก้วที่มีฝาปิด น้ำล้างมือ น้ำล้างเท้าของผู้พ่น และสุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอนที่ระยะเวลาหลังพ่น คือ 0 วัน (2 ชั่วโมงหลังพ่น), 1, 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28, 35, 49, 63 และ 77 วัน นำมาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

1.1.2.7 เก็บตัวอย่างข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวหลังพ่นสาร 68 วัน สุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดกระจายให้ทั่วทั้งแปลงทดลอง ให้ได้น้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัมจำนวน 10 ตัวอย่าง

1.1.2.8 การเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อนำส่งห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างทุกชนิดหลังเก็บจากแปลงทดลองจะเก็บในถุงพลาสติกหรือภาชนะที่เหมาะสม มีป้ายบ่งชี้ตัวอย่าง ประกอบด้วย รหัสการทดลอง ชื่อตัวอย่าง ชื่อสารกำจัดวัชพืช วันที่เก็บตัวอย่าง พร้อมทั้งเวลาที่สุ่มเก็บตัวอย่าง ปิดถุงให้แน่นบรรจุลงในกล่องที่บรรจุน้ำแข็ง ก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ

1.1.2.9 การบันทึกข้อมูลในการปฏิบัติงานในแปลงทดลอง ดังนี้ ระยะเวลาในการพ่น ความเร็วลม ค่าพารามิเตอร์ของตัวอย่างน้ำ ได้แก่ วัดค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solid) และค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) และค่าพารามิเตอร์ของตัวอย่างดิน ได้แก่ วัดค่า pH และหาปริมาณอินทรียวัตถุ

2.2 สำรวจและเก็บตัวอย่างข้าวโพด จากแหล่งปลูกและจำหน่ายใกล้เคียงกับสถานที่ทำแปลงทดลองจำนวน 20 ตัวอย่าง ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม ราชบุรี ปทุมธานี และชัยนาท ตัวอย่างละ 2 กิโลกรัม

2.3 การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

2.3.1 การเตรียมตัวอย่าง

2.3.1.1 ตัวอย่างดิน ก่อนนำไปสกัด นำตัวอย่างดินและตะกอนใส่ถาดสแตนเลสตากไว้ในที่ร่ม ให้มีความชื้นประมาณ 10 - 20 เปอร์เซ็นต์ กรณีที่มีการปนเปื้อนของหินหรือเศษซากพืช ให้แยกออก จากนั้นนำไปบดให้ละเอียด เพื่อให้ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ทำการชั่งตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ น้ำหนัก 20 ± 0.05 กรัม ลงในขวด Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างที่ชั่งแล้วไปสกัดและตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง และชั่งตัวอย่างดิน 50 ± 0.05 กรัม ใส่ใน petri dish ที่มีฝาปิด สำหรับนำไปตรวจหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นดิน

2.3.1.2 ตัวอย่างข้าวโพด ปอกเปลือก แล้วนำฝักมาหั่นให้มีขนาดเล็ก จากนั้นใช้เครื่องบดสับตัวอย่าง (food processor) เพื่อให้ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ทำการชั่งตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ น้ำหนัก 5 ± 0.05 กรัม ลงในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างที่ชั่งแล้วไปสกัดและตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง

2.3.2 การเตรียมสารละลายมาตรฐาน

2.3.2.1 เตรียม stock solution ของสารละลายมาตรฐาน ametryn โดยชั่งสารมาตรฐานให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนใน volumetric flask ขนาด 10 มิลลิลิตร และนำค่า %purity มาคำนวณกลับเป็นน้ำหนักสารที่แท้จริง ให้มีความเข้มข้นของสารมาตรฐานประมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยใช้ ethyl acetate PR grade เป็นตัวทำละลาย

2.3.2.2 เตรียม mix standard solution ของสารละลายมาตรฐาน ametryn ความเข้มข้น 100, 10 และ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยการผสม stock solution ของสารละลายมาตรฐาน ametryn จากความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานในข้อ 2.3.2.1 ให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานผสม 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาตร 25 มิลลิลิตร โดยใช้อุปกรณ์ดูด-จ่ายสารละลาย (auto pipette) ที่สอบเทียบแล้ว แล้วทำการเจือจางสารละลายมาตรฐานให้มีความเข้มข้นเท่ากับ 5 และ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยใช้ ethyl acetate PR grade เป็นตัวทำละลาย

2.3.2.3 เตรียม working mix standard in matrix solution จากความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานในข้อ 2.3.2.2 mix standard solution นำมาเตรียมให้ได้ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่ 8 ระดับความเข้มข้น เท่ากับ 0.01, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยใช้ matrix solution จากการสกัดตัวอย่างควบคุม (control) เป็นตัวทำละลาย เพื่อสร้างกราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของสารมาตรฐาน ametryn (แกน x) กับ peak area (แกน y) ซึ่งมีค่า correlation ของ linear regression (r) ไม่น้อยกว่า 0.995

2.3.3 การหาประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์

เพื่อทดสอบหาวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดตัวอย่างในการทดลอง โดยเติมสารมาตรฐาน ametryn ที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนในตัวอย่างแผ่นผ้า น้ำ ดิน และข้าวโพดที่ไม่มีสารพิษตกค้างของ ametryn โดยทำการทดสอบที่ความเข้มข้น 0.01, 0.02, 0.03, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเข้มข้นละอย่างน้อย 7 ซ้ำ (Eurachem, 2014) แล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้การสกัด การขจัดสิ่งปนเปื้อน และตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิดตัวตรวจวัด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD) ตามวิธีการวิเคราะห์ในข้อ 2.3.4 – 2.3.8 เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพการเอาสารกลับคืน (recovery) สามารถพิสูจน์ความแม่น (accuracy) และความเที่ยง (precision) ของวิธีการสกัด

2.3.4 การสกัดสารกำจัดวัชพืช ametryn ในตัวอย่างแผ่นผ้า (US.EPA, 1992)

นำขวด Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตรที่มีแผ่นผ้า เติม ethyl acetate (AR) 100 มิลลิลิตร ปิดฝาขวด เขย่าให้เข้ากันด้วย voter mixer นาน 1 นาที นำไปใส่เครื่อง shaker ความเร็วรอบ 210 รอบต่อนาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นยกลงตั้งทิ้งไว้ แล้วกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่บรรจุ sodium sulfate ไว้ด้านบนลงใน cylinder จดปริมาตร แล้วเทใส่ round bottom flask ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วทำการสกัดซ้ำด้วย ethyl acetate (AR) 25

มิลลิลิตร ปิดฝาขวด เขย่าให้เข้ากันด้วย voter mixer นาน 1 นาที นำไปใส่เครื่อง shaker ความเร็วรอบ 210 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที กรองสารละลายและจดบันทึกปริมาตร จากนั้นนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระเหยจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate (PR) ปริมาตร 2 มิลลิลิตรใส่ในขวด vial นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-NPD

2.3.5 การตรวจวิเคราะห์ ametryn ในตัวอย่างน้ำ โดยใช้วิธี In-house method based on EPA method 8141A, rev.1, 1994. (US EPA, 1994)

ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 800 มิลลิลิตรใส่ใน separatory funnel ขนาด 1000 มิลลิลิตร เติม ethyl acetate (AR) 100 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน หลังจากนั้นนำไปเขย่าด้วยเครื่อง separatory funnel shaker นาน 3 นาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไขเก็บชั้น ethyl acetate ผ่านกระดาษกรองที่บรรจุ sodium sulfate ไว้ด้านบน ทำการสกัดซ้ำอีก 2 ครั้งด้วย ethyl acetate (AR) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ล้างด้วย ethyl acetate (AR) 2 ครั้งๆ ละ 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระเหยจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate (PR) ปริมาตร 1 มิลลิลิตรใส่ในขวด vial นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิดตัวตรวจวัด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD)

2.3.6 การหาความชื้นในตัวอย่างดิน (Back, 1965)

นำตัวอย่างดินที่ชั่งใส่ใน petri dish ที่มีฝาปิด นำเข้าอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 ± 5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาวางใส่โถดูดความชื้น (desiccator) ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งและบันทึกน้ำหนักตัวอย่างดินพร้อม petri dish และนำตัวอย่างอบต่ออีกประมาณ 3 - 4 ชั่วโมง แล้วนำออกใส่โถดูดความชื้น (desiccator) ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ชั่งและบันทึกน้ำหนักครั้งที่ 2 ถ้าน้ำหนักที่หายไปจากการอบครั้งที่ 1 และ 2 แตกต่างกันไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าน้ำระเหยออกจากตัวอย่างหมดแล้ว ถ้ามากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ จะต้องนำไปอบต่อ 3 - 4 ชั่วโมง จนกระทั่งน้ำหนักที่หายไปแตกต่างกันไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ จึงจะนำไปคำนวณหาความชื้นและน้ำหนักตะกอนแห้ง

2.3.7 การสกัดสารกำจัดวัชพืช ametryn ในตัวอย่างดินและตะกอน ประยุกต์ใช้วิธี ultrasonic (Babic,S. *et. al*., 1998)

นำตัวอย่างดินและตะกอนที่ชั่งไว้น้ำหนัก 20 ± 0.05 กรัม ในขวด Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติม ethyl acetate (AR) 75 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย voter mixer นาน 1 นาที นำไปใส่ในเครื่อง ultra sonic bath เป็นเวลา 25 นาที หลังจากนั้นยกลงตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน แล้วกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 ที่บรรจุ sodium sulfate ไว้ด้านบน ล้างด้วย ethyl acetate (AR) 2 ครั้งๆ ละ 20 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระเหยจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate (PR) ปริมาตร 2 มิลลิลิตรใส่ในขวด vial นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิดตัวตรวจวัด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD)

2.3.8 การสกัดสารกำจัดวัชพืช ametryn ในตัวอย่างข้าวโพด ประยุกต์ใช้วิธี EN Extraction: EN Method 15662 (Zeying *et al.* 2015)

นำตัวอย่างข้าวโพดที่ชั่งไว้น้ำหนัก 5 ± 0.05 กรัม ในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ (purified water) 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติม ceramic ทำการเขย่าให้เข้ากันด้วย voter mixer นาน 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นเติม acetonitrile 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วย voter mixer นาน 1 นาที เติมสารสกัด anhydrous magnesium sulfate (anh.$MgSO_4$) 4.0 กรัม และ 1 กรัม sodium citrate, 0.5 กรัม sodium hydrogencitrate sesquihydrate และ 1 กรัม sodium chloride (NaCl) เขย่า และ voter mixer เป็นเวลา 1 นาที นำสารละลายที่สกัดได้ไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ใช้ auto pipette ดูดสารละลายส่วนบน 6 มิลลิลิตร

ใส่ใน centrifuge tube ขนาด 15 มิลลิลิตร ที่มี 150 มิลลิกรัม PSA, 150 มิลลิกรัม C18 และ 900 มิลลิกรัม anhydrous magnesium sulfate (anh.$MgSO_4$) เขย่าให้เข้ากันด้วย voter mixer นาน 1 นาที นำสารละลายที่สกัดได้ไป centrifuge ที่ความเร็วรอบ 4,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ใช้ auto pipette ดูดสารละลายส่วนบน 3 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง นำไประเหยให้แห้งด้วยเครื่อง nitrogen evaporator อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และปรับปริมาตรด้วย ethyl acetate (PR) ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตรใส่ในขวด vial นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิดตัวตรวจวัด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD)

2.3.9 การวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn ด้วยเครื่อง GC/NPD

ตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้างตกค้าง ametryn ตามวิธีการในข้อ 2.3.4 – 2.3.8 ด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิดตัวตรวจวัด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD) โดยกำหนดค่า Condition ของเครื่องวิเคราะห์ดังนี้

GC column	: column DB 1701 capillary, 30 m x 0.25 mm id, 0.25 µm film thickness
Oven temperature program	; Run time 20 min
Initial temp	: 80 °C hold 1 min
Rate	: 20 °C /min to 194 °C hold 1 min
Rate	: 2.0 °C/min to 197 °C hold 1 min
Rate	: 5.0 °C/min to 200 °C hold 1 min
Rate	: 1.0 °C/min to 210 °C hold 1 min
	: 5.0 °C/min to 250 °C hold 3 min
Flow rate	0.3 ml/min
Injection mode	: Splitless
Temperature condition	Detertor 250 °C, Inlet 230 °C
Make up gas	: Nitrogen flow 60 ml/min
Carrier gas	: Helium flow 1.2 ml/min
Injection volume	: 1 µl

ระยะเวลาและสถานที่ทำการทดลอง

ระยะเวลา เดือนตุลาคม 2561 ถึงเดือนกันยายน 2562

สถานที่ทำการทดลอง

1) แปลงทดลองข้าวโพดของศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี

2) กลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์

การทดสอบประสิทธิภาพของวิธีตรวจวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ametryn สามารถพิสูจน์ความแม่น (accuracy) ของวิธีการสกัด ประเมินค่าจาก %recovery โดยผลของ %recovery อยู่ในช่วง 75 – 98% พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ 70 – 120% (SANCO, 2013) สำหรับการพิสูจน์ความเที่ยง (precision) ประเมินจากค่าร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) พบว่าอยู่ในช่วง 3-6 % ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้คือ ≤20% (ตารางที่ 1) ดังนั้นวิธีการตรวจวิเคราะห์ดังกล่าว สามารถนำมาสกัดตัวอย่างแผ่นผ้า น้ำ ดิน และข้าวโพดจากแปลงทดลองได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยมีขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of detection, LOD) ในตัวอย่างแผ่นผ้า น้ำ ดิน และข้าวโพด เท่ากับ 0.004 และ 0.020 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ประเมินค่า LOD เท่ากับ 3XSD ; Eurachem, 2014) และขีดจำกัดการตรวจวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation, LOQ) ในตัวอย่าง แผ่นผ้า น้ำ ดิน และข้าวโพด เท่ากับ 0.01 และ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ประเมินค่า LOD เท่ากับ 10XSD ; Eurachem, 2014)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความใช้ได้ของวิธีวิเคราะห์สารพิษตกค้าง ametryn

No	ametryn ในตัวอย่าง	Linearity/ Range	Spike level	Replicate	%Recovery		%RSD	LOD (3SD) cal	LOQ (10SD) cal
		(mg/kg)	(mg/kg)	(n)	(n = 10)	SD			
1	แผ่นผ้า	0.01 – 1.00	0.01	10	98	2.68	3	0.004	0.015
2	น้ำ	0.01 – 1.00	0.02	10	88	2.24	3	0.006	0.020
3	ดิน	0.01 – 1.00	0.01	10	86	4.72	6	0.004	0.010
4	ข้าวโพด	0.01 – 1.00	0.05	10	84	3.20	4	0.020	0.050

ศึกษาและประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืช ametryn ในไร่ข้าวโพดต่อผู้ใช้ ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ภายหลังการพ่น เก็บตัวอย่างแผ่นผ้าฝ้ายที่ติดตามส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้พ่น รวมทั้งน้ำล้างมือและน้ำล้างเท้า นอกจากนี้ยังสุ่มเก็บตัวอย่างดิน น้ำ และตะกอน ภายหลังการพ่นสาร 2 ชั่วโมง 1, 3, 5, 7, 10, 14, 21, 28, 35, 49, 63 และ 77 วัน และตัวอย่างข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวที่ 68 วัน รวมทั้งสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดจากจุดรวบรวมผลผลิตก่อนส่งไปจำหน่าย เพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

2. ผลการศึกษาปริมาณสารพิษปนเปื้อนบนร่างกายผู้พ่น ametryn ในไร่ข้าวโพด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn บนแผ่นผ้าที่ติดตามส่วนต่างๆ ของร่างกายผู้พ่น พบการปนเปื้อนมากบริเวณหลังด้านนอกปริมาณ 2,304.869 ไมโครกรัมต่อ 100 ตารางเซนติเมตร เนื่องจากในขณะพ่นสาร ถังที่ใช้ในการพ่นเกิดการรั่วซึม ทำให้มีเกิดการปนเปื้อนมากที่สุด รองลงไปเป็น ต้นขาด้านใน หน้าแข้ง และข้อศอก ตามลำดับ ดังตารางที่ 2 ส่วนน้ำล้างมือ และน้ำล้างเท้า ปนเปื้อนปริมาณ 1,381.358 และ 783.613 ไมโครกรัม ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ปริมาณสารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (ametryn) บนแผ่นผ้าที่ติดบนร่างกายผู้พ่นสาร

	ส่วนของร่างกาย												
	หมวก	จมูก	อกด้านนอก	อกด้านใน	ไหล่	ข้อศอก	หลังด้านใน	หลังด้านนอก	ต้นขาด้านนอก	ต้นขาด้านใน	หน้าแข้ง	น้ำล้างมือ	น้ำล้างเท้า
คนพ่น	24.223	65.002	32.063	11.759	104.294	1,224.493	1,039.233	2,304.869	663.876	1,643.257	1,607.433	1,381.358	783.613

หมายเหตุ แผ่นผ้า ; Limit of Detection; LOD = 0.004 μg/100 cm^2 ; Limit of Quantification; LOQ = 0.015 μg/100 cm^2
น้ำล้างมือ น้ำล้างเท้า ; Limit of Detection; LOD = 0.006 μg/L ; Limit of Quantification; LOQ = 0.02 μg/L

ปริมาณ ametryn ที่ปนเปื้อนบนแผ่นผ้าจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย รวมทั้งปนเปื้อนที่มือและเท้า เมื่อนำมาคำนวณเป็นปริมาณสารพิษต่อพื้นที่ทั้งหมดของร่างกาย (U.S.EPA 1987,1992) ที่ได้จากการทดลองเพื่อประเมินปริมาณ ametryn ปนเปื้อนบนร่างกาย (Potential Exposure) ภายหลังการพ่น คิดเป็นการปฏิบัติงานตามปกติในแต่ละวัน พบว่ามีปริมาณ ametryn ปนเปื้อน 12.8161 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน ดังตารางที่ 3

นำข้อมูลปริมาณสาร ametryn ที่ปนเปื้อนบนแผ่นผ้า ที่ได้จากการศึกษามาคำนวณเพื่อประเมินปริมาณสาร ametryn บนร่างกาย (Potential Exposure) เมื่อคิดเป็นการปฏิบัติงานทั้งวัน แล้วนำไปประเมินหาปริมาณสารพิษที่ดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย (Absorption Dose) จากนั้นเปรียบเทียบกับค่า NOAEL ซึ่งเป็นค่าทางด้านพิษวิทยาของการทำให้เกิดพิษ แล้วคำนวณหาค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE) ผลการประเมินระดับความเสี่ยงจากปริมาณการได้รับสัมผัสสาร ametryn เข้าสู่ร่างกายผู้พ่นสารในแปลงปลูกข้าวโพด โดยใช้เกณฑ์การประเมินอ้างอิงของ Pesticide Risk Assessment (US EPA, 2011) กำหนดค่า NOEAL มีค่าเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน (US EPA, 2011) คำนวณหาค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ (MOE) เท่ากับ 123.85 ซึ่งค่า MOE มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 100 ถือว่าอยู่ในระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ดังตารางที่ 4 โดยเกณฑ์ค่า MOE≥100 ถือว่าเป็นระดับความเสี่ยงที่ยอมรับ (US.EPA, 2011)

ตารางที่ 3 ปริมาณ ametryn บนแผ่นผ้าที่ปนเปื้อนบนร่างกาย น้ำล้างมือ และ น้ำล้างเท้าของผู้พ่นสาร

ตำแหน่งติดแผ่นผ้า (region of body)	พื้นที่ผิว (sureface area) (cm^2)	ปริมาณปนเปื้อนบนแผ่นผ้า (μg/100 cm^2)	Penetration factor*	ปริมาณปนเปื้อนที่สัมผัสร่างกาย* (μg)
หัว - หมวก	1300	24.22	1.00	579.69
- จมูก		65.00		
บ่า 2	2910	32.06	0.21	192.25
อก - ใน	3550	11.76	0.10	375.15
- นอก		104.29		
ศอก 2	1210	1224.49	0.21	3,052.85
หลัง - ใน	3550	1039.23	0.31	25,427.75
- นอก		2304.87		
ต้นขา 2	3820	663.88	0.97	24,599.27
แข้ง - ใน2	2380	1643.26	0.51	19,339.25
- นอก2		1607.43		
มือ				1,381.36
เท้า				783.61
รวมปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นนาน 22 นาที				75,731.45
ปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกายระหว่างการฉีดพ่นนาน 22 นาที ต่อวัน				666,436.80
เกษตรกรมีน้ำหนักเฉลี่ย 52 kg จึงมีปริมาณสารพิษปนเปื้อนร่างกาย ต่อน้ำหนักตัว ต่อวัน				12.8161 mg/kg bw/day

ตารางที่ 4 ระดับความเสี่ยงจากปริมาณการได้รับ ametryn เข้าสู่ร่างกายของผู้พ่นสารในแปลงปลูกข้าวโพด

ผู้ปฏิบัติงาน	ametryn (mg/kg bw/day)	%Absorption	Absorbed dose (mg/kg bw/day)	NOAEL (mg/kg)	MOE	ระดับความเสี่ยง
ผู้พ่นสาร	12.8161	6.3	0.8074	100	123.85	Accept

หมายเหตุ NOAEL = No Observed Adverse Effect Level คือ ค่าสูงสุดของปริมาณสารพิษที่ใช้ในการทดลองที่ไม่ทำให้เกิดผลอันไม่พึงประสงค์ทางพิษวิทยาของ ametryn

MOE = Margin of Exposure คือ ค่าขอบเกณฑ์ความปลอดภัยจากการได้รับสารพิษ ค่ายิ่งต่ำยิ่งมีความเสี่ยงสูง

2. ผลการศึกษาปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn ในน้ำ ดิน และตะกอนหลังการพ่น

หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืช ametryn ได้สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอนรอบแปลงทดลอง รวมทั้งดินในแปลงทดลองข้าวโพด มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง ผลการตรวจวิเคราะห์น้ำ ดิน และตะกอน ตรวจพบการตกค้างของสาร ametryn ในน้ำทุกตัวอย่าง ตั้งแต่หลังพ่น จนถึง 77 วัน ปริมาณ 0.080 - 0.858 ไมโครกรัมต่อลิตร มีปริมาณสารพิษตกค้างสูงสุดหลังพ่น 2 ชั่วโมง ในดินปริมาณ <0.01 – 1.655 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบการตกค้างสูงสุดหลังพ่น 1 วัน และในตะกอนปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบในปริมาณค่อนข้างต่ำ

นำข้อมูลที่ได้จากตารางที่ 5 ไปคำนวณหาค่าการสลายตัวของ ametryn และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารพิษตกค้างกับระยะเวลาหลังการพ่นสารพิษในช่วงเวลาต่างๆ จะได้สมการการสลายตัวของสารพิษในรูป Exponential ดังภาพ 1 และ 2 ซึ่งมีสมการการสลายตัวเป็น $y = ae^{bx}$ จากสมการนำไปคำนวณระยะเวลาที่สารพิษสลายตัวจนลดลงมีปริมาณครึ่งหนึ่ง (half life; $t_{1/2}$) ด้วยสมการ $t_{1/2} = -0.693/b$ จากภาพที่ 1 และ 2 จากการคำนวณหาค่าครึ่งชีวิต (half life; $t_{1/2}$) ของ ametryn ในน้ำและดิน มีค่าเท่ากับ 21 และ 15 วัน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการตรวจพบ ametryn ในตัวอย่างน้ำจากวิทยาลัยชัยบาดาลพิพัฒน์ จังหวัดลพบุรี ช่วงฤดูฝนปริมาณ 0.01 - 0.03 ไมโครกรัมต่อลิตร (รัศมีและคณะ, 2558) สำหรับในต่างประเทศมีรายงานงานวิจัยของ Cerdeira *et al* (2005) ที่ตรวจวิเคราะห์พบการปนเปื้อน ametryn ในน้ำผิวดิน ในรัฐเซาเปาโล ประเทศบราซิล ปริมาณ 0.17 - 0.23 ไมโครกรัมต่อลิตร เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Analu *et al* (2009) พบการตกค้างของสาร ametryn ในตัวอย่างน้ำปริมาณ 50 นาโนกรัมต่อลิตร ตะกอนปริมาณ 0.13 นาโนกรัมต่อกรัม และหอยปริมาณ 1.44 นาโนกรัมต่อกรัม จากแม่น้ำ Mogi-Guaçu และในตะกอนจากแม่น้ำ Pardo ปริมาณ 0.56 นาโนกรัมต่อกรัม ในประเทศบราซิล สำหรับตัวอย่างตะกอนในแปลงทดลอง ตรวจพบสารพิษต่ำกว่า LOQ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 5 ปริมาณสารพิษ ametryn ในน้ำ ดิน และตะกอนหลังพ่น 2 ชั่วโมงถึง 77 วัน

เวลาหลังการพ่น (วัน)	ปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn เฉลี่ย (N = 10)		
	น้ำ (μg/L)	ดิน (mg/kg)	ตะกอน (mg/kg)
0[/1]	0.858	0.620	<LOQ [/2]
1	0.806	1.655	<LOQ
3	0.455	0.255	<LOQ
5	0.427	0.116	<LOQ
7	0.523	0.101	ND[/3]
14	0.384	0.021	ND
21	0.243	0.011	ND
28	0.220	0.021	ND
35	0.182	0.011	ND
49	0.148	0.012	ND
63	0.040	0.067	ND
77	0.080	<LOQ [/2]	ND

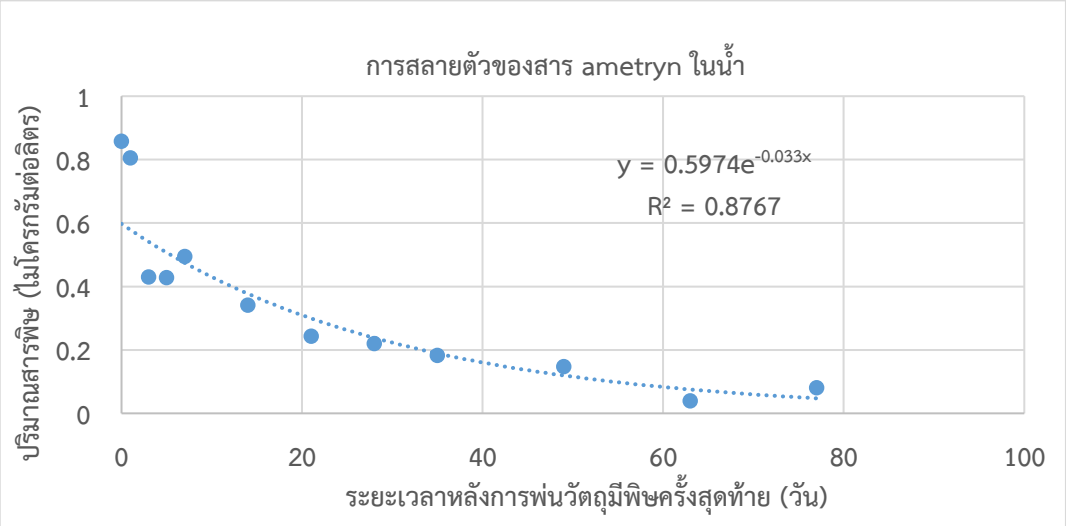
หมายเหตุ: [1]/ ระยะเวลา 2 ชั่วโมงหลังการพ่นสาร ametryn

[2]/ LOQ ในดินและตะกอน เท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

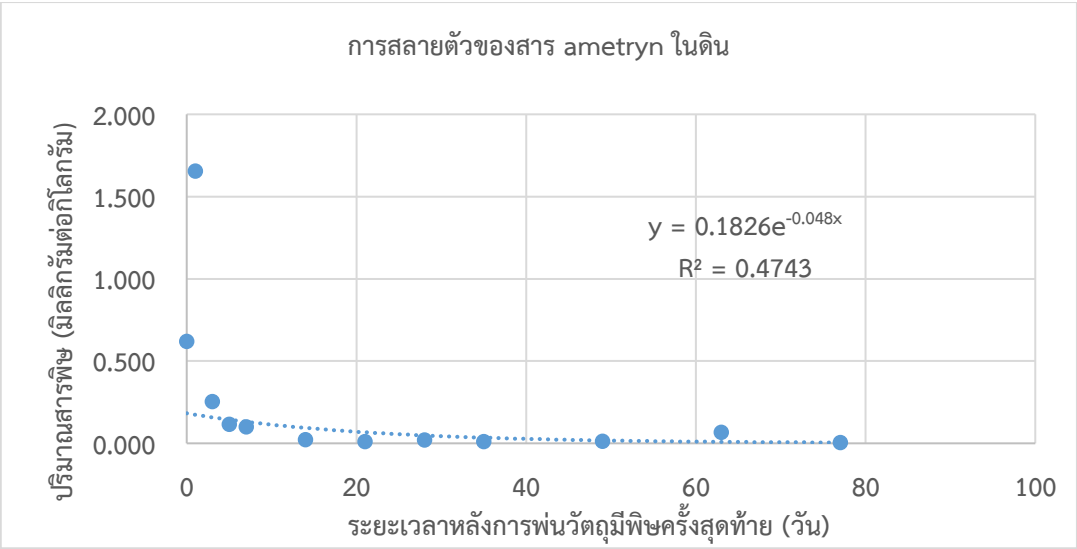
[3]/ ND คือ not detectable

LOQ ในน้ำ เท่ากับ 0.02 ไมโครกรัมต่อลิตร

จากการประมวลข้อมูลการตกค้างของสาร ametryn ที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ดิน และตะกอน พบว่าสารพิษจะสลายตัวและมีปริมาณลดลงตามลำดับเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบางช่วงเวลาหลังพ่นที่นานขึ้นกลับตรวจพบปริมาณเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากน้ำที่ใช้ในแปลงทดลองมาจากคลองชลประทาน พื้นที่บริเวณโดยรอบเกษตรกรปลูกอ้อยและมันสำปะหลัง ที่มีการใช้สาร ametryn ในแปลง จึงเป็นไปได้ที่จะเกิดการเคลื่อนย้าย ametryn จากพื้นที่เพาะปลูกรอบๆ ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ และอีกส่วนหนึ่งอาจเกิดจากฝนตกหลังวันที่พ่นสารพิษ น้ำฝนจึงชะสารพิษจากดินลงในคูน้ำ ทำให้ปริมาณสาร ametryn ที่พบในน้ำและดินดัง Table 5 มีความแปรปรวนโดยมีปริมาณสารพิษเพิ่มมากขึ้นในบางช่วงเวลา



ภาพที่ 1 แสดงปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn ในน้ำหลังพ่น 2 ชั่วโมงถึง 77 วัน



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn ในดินหลังพ่น 2 ชั่วโมงถึง 77 วัน

3. ผลการศึกษาการสลายตัวและปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn ในข้าวโพด

ระยะการเก็บเกี่ยวข้าวโพดเว้นช่วงห่างจากการพ่นครั้งสุดท้าย 68 วัน โดยสุ่มเก็บตัวอย่างข้าวโพดตลอดทั้งแปลง 10 ตัวอย่าง และตัวอย่างข้าวโพดจากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่ายจำนวน 20 ตัวอย่าง เพื่อนำไปสกัดหาสารพิษตกค้าง ametryn ในข้าวโพดด้วยเครื่อง Gas Chromatography ชนิดตัวตรวจวัด Nitrogen-Phosphorus Detector (GC-NPD) ผลการตรวจวิเคราะห์ไม่พบสารพิษตกค้างในตัวอย่างข้าวโพดทั้งหมดที่ระดับ LOQ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zeying *et al.* (2015) ในการสุ่มตรวจตัวอย่างสารกำจัดศัตรูพืช 200 ชนิด ในตัวอย่างข้าวโพด 20 ตัวอย่าง พบปริมาณสารพิษตกค้าง dichlorvos 9.58 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม แต่ไม่พบสารกำจัดวัชพืชในทุกตัวอย่าง

สรุปผลการทดลองและคำแนะนำ

การประเมินความเสี่ยงจากการใช้สารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (ametryn) สูตร 80% WG ในแปลงข้าวโพด ด้วยอัตรา 675 กรัมต่อน้ำ 125 ลิตร พ่นสารด้วยเครื่องพ่นแบบสะพายหลังแรงดันน้ำสูง หลังปลูกข้าวโพด 2 วัน ใช้เวลาพ่นนาน 22 นาที ภายหลังการพ่น พบการปนเปื้อน ametryn บนร่างกายในปริมาณ 12.8161 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน นำไปประเมินความเสี่ยงได้ค่า MOE สูง แสดงว่าผู้พ่นมีระดับความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ นอกจากนี้ยังเกิดการปนเปื้อนและสะสมในสิ่งแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง ซึ่งมีปัจจัยจากทิศทางลมในขณะพ่น ปริมาณน้ำฝน แสง และอุณหภูมิอากาศ เป็นตัวแปรสำคัญในการสลายตัวของสารพิษ จากการศึกษามีสารพิษปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใกล้เคียงปริมาณ 0.080 - 0.858 ไมโครกรัมต่อลิตร ดินปริมาณ <0.01 – 1.655 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตะกอนปริมาณ <0.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีปริมาณค่อนข้างต่ำ ค่าครึ่งชีวิต (half life; $t_{1/2}$) ของ ametryn ในน้ำเท่ากับ 21 วัน และในดินเท่ากับ 15 วัน รวมทั้งอาจถ่ายทอดสู่ห่วงโซ่อาหารไปยังพืชน้ำและสัตว์น้ำได้ ซึ่งสาร ametryn มีความเป็นพิษสูงต่อปลาและหอยที่เป็นอาหารของมนุษย์ ถึงแม้ว่าผลการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษตกค้าง ametryn ในข้าวโพดที่ระยะเก็บเกี่ยวซึ่งห่างจากการพ่นที่ 68 วัน จากแหล่งผลิตและแหล่งจำหน่าย ตรวจไม่พบปริมาณสารพิษตกค้างที่ระดับ LOQ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังนั้นการบริโภคข้าวโพดจะไม่มีความเสี่ยงต่อการรับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย และสิ่งสำคัญที่สุด เกษตรกรควรระมัดระวัง ต้องปฏิบัติตามคำแนะนำบนฉลากอย่างเคร่งครัด เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร นอกจากนี้ประเทศไทยควรมีการเฝ้าระวังการเคลื่อนย้ายของ ametryn ในสิ่งแวดล้อม ที่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ในอนาคต รวมทั้งเพิ่มมาตรการเข้มงวดการใช้สารกำจัดวัชพืช เช่น การขึ้นทะเบียนผู้ใช้สารกำจัด

วัชพืช ฝึกอบรม และถ่ายทอดความรู้ด้านการใช้สารกำจัดวัชพืชแก่ร้านค้าจำหน่ายวัตถุมีพิษการเกษตร รวมถึงเกษตรกรผู้ใช้อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะการใช้ในพื้นที่ผลิตพืชเศรษฐกิจของประเทศ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรีเจ้าของแปลงทดลองข้าวโพด กลุ่มงานพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพวัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์วิเคราะห์ผลิตภัณฑ์สารกำจัดวัชพืชอะมีทรีน (ametryn) กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ปุ๋ยชีวภาพพีจีพีอาร์ 1 ในการคลุกเมล็ดข้าวโพดก่อนปลูก และกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี ที่ให้ความอนุเคราะห์ชุดตรวจสอบปริมาณธาตุอาหารในดิน กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร สุดท้ายขอขอบคุณข้าราชการ พนักงานราชการของกลุ่มงานวิจัยผลกระทบจากการใช้วัตถุมีพิษการเกษตร กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร ที่ได้ร่วมมือในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุลวงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

บุญฤทธิ์ สินค้างาม, วรรษมน มงคล และ สุรศักดิ์ วัฒนพันธุ์สอน. 2559. การพัฒนาสายพันธุ์แท้ข้าวโพดข้าวเหนียวต้านทานต่อโรคใบไหม้ แผลใหญ่ในโครงการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวลูกผสม. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 24 ฉบับที่ 5 (ฉบับพิเศษ).

รัศมี แสงศิริมงคลยิ่ง, มลิสา เวชยานนท์, ปภัสรา คุณเลิศ และพรชนก ชโลปกรณ์. 2558. การศึกษาการปนเปื้อนของสารกำจัดศัตรูพืชสู่สิ่งแวดล้อมในวิทยาลัยชัยบาดาลพิพัฒน์. วารสารวิจัยราชภัฏพระนคร ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม-ธันวาคม 2558.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร. 2562. รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรปี พ.ศ. 2561. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.doa.go.th/ard/wp content /uploads /2019 /04 /HASTAT58_01 (19 พ.ย. 2562).

Ana C.F. Vida, David J. Cocovi-Solberg, Elias A.G. Zagatto and Manuel Miró. 2016. Rapid estimation of readily leachable triazine residues in soils using automatic kinetic bioaccessibility assays followed by on-line sorptive clean-up as a front-end to liquid chromatography. Talanta. 156-157: 71–78.

Analu E. Jacomini, Plinio B. de Camargo, Wagner E. P. Avelara and Pierina S. Bonato. 2009. Determination of Ametryn in River Water, River Sediment and Bivalve Mussels by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. J. Braz. Chem. Soc., Vol. 20, No. 1, 107-116.

Babic, S., Petrovic, M. and Kastelan-Macan., K. 1998. Ultrasonic solvent extraction of Pesticides from soil. Journal of Chromatography Analysis. Vol. 823 :1-2, Oct. 1998: 3-9.

Back, C.A. 1965. “Method of soil analysis: part I physical and mineralogical properties”. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.

Cerdeira, A. L., Santos, N. A. G., Pessoa, M. C. P. Y.; Gomes, M. A. and Lanchote, V. L.; *J.* 2005. Herbicide leaching on a recharge area of the Guarany aquifer in Brazil. Environ Sci Health, Part B. 40: 159.

Eurachem. 2014. The Fitness for Purpose of Analytical Methods: A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics.

Geng-Ruei Chang, Hui-Shan Chen and Feng-Yi Lin. 2016. Analysis of banned veterinary drugs and herbicide residues in shellfish by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC/MS/MS) and gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC/MS/MS). Marine Pollution Bulletin 113: 579–584.

Rafat Szewczyk, Anna Ksmierska and Przemystaw Bernat. 2018. Ametryn removal by Metarhizium brunneum: Biodegradation pathway proposal and metabolic background revealed. Chemosphere 190: 174 -183.

Sabir Kha, Sajjad Hussainc, Ademar Wonga, Marcos Vinicius Foguel, Luís Moreira Gonçalvesd, Maria Isabel Pividori Gurgoe and Maria del Pilar Taboada Sotomayor. 2018. Synthesis and characterization of magnetic-molecularly imprinted polymers for the HPLC-UV analysis of ametryn. Reactive and Functional Polymers 122: 175–182.

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.

Tamires Santosa, Graziela Cancianb, Daniella N.R. Neodinib, Deiviston R.S. Manob, Cristina Capuchob, Fabrícia S. Predesc, Renata Barbierib, Camila A. Oliveiraa, Acácio A. Pigosob, Heidi Dolderd and Grasiela D.C. Severi-Aguiara. 2015. Toxicological evaluation of ametryn effects in Wistar rats. Experimental and Toxicologic Pathology 67: 525–532.

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, 1994. Organophosphorus compound by Gas Chromatography capillary column technique. In-house method. 2005. EPA method 8141A, Revision 1.

US. EPA. 2011. Exposure factors handbook, final report, EPA/600-R09/052F, 2011, from http://www.epa.gov/ncea/efh/pdfs/efh-chapter08.pdf

Zeying He, Lu Wang, Yi Peng, Ming Luo, Wenwen Wang and Xiaowei Liu. 2015. Multiresidue analysis of over 200 pesticides in cereals using a QuEChERS and gas chromatography–tandem mass spectrometry-based method. Food Chemistry. 169: 372 - 380.

การควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ด้วยการทดสอบความชำนาญตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010

Quality Control of Chemical Fertilizer Laboratories through Proficiency Testing in Accordance with ISO / IEC 17043 : 2010

จรีรัตน์ กุศลวิริยะวงศ์ สงกรานต์ มะลิสอน ญาณธิชา จิตต์สะอาด สุภา โพธิจันทร์ ชฎาพร คงนาม พงศ์พิศ แก้วสุข ศุภากร ดวนใหญ่ รัตนาภรณ์ คชวงศ์ นันทกานต์ ขุนโหร พจมาลย์ ภู่สาร จิตติรัตน์ ชูชาติ กัญฐณา คล้ายแก้ว วัชระ สังข์ทอง วรรณรัตน์ ชุติบุตร[1]

Charirat Kusonwiriyawong Songkrant Malisorn Yarnthicha Jittsa-add Supha Photichan Chadaporn Khongnam Pongpit Kaewsuk Supakorn Duanyai Rathanaphon Cochawong Nanthakan Khunhon Pojjamarn Poosarn Jittirat Choochat Kanthana Klaigaew Watchara Sangthong Wannarut Chutibut

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ABSTRACT

Due to the Cabinet resolution, the mission of Agricultural Production Sciences Research and Development Division (APSRD) has been changed from services on the fertilizer analysis to supervise the private fertilizer laboratories. Proficiency testing plays the significant role in the quality control system of chemical fertilizer laboratory. Proficiency testing has been conducting from 2007 according to ISO/IEC 17043: 2010. Participated laboratories have continuously increased from 19 in 2007 and up to 54 in 2019. Proficiency testing demonstrated that the quality of chemical fertilizer laboratories in Thailand had successively improved. Participated laboratories received the acceptable result ranging from 77 – 96% for ammonium nitrogen analysis, 65 – 97% for total nitrogen analysis, 70 – 100% for total phosphorus as P_2O_5 analysis, 53 – 92% for water soluble potassium as K_2O analysis, 80 – 97%, for pH analysis, 45 – 87% for calcium oxide analysis, 62 – 92% for magnesium oxide analysis and 51 - 88% for total sulphur analysis, respectively. Department of Agriculture applied for the certification of proficiency testing from department of Science Service in January 2018 and successfully certified in January 2019 which has been the only one certification body in Thailand. Proficiency testing is established to maintain and improve the quality of laboratories and ensure the reliable and reproducible results. This mission resulting in services on the fertilizer analysis were significantly increased from 7,450 samples up to 15,300 samples per year. Furthermore, fertilizer samples of APSRD were significantly decreased from 11,546 samples in 2018 to 8,347 samples in 2019 which successfully achieved the objectives of the Department of Agriculture mission.

Key word: proficiency testing**,** chemical fertilizer laboratory, ISO 17043: 2010

กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
Agricultural Chemistry Research Group,
Agricultural Production Sciences Research and Development Division

บทคัดย่อ

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (กปผ.) ได้ปรับเปลี่ยนภารกิจ จากให้บริการตรวจวิเคราะห์สู่การกำกับดูแลห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามมติคณะรัฐมนตรีที่เห็นชอบให้ถ่ายโอนภารกิจด้านการวิเคราะห์ให้กับห้องปฏิบัติการภาคเอกชน การทดสอบความชำนาญเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการควบคุมมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีของประเทศไทยให้มีมาตรฐานเดียวกัน โดยเริ่มดำเนินการจัดการทดสอบความชำนาญตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17043: 2010 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จาก 19 ห้องปฏิบัติการในปี พ.ศ. 2550 จนในปี 2562 มีจำนวนทั้งสิ้น 54 ห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบความชำนาญ พบว่า ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีของประเทศไทย มีคุณภาพเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผลการวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับ ร้อยละ 77–96 ในการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ร้อยละ 65–97 ในการทดสอบไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 70–100 ในการทดสอบฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) ร้อยละ 53–92 ในการทดสอบโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ร้อยละ 80–97 ในการทดสอบความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละ 45–87 ในการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ ร้อยละ 62–92 ในการทดสอบแมกนีเซียมออกไซด์ และร้อยละ 51– 88 ในการทดสอบกำมะถันทั้งหมดในปุ๋ยเคมี กรมวิชาการเกษตรได้ยื่นขอการรับรองความสามารถการจัดการทดสอบความชำนาญจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2561 และได้รับการรับรองในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 ซึ่งเป็นเพียงหน่วยงานเดียวที่ได้รับการรับรองความสามารถการจัดการทดสอบความชำนาญวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีของประเทศไทย ตลอดจนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อกรมวิชาการเกษตร ได้รับการรับรองความสามารถในการเป็นผู้จัดสำหรับการทดสอบความชำนาญ ทำให้สามารถควบคุมมาตรฐานและพัฒนาความสามารถในการวิเคราะห์ปุ๋ยในประเทศไทยให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งห้องปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตรในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค และภาคเอกชน ส่งผลให้มีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยรับถ่ายโอนภารกิจแทนกรมวิชาการเกษตรเพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มจำนวนการให้บริการจาก 7,450 ตัวอย่าง เป็น 15,300 ตัวอย่างต่อปี และเป็นการลดปริมาณการวิเคราะห์ปุ๋ยของห้องปฏิบัติการส่วนกลางของกรมวิชาการเกษตร จาก 11,546 ตัวอย่าง ในปีงบประมาณ 2561 เหลือ 8,347 ตัวอย่าง ในปีงบประมาณ 2562 ซึ่งบรรลุตามวัตถุประสงค์การถ่ายโอนภารกิจตามประกาศกรมวิชาการเกษตร

คำสำคัญ: การทดสอบความชำนาญ, มาตรฐานห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี, ISO 17043: 2010

คำนำ

จากมติคณะรัฐมนตรีเห็นชอบให้หน่วยงานราชการถ่ายโอนภารกิจด้านการตรวจสอบและรับรองคุณภาพมาตรฐานให้กับห้องปฏิบัติการภาคเอกชน กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร (กปผ.) จึงต้องปรับเปลี่ยนบทบาทการให้บริการตรวจวิเคราะห์ สู่การกำกับ ดูแล และควบคุมมาตรฐานห้องปฏิบัติการที่ขอรับการกำหนดเป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามมาตรา 36 (11) และมาตรา 36/2 (10) แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2554 เพื่อเป็นการเฝ้าระวังศักยภาพและเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ปุ๋ย จึงกำหนดให้ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยต้องเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญกับกรมวิชาการเกษตร อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง นอกจากนี้ มาตรฐานสากล ISO/IEC 17025: 2017 ที่ว่าด้วยการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ กำหนดให้ห้องปฏิบัติการต้องมีการประกันคุณภาพผลการทดสอบจากภายนอก โดยการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ จากความสำคัญดังกล่าวหากไม่มีหน่วยงานรับผิดชอบการเป็นผู้จัดการทดสอบความชำนาญในประเทศไทย ห้องปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตรทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค และภาคเอกชน ต้องเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญกับต่างประเทศที่มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง จึงเป็นข้อจำกัดของห้องปฏิบัติการที่มีขนาดเล็ก หรือมีงบประมาณไม่เพียงพอ นอกจากนี้ ลักษณะตัวอย่างปุ๋ยเคมี หรือรูปของปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดสอบชำนาญกับต่างประเทศ จะแตกต่างจากปุ๋ยเคมีที่ใช้ในประเทศไทย ทำให้การเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญกับต่างประเทศของห้องปฏิบัติการจะไม่ได้รับประโยชน์เท่าที่ควร

การทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ซึ่งถือเป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการควบคุมมาตรฐานห้องปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตร โดย กปผ. จึงมีความจำเป็นในการเป็นผู้จัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ และพัฒนารูปแบบให้

เป็นไปตามมาตรฐานสากล เพื่อให้นโยบายการถ่ายโอนภารกิจบรรลุตามวัตถุประสงค์ให้มีจำนวนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีแทนกรมวิชาการเกษตรเพิ่มมากขึ้น และเพิ่มช่องทางการให้บริการวิเคราะห์แก่ผู้ขอรับบริการ และผู้ประกอบการ พร้อมทั้งสร้างความเชื่อมั่นในผลการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี และเป็นการควบคุมมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยในประเทศไทย ลดการสูญเสียงบประมาณในการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญกับต่างประเทศ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. การจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ (พ.ศ. 2550 – 2562)

1.1 การกำหนดรายการทดสอบ

พิจารณาคัดเลือกรายการทดสอบที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีตามลำดับความสำคัญในการประเมินคุณภาพปุ๋ยเคมี

1.2 การสมัครเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ

ประชาสัมพันธ์แผนการทดสอบความชำนาญ และจัดส่งใบสมัครให้กับห้องปฏิบัติการ ทั้งภาคราชการ มหาวิทยาลัย และภาคเอกชน เมื่อห้องปฏิบัติการต่างๆ กรอกแบบฟอร์มสมัครเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญแล้ว คณะผู้จัดฯ ตอบรับยืนยันการเข้าร่วม และกำหนดรหัสให้ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ โดยข้อมูลรวมถึงรหัสของห้องปฏิบัติการ จะถูกเก็บรักษาเป็นความลับ

1.3 การจัดเตรียมตัวอย่างทดสอบ

จัดหาตัวอย่างปุ๋ยเคมีประมาณ 5-10 กิโลกรัม โดยเป็นสูตรปุ๋ยที่เกษตรกรนิยมใช้และมีขายอยู่ในท้องตลาด จัดเตรียมโดยนำตัวอย่างปุ๋ยเคมีมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน นำไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดตัวอย่างปุ๋ย จากนั้นร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.42 มิลลิเมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2551) นำตัวอย่างทั้งหมดคลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครั้งอย่างดี แล้วนำไปแบ่งบรรจุใส่ขวดบรรจุตัวอย่างขนาด 30 มิลลิลิตร ให้รหัสหมายเลขตัวอย่างบนฝาขวดโดยการเรียงลำดับหมายเลข และเก็บตัวอย่างไว้ในตู้ควบคุมตัวอย่าง

1.4 การพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันและความเสถียร

สุ่มตัวอย่างโดยใช้ตารางเลขสุ่ม จำนวน 10 ขวด แบ่งตัวอย่างแต่ละขวดออกเป็น 2 ส่วน ทำการทดสอบตัวอย่างโดยกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพปุ๋ย เพื่อนำผลไปพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกัน และสุ่มมา จำนวน 3 ขวด ดำเนินการเช่นเดียวกัน เพื่อพิสูจน์ความเสถียรของตัวอย่างทดสอบ

1.5 การส่งตัวอย่างให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ

ส่งตัวอย่างให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญตามรายการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการแจ้งความประสงค์ไว้ภายในระยะเวลาที่กำหนด โดยมีฉลากระบุ รหัสห้องปฏิบัติการ (Participant ID) และรายการที่ต้องวิเคราะห์ไว้อย่างชัดเจน ซึ่งบรรจุในกล่องพัสดุพร้อมเอกสาร ข้อแนะนำสำหรับห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบ แบบรายงานผลการทดสอบ แบบบันทึกการรับตัวอย่าง รายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบ และแบบข้อตกลงร่วม จัดส่งให้กับผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญทางไปรษณีย์

1.6 การรายงานผล

ผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญรายงานผลการทดสอบในหน่วยร้อยละ (%) ทศนิยม 2 ตำแหน่ง และรายงานค่าความไม่แน่นอนที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % (กรณีที่สามารถคำนวณค่าได้) ในแต่ละรายการทดสอบ พร้อมบันทึกสภาพโดยทั่วไปของตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ได้รับ และวิธีที่ใช้ในการทดสอบซึ่งเป็นวิธีที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้ทดสอบอยู่เป็นประจำ โดยส่งผลการทดสอบกลับมายังกลุ่มงานวิจัยระบบตรวจสอบคุณภาพดินและน้ำ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี ตามระยะเวลาที่กำหนด

1.7 การประเมินผลการทดสอบความชำนาญ

การประเมินผลการทดสอบความชำนาญของผู้เข้าร่วม โดยใช้การคำนวณคะแนนมาตรฐาน (z score) ตามสมการ (1)

$$z = \frac{(x_i - x_{pt})}{\sigma_{pt}} \qquad (1)$$

โดย x_i = ผลการทดสอบของผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ

x_{pt} = ค่ากำหนดของตัวอย่างปุ๋ยทดสอบ

σ_{pt} = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน

เกณฑ์การประเมินค่า z score กำหนดให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญที่มีค่า |z| น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.0 แสดงว่า ผลการวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับ (Acceptable result) แต่ถ้า |z| มากกว่า 2.0 แต่น้อยกว่า 3.0 แสดงว่าผลการวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ที่ต้องเฝ้าระวัง (Warning result) ในขณะที่ค่า |z| มากกว่าหรือเท่ากับ 3.0 แสดงว่า ผลการวิเคราะห์ไม่เป็นที่ยอมรับ (Unacceptable result)

2. การขอการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 (พ.ศ. 2560 - 2562)

2.1 การเตรียมความพร้อมของการเป็นผู้จัดการทดสอบความชำนาญ ในเรื่องของบุคลากร เครื่องมืออุปกรณ์ในเตรียมตัวอย่าง จัดหาห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถในการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเสถียร และการให้ค่ากำหนดของตัวอย่างทดสอบ จัดทำเอกสารคู่มือคุณภาพ ขั้นตอนการดำเนินงาน วิธีปฏิบัติงาน และแบบฟอร์มที่เกี่ยวข้องในระบบคุณภาพ

2.2 การดำเนินการตามระบบคุณภาพ ประกอบด้วย การแต่งตั้งที่ปรึกษาทางวิชาการ และทางสถิติ การวางแผนการจัดการทดสอบ การดำเนินการจัดการทดสอบความชำนาญ การควบคุมบันทึกและการรักษาความลับของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบ การตรวจติดตามคุณภาพภายใน และการทบทวนระบบบริหาร

2.3 การยื่นขอรับรองความสามารถการเป็นผู้จัดของกรมวิชาการเกษตรสำหรับการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี ตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010 กับกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ได้รับการยอมรับจากองค์กรความร่วมมือภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกว่าด้วยการรับรองระบบงาน (Asia Pacific Accreditation Cooperation, APAC) และองค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยการรับรองห้องปฏิบัติการ (International Laboratory Accreditation Cooperation, ILAC) ให้เป็นหน่วยรับรองความสามารถผู้จัดในประเทศไทย เข้าตรวจเบื้องต้น (pre-visit) เพื่อประเมินความพร้อม และความสามารถของผู้จัดการทดสอบความชำนาญ ตรวจประเมินจริง (on-site assessment) และแจ้งข้อบกพร่อง เพื่อให้ผู้จัดการทดสอบความชำนาญ แก้ไขเพื่อให้สอดคล้องและเป็นไปตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010

3. การพัฒนาการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ (พ.ศ. 2561 – 2562)

3.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการทดสอบ

การเพิ่มช่องทางการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ และตอบกลับแบบบันทึกที่เกี่ยวข้อง โดยการสร้างแบบฟอร์มออนไลน์ จาก Google form ซึ่งอ้างอิงตามแบบบันทึกที่ส่งให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ ได้แก่ แบบตอบรับการเข้าร่วม แบบรายงานผลการทดสอบ แบบบันทึกการรับตัวอย่าง รายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบ แบบข้อตกลงร่วม แบบประเมินความพึงพอใจ จากนั้นจะทำการส่ง QR-code ให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบ เพื่อทำการแสกนและกรอกข้อมูลผ่านแบบฟอร์มออนไลน์ โดยผู้ที่ตอบกลับช่องทางออนไลน์จะได้รับอีเมลเพื่อยืนยันการส่งข้อมูล

การพัฒนาแบบบันทึก 2 ภาษา เพื่อรองรับการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการในต่างประเทศ เนื่องจากประเทศไทยต้องนำเข้าปุ๋ยทั้งหมดมาจากต่างประเทศ

3.2 พัฒนาเกณฑ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายของการประเมิน (% RSD_{pool})

การจัดทำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายของการประเมิน (% RSD_{pool}) ถือเป็นหนึ่งรูปแบบในการใช้กำหนดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินการทดสอบความชำนาญ โดยอยู่ในรูป %RSD ซึ่งเป็นค่าร้อยละของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากการจัดการทดสอบความชำนาญในรอบที่ผ่านมา (previous round) ได้แก่ ค่ากำหนดของปุ๋ยเคมี ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน และจำนวนห้องปฏิบัติที่เข้าร่วมการทดสอบ โดยใช้สถิติในการ Pooled SD

คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%Relative Standard Diviation; % RSD) ได้ตามสมการ (2)

$$\% RSD = \frac{\sigma_{pt} \times 100}{\text{Assinged Value}} \qquad (2)$$

เมื่อ Assinged Value คือ ค่ากำหนดของตัวอย่างทดสอบ

σ_{pt} คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินการทดสอบความชำนาญ

คำนวณหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายของการประเมิน (% RSD_{pool}) ได้ตามสมการ (3)

$$RSD_{pool} = \sqrt{\left(\frac{(n_1 - 1) \times RSD_1^2 + (n_2 - 1) \times RSD_2^2 + \ldots\ldots}{(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + \ldots\ldots}\right)} \qquad (3)$$

เมื่อ n คือ จำนวนห้องปฏิบัติการที่เข้ารวมการทดสอบ

RSD คือ Relative Standard Diviation; % RSD ที่หาได้จากสมการ (2)

ผลการดำเนินงาน

1. การจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ

1.1 การกำหนดรายการทดสอบในการทดสอบความชำนาญ

กปผ. เริ่มการจัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 จนถึง พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง โดยในปี พ.ศ. 2550 – 2556 ได้กำหนดรายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ซึ่งจัดเป็นธาตุอาหารหลัก และมีความสำคัญในการใช้ประเมินคุณภาพปุ๋ยเคมี ต่อมาในปี พ.ศ. 2557 ได้ขยายขอบข่ายการให้บริการทดสอบความชำนาญด้านกายภาพ ในรายการทดสอบ ความเป็นกรด – ด่าง และ ในปี พ.ศ. 2558 เพิ่มขอบข่ายการทดสอบความชำนาญในกลุ่มของธาตุอาหารรองในปุ๋ยเคมี ประกอบด้วย รายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด ตามลำดับ เนื่องจากบริษัทผู้ประกอบการมีการนำเข้า และส่งเสริมปุ๋ยเคมีในกลุ่มของธาตุอาหารรองมากขึ้น

1.2 จำนวนผู้สมัครเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญ

การทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี โดยการประชาสัมพันธ์ให้ผู้สนใจทางจดหมายและอีเมล มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมการทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจาก 19 ห้องปฏิบัติการ ในปี พ.ศ. 2550 และสูงสุด 56 ห้องปฏิบัติการในปี พ.ศ. 2558 และจากการที่คณะผู้จัดการทดสอบความชำนาญ ได้เตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010 จึงกำหนดจำนวนผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการละไม่เกิน 2 ราย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัด ทำให้มีจำนวนผู้เข้าร่วมลดลงเหลือ 45 ห้องปฏิบัติการ (Figure 1) จากนั้นในปี พ.ศ. 2559 คณะผู้จัดการทดสอบความชำนาญ ได้เพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ทางเว็บไซต์ เป็นการเปิดโอกาสให้ห้องปฏิบัติการอื่นๆ สามารถเข้าร่วมการจัดการทดสอบความชำนาญมากขึ้น จึงทำให้มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมเพิ่มขึ้นเป็น 55 และ 57 ราย ในปี พ.ศ. 2560 – 2561 และ 54 ราย ในปี 2562 ตามลำดับ

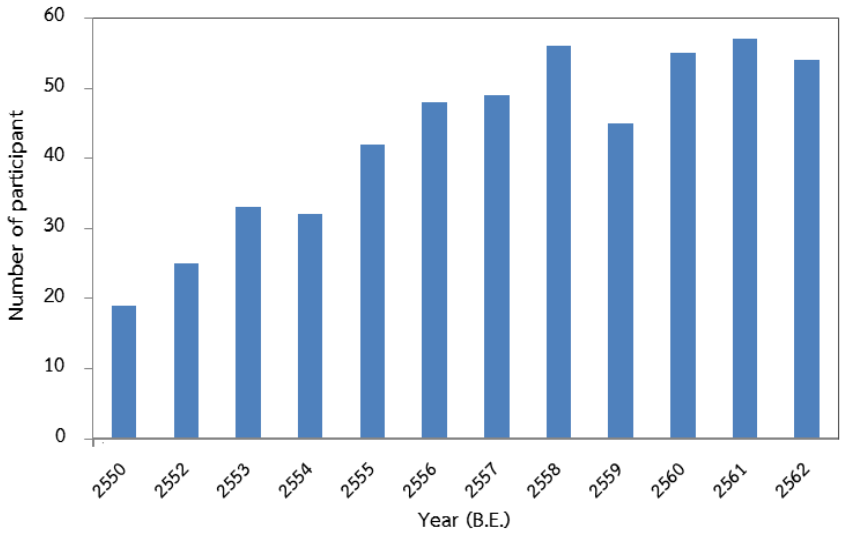


Figure 1 The Number of participants in chemical fertilizer proficiency testing from 2550 B.E. – 2562 B.E

1.3 ตัวอย่างทดสอบ

ก่อนการจัดส่งให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบ ตัวอย่างปุ๋ยเคมีจะถูกเก็บรักษาไว้ที่ตู้ควบคุมตัวอย่าง (Figure 2a) ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ใช้ในการทดสอบความชำนาญต้องผ่านการพิสูจน์ว่า ตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน และมีความเสถียรเพียงพอ โดยการนำผลการทดสอบทางเคมีในรายการทดสอบต่างๆ มาประเมินทางสถิติตามมาตรฐาน ISO 13528 : 2015 ซึ่งมีเกณฑ์กำหนดคือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างตัวอย่าง (Ss) ของการวิเคราะห์ ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 เท่าของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินโปรแกรมฯ ($\leq 0.3\sigma$pt) ในทุกรายการทดสอบ จึงสามารถสรุปได้ว่าตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่จัดเตรียมขึ้นมีความเป็นเนื้อเดียวกันเหมาะสม ที่จะใช้เป็นตัวอย่างในการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ จึงจะจัดส่งตัวอย่างปุ๋ยเคมีให้ผู้เข้าร่วมโปรแกรมทางไปรษณีย์ (Figure 2b) และในการพิสูจน์ความเสถียรของตัวอย่างทดสอบ ต้องทำในช่วงระยะเวลาที่ปิดรับผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบ จากการประเมินความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยที่ได้จากการพิสูจน์ความเสถียรของตัวอย่าง กับค่าเฉลี่ยที่ได้จากการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกัน พบว่า มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.3 เท่า ของค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน ($\leq 0.3\sigma$pt) ในทุกรายการทดสอบ สรุปได้ว่าตัวอย่างทดสอบมีความเสถียรเพียงพอเหมาะสมที่จะใช้เป็นตัวอย่างทดสอบ

(a) (b)

Figure 2 The prepared samples of PT program (a) The prepared samples for distribution (b)

1.4 การประเมินผลผู้เข้าร่วมทดสอบความชำนาญ

ประเมินผลผู้เข้าร่วมการทดสอบ โดยใช้ค่ามาตรฐาน z-score พบว่า ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่มีผลการวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับ (z-score ≤ 2.0) ตั้งแต่ร้อยละ 77 – 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 62 – 92 ในรายการแมกนีเซียมออกไซด์ และร้อยละ 51 – 88 ในรายการกำมะถันทั้งหมด ตามลำดับ (Table 1)

2. การขอการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010

2.1 ความพร้อมของผู้จัดการทดสอบความชำนาญ

จากการสำรวจความพร้อมบุคลากรในระบบคุณภาพของกรมวิชาการเกษตร พบว่า ยังไม่เคยได้รับการฝึกอบรมข้อกำหนด ISO/IEC 17043 : 2010 จึงได้ส่งบุคลากรเข้ารับฝึกอบรม จำนวน 3 คน และจัดฝึกอบรมการประยุกต์ใช้สถิติสำหรับผู้จัดการทดสอบความชำนาญ เตรียมความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์ในเตรียมตัวอย่าง คัดเลือก และประเมินห้องปฏิบัติการที่มีความสามารถในการทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน ความเสถียร และให้ค่ากำหนดของตัวอย่างทดสอบที่จัดเตรียมขึ้น โดยต้องเป็นห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2005 จากผลการดำเนินการ จึงได้กำหนดและจัดทำการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี ในรายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ความเป็นกรด-ด่าง แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด จำนวน 1 แผน โดยมีความถี่ในการจัด 1 รอบต่อปี

Table **1** The percentage of acceptable result participants in proficiency testing of chemical fertilizer analysis

Year (B.E.)	Ammonium nitrogen	Total nitrogen	Total phosphorus as P_2O_5	Water soluble potassium as K_2O	pH	Calcium oxide	Magnesium oxide	Total sulphur
2550	79	-	90	53	-	-	-	-
2552	-	96	100	80	-	-	-	-
2553	96	97	88	84	-	-	-	-
2554	91	65	84	74	-	-	-	-
2555	77	85	78	70	-	-	-	-
2556	95	69	72	70	-	-	-	-
2557	90	86	87	74	89	-	-	-
2558	79	84	86	92	97	68	87	75
2559	87	88	85	85	89	85	92	88
2560	90	73	70	83	93	87	79	67
2561	88	92	75	85	80	45	71	51
2562	89	84	91	79	88	72	62	67

2.2 การดำเนินการตามระบบคุณภาพ

ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร แต่งตั้งบุคลากร เพื่อทำหน้าที่สำคัญในระบบคุณภาพ ได้แก่ ผู้จัดการคุณภาพ ผู้จัดการวิชาการ ผู้ประสานงาน และเจ้าหน้าที่ควบคุมเอกสาร เป็นต้น และแต่งตั้งที่ปรึกษาทางวิชาการ และทางสถิติ ซึ่งเป็นบุคลากรที่มีความรู้ และเชี่ยวชาญทางด้านการเตรียมตัวอย่าง และวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีในรายการทดสอบดังกล่าว รวมไปถึงความรู้ทางสถิติที่ใช้ในการจัดการทดสอบความชำนาญ มีการจัดทำเอกสารคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010 และเริ่มประกาศใช้ 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 การออกแบบการทดสอบความชำนาญ การเลือกวิธีทดสอบหรือขั้นตอนการดำเนินงาน การดำเนินการทดสอบความชำนาญ การวิเคราะห์ข้อมูลและประเมินความชำนาญของผู้เข้าร่วมการทดสอบ รายงาน การสื่อสารกับผู้เข้าร่วมการทดสอบ การรักษาความลับ ได้จัดให้มีการตรวจติดตามคุณภาพภายใน เมื่อวันที่ 3- 5 มกราคม 2561 โดยคณะผู้ตรวจติดตามฯ พบข้อบกพร่อง จำนวน 6 ข้อ และข้อสังเกต จำนวน 4 ข้อ เป็นข้อกำหนดด้านระบบคุณภาพ จำนวน 4 ข้อ ด้านวิชาการ จำนวน 6 ข้อ (Figure 3a) ดำเนินการแก้ไขแล้วเสร็จ เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2561

หลังจากนั้น จัดให้มีการประชุมทบทวนระบบบริหารคุณภาพ ในวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2561 โดยมีผู้จัดการคุณภาพเป็นผู้รับผิดชอบในการจัดประชุม มีผู้บริหารสูงสุดของระบบคุณภาพเป็นประธานการประชุม โดยมีวาระการประชุมครอบคลุมการพิจารณาความเหมาะสมของนโยบายและขั้นตอนการปฏิบัติงาน ผลการตรวจติดตามคุณภาพภายใน การปฏิบัติการแก้ไข การป้องกัน การปรับปรุงระบบคุณภาพ รวมไปถึงการอนุมัติแผนและสถิติที่ใช้ในการจัดทำแผนการทดสอบความชำนาญในปีงบประมาณถัดไป (Figure 3b)

(a) (b)

Figure 3 The implementation of the quality system in accordance with ISO/IEC 17043:2010 (a) internal audit (b) management review

2.3 การยื่นขอการรับรองความสามารถการเป็นผู้จัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี

จัดส่งเอกสารประกอบคำขอการรับรอง พร้อมด้วยเอกสารต่างๆ ในระบบคุณภาพ ได้แก่ คู่มือคุณภาพ ขั้นตอนการดำเนินงาน และรายงานผลการจัดการทดสอบความชำนาญ ให้กับหน่วยรับรอง คือ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันที่ 30 มกราคม 2561 โดยหน่วยรับรองกรมวิทยาศาสตร์บริการที่ได้รับการยอมรับจากองค์กรความร่วมมือภูมิภาคเอเชียแปซิฟิกว่าด้วยการรับรองระบบงาน (Asia Pacific Accreditation Cooperation, APAC) และองค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยการรับรองห้องปฏิบัติการ (International Laboratory Accreditation Cooperation, ILAC) ให้เป็นหน่วยรับรอง

ความสามารถผู้จัดในประเทศไทย ได้ดำเนินการตรวจประเมินเบื้องต้น (pre-visit) ในวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2561 คณะผู้ประเมินแจ้งผลการตรวจเบื้องต้นมีความเห็นว่า ผู้จัดมีความพร้อมที่จะได้รับการตรวจประเมิน และหลังจากนั้นได้เข้าตรวจประเมินจริง (on-site) ในวันที่ 19 – 20 มิถุนายน 2561 ซึ่งเป็นการประเมินทางระบบคุณภาพ (Figure 4a) การประเมินการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมในการจัดการทดสอบความชำนาญ (Figure 4b) และ การเฝ้าดูการปฏิบัติงานในการเตรียมตัวอย่างปุ๋ยเคมีเพื่อใช้ในการทดสอบความชำนาญ (Fiugre 4c) พบข้อบกพร่อง จำนวน 7 ข้อ และข้อสังเกต จำนวน 7 ข้อ เป็นข้อกำหนดทางระบบคุณภาพ จำนวน 2 ข้อ และด้านวิชาการ จำนวน 12 ข้อ ซึ่งผู้จัดได้แก้ไขข้อบกพร่อง และส่งเอกสารการแก้ไขทั้งหมดกลับไปยังหน่วยรับรอง ในวันที่ 7 กันยายน 2561 หน่วยรับรองจึงพิจารณาให้การรับรอง ตามใบรับรองความสามารถผู้จัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ หมายเลขรับรองระบบงานทดสอบความชำนาญ ที่ PTP-0024 วันที่ 4 มกราคม 2562 (Figure 4d) ในขอบข่ายการวิเคราะห์แอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ความเป็นกรด-ด่าง แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมดปุ๋ยเคมี

3. การพัฒนาการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ (พ.ศ. 2561 – 2562)

3.1 การพัฒนารูปแบบการจัดการทดสอบความชำนาญ

จากการเพิ่มช่องทางการตอบกลับเอกสารทางออนไลน์ ในปี 2562 พบว่า มีผู้เข้าร่วมตอบกลับแบบตอบรับการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญทางออนไลน์ ร้อยละ 35 แบบบันทึกการรับตัวอย่างและแบบข้อตกลงร่วม ร้อยละ 43 แบบรายงานผลการทดสอบ และรายละเอียดที่ใช้ในการทดสอบ ร้อยละ 22 และแบบประเมินความพึงพอใจ ร้อยละ 41 ภายหลังการเพิ่มช่องทางออนไลน์ พบว่า มีผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการทดสอบด้านกระบวนการขั้นตอนการจัดการทดสอบความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น ในปี 2561 มีระดับความพึงพอใจร้อยละ 85 และปี 2562 ร้อยละ 90 ตามลำดับ

(a)

(b)

(c)

(d)

Figure 4 A process for accreditation of proficiency testing in accordance with ISO/IEC 17043: 2010 (a) Quality system assessment (b) Statistical evaluation (c) Witnessing on chemical fertilizer sample preparation (d) proficiency testing provider accreditation

3.2 พัฒนาเกณฑ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย (% RSD_{pool})

การประเมินความชำนาญของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมการทดสอบ จะต้องใช้การประเมินทางสถิติที่เหมาะสม โดยพิจารณาเลือกใช้ค่ากำหนด (Assigned value; X_{pt}) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน (Standard deviation for proficiency assessment;σ_{pt}) ตามมาตรฐาน ISO 13528: 2015 ว่าด้วยสถิติที่ใช้ในการประเมินความชำนาญของห้องปฏิบัติที่เข้าร่วมการทดสอบ ดังนี้

3.2.1 ค่ากำหนดของตัวอย่างทดสอบมาจาก

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

3.2.2 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมินการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ จาก 5 รูปแบบ คือ

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

การจัดทำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย (% RSD_{pool}) โดยอยู่ในรูป %RSD ซึ่งเป็นค่าร้อยละของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลจากการทดสอบความชำนาญในรอบที่ผ่านมา (previous round) โดยใช้สถิติในการ Pooled SD จากข้อมูลสถิติค่ากำหนด ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน และจำนวนผู้เข้าร่วมการทดสอบในรอบที่ผ่านมา ดำเนินการระหว่างปี พ.ศ. 2550 ถึง 2562 คำนวณค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ แล้วนำไปคำนวณ %RSD_{pool} เพื่อนำไปกำหนดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย พบว่า รายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) มีค่าเท่ากับ 2.37, 2.66, 2.61 และ 2.88 ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ตามวิธีมาตรฐาน (AOAC, 2016) รายการทดสอบความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.62 รายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด เท่ากับ 8.18, 8.37 และ 6.45 ตามลำดับ (Table 2) เพื่อนำไปเป็นอีกหนึ่งรูปแบบในการกำหนดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน ให้เหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีของประเทศไทย รวมทั้งทำให้ห้องปฏิบัติการและผู้จัดการทดสอบความชำนาญ ทราบแนวทางการประเมินเพื่อควบคุมการดำเนินการอย่างเหมาะสม แต่สำหรับรายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมดนั้น ที่ยังมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากยังมีข้อมูลจากโปรแกรมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมายังคงมีจำนวนน้อย จึงควรเก็บข้อมูลสถิติเพิ่มเติมในรอบปีถัดไป

Table 2 An estimate of the pooled relative standard deviation in the analysis of ammonium nitrogen, total nitrogen, total phosphorus as P_2O_5, water soluble potassium as K_2O, pH, calcium oxide, magnesium oxide, total sulphur in chemical fertilizer

Parameter	RSD_{pool} (%)
Ammonium nitrogen	2.37
Total nitrogen	2.66
Total phosphorus as P_2O_5	2.61
Water soluble potassium as K_2O	2.88
pH	3.62
Calcium oxide	8.18
Magnesium oxide	8.37
Total sulphur	6.45

สรุปผลงานบริการ

กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เริ่มดำเนินการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 ถึง พ.ศ. 2562 รวมทั้งสิ้น 12 ครั้ง โดยในปี พ.ศ. 2550 – 2556 ได้กำหนดรายการทดสอบธาตุอาหารหลัก 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 จากการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมี โดยการประชาสัมพันธ์ให้ผู้สนใจทางจดหมายและอีเมล มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมการทดสอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจาก 19 ห้องปฏิบัติการ ในปี พ.ศ. 2550 และสูงสุด 56 ห้องปฏิบัติการในปี พ.ศ. 2558 และจากการที่คณะผู้จัดการทดสอบความชำนาญ ได้เตรียมความพร้อมเพื่อเข้าสู่มาตรฐาน ISO/IEC 17043 : 2010 จึงกำหนดจำนวนผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการละไม่เกิน 2 ราย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจัด ทำให้มีจำนวนผู้เข้าร่วมลดลงเหลือ 45 ห้องปฏิบัติการ (Figure 1) จากนั้นในปี พ.ศ. 2559 คณะผู้จัดการทดสอบความชำนาญ ได้เพิ่มช่องทางการประชาสัมพันธ์ทางเว็บไซต์ เป็นการเปิดโอกาสให้ห้องปฏิบัติการอื่นๆ สามารถเข้าร่วมการจัดการทดสอบความชำนาญมากขึ้น จึงทำให้มีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมเพิ่มขึ้นเป็น 55 และ 57 ราย ในปี พ.ศ. 2560 – 2561 และ 54 ราย ในปี 2562 โดยการใช้ตัวอย่างปุ๋ยเคมีที่ผ่านการพิสูจน์ว่าตัวอย่างมีความเป็นเนื้อเดียวกัน ก่อนการจัดส่งให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบ และมีความเสถียรเพียงพอตลอดการดำเนินงาน การประเมินผลผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญโดยใช้ค่าคะแนนมาตรฐาน z-score ผู้เข้าร่วมการทดสอบความชำนาญมีผลการวิเคราะห์เป็นที่ยอมรับ ตั้งแต่ร้อยละ 77–96 ในรายการแอมโมเนียมไนโตรเจน ร้อยละ 65–97 ในรายการไนโตรเจนทั้งหมด ร้อยละ 70–100 ในรายการฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) และร้อยละ 53–92 ในรายการโพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) ร้อยละ 80–97 ในรายการทดสอบ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ร้อยละ 45–87 ในรายการแคลเซียมออกไซด์ ร้อยละ 62–92 ในรายการแมกนีเซียมออกไซด์ และร้อยละ 51–88 ในรายการกำมะถันทั้งหมด

การดำเนินการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ เพื่อขอการรับรองระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 โดยการเตรียมความพร้อมด้านการฝึกอบรมบุคลากร การแต่งตั้งบุคลากรตำแหน่งสำคัญในระบบคุณภาพ การตรวจติดตามคุณภาพภายใน การทบทวนระบบบริหาร ถูกดำเนินการตามระบบอย่างครบถ้วน จึงยื่นขอการรับรองตามมาตรฐานสากล ISO/IEC 17043: 2010 จนได้รับการรับรองความสามารถ เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2562 หลังจากได้รับการรับรองความสามารถการเป็นผู้จัดแล้ว จึงได้มีการพัฒนาการจัดโดยการเพิ่มช่องทางการตอบกลับแบบบันทึกออนไลน์ พบว่า มีผลการ

ประเมินความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมการทดสอบ ด้านกระบวนการขั้นตอนการจัดการทดสอบเพิ่มสูงขึ้น ในปี 2561 มีระดับความพึงพอใจร้อยละ 85 และปี 2562 ร้อยละ 90 ตามลำดับ

การจัดทำส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมาย (% RSD_{pool}) โดยใช้สถิติในการ Pooled SD จากข้อมูลทางสถิติค่ากำหนดและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมา (previous round) พบว่ามีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป้าหมายจากการคำนวณ %RSD_{pool} รายการทดสอบแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด (P_2O_5) โพแทสเซียมที่ละลายน้ำ (K_2O) 2.37, 2.66, 2.61 และ 2.88 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ตามวิธีมาตรฐาน (AOAC, 2016) รายการทดสอบความเป็นกรด-ด่าง 3.62 รายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมด 8.18, 8.37 และ 6.45 ตามลำดับ เพื่อนำไปกำหนดเป็นส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการประเมิน ให้เหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมีของประเทศไทย รวมทั้งทำให้ห้องปฏิบัติการและผู้จัดการทดสอบ ทราบแนวทางการประเมินเพื่อควบคุมการดำเนินการอย่างเหมาะสม แต่สำหรับรายการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ และกำมะถันทั้งหมดนั้นมีค่าค่อนข้างสูง เนื่องจากยังมีข้อมูลจากการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการในรอบที่ผ่านมายังคงมีจำนวนน้อย ควรมีการเก็บข้อมูลสถิติเพิ่มเติมในรอบปีถัดไป สำหรับใช้เป็นเกณฑ์กำหนดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานการประเมินให้เหมาะสมกับการประเมินศักยภาพห้องปฏิบัติการของประเทศไทย

การนำไปใช้ประโยชน์

1. ห้องปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตรได้รับการรับรองความสามารถผู้จัดการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการปุ๋ยเคมีตามมาตรฐาน ISO/IEC 17043: 2010 ซึ่งเป็นเพียงหน่วยงานเดียวในประเทศไทย ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการที่ได้รับการถ่ายโอนภารกิจตามวัตถุประสงค์ของประกาศกรมวิชาการเกษตร และทำให้ห้องปฏิบัติการ ไม่ต้องเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญกับต่างประเทศ เป็นการประหยัดงบประมาณ ซึ่งการเข้าร่วมการทดสอบความชำนาญห้องปฏิบัติการ คิดเป็น 30,000 ต่อปีต่อห้องปฏิบัติการ หรือคิดเป็นเงินทั้งสิ้นหนึ่งล้านเจ็ดแสนบาทต่อปี

2. กรมวิชาการเกษตรสามารถสร้างมาตรฐานการวิเคราะห์ของส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ควบคุมคุณภาพและพัฒนาห้องปฏิบัติการภาคเอกชน จนได้รับการกำหนดเป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ตามประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง กำหนดห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ปุ๋ย ตามมาตรา 36 (11) และมาตรา 36/2 (10) แห่งพระราชบัญญัติปุ๋ย พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติปุ๋ย (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 พ.ศ. 2554 จำนวน 6 ห้องปฏิบัติการ เป็นการเพิ่มจำนวนการให้บริการจาก 7,450 ตัวอย่าง เป็น 15,300 ตัวอย่างต่อปี และเป็นการลดปริมาณการวิเคราะห์ปุ๋ยของห้องปฏิบัติการส่วนกลางของกรมวิชาการเกษตร จาก 11,546 ตัวอย่าง ในปีงบประมาณ 2561 เหลือ 8,347 ตัวอย่าง ในปีงบประมาณ 2562

3. ผู้ขอรับบริการ หรือผู้ประกอบการปุ๋ยเคมี มีความมั่นใจในมาตรฐานห้องปฏิบัติการ และเป็นการเพิ่มทางเลือกการให้บริการวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี ซึ่งมีมากกว่า 57 ห้องปฏิบัติการในประเทศไทย และ 27 ห้องปฏิบัติการได้นำผลการประเมินความชำนาญ ไปประกอบการยื่นการขอรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 : 2017

4. จากการที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์มีมาตรฐาน ทำให้การบริการรวดเร็วมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นส่งผลให้เกษตรกรได้ใช้ปุ๋ยเคมีที่มีคุณภาพเป็นไปตามฉลากที่ระบุไว้ ลดการสูญเสียจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่ได้มาตรฐาน มูลค่าความเสียหาย มากกว่า 20 ล้านบาท/ปี

เอกสารอ้างอิง

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

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

ราชกิจจานุเบกษา. 2559. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการตรวจวิเคราะห์ปุ๋ยเคมี พ.ศ2559. 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

ภาคผนวก

คำสั่งกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร
ที่ ๓๘ /๒๕๖๓
เรื่อง แต่งตั้งคณะทำงานการจัดประชุม ประจำปี ๒๕๖๓ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ด้วยกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร ได้กำหนดการจัดประชุมประจำปี ๒๕๖๓ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักวิจัยเสนอผลงานวิจัยทั้งที่ได้ดำเนินการจนสิ้นสุดแล้ว และรายงานความก้าวหน้าผลงานวิจัยที่อยู่ระหว่างดำเนินการในปีปัจจุบันตลอดจนได้แลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ทำงานระหว่างบุคลากรของหน่วยงาน

ดังนั้น เพื่อให้การจัดประชุมในครั้งนี้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุตามวัตถุประสงค์ กองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานการจัดประชุม ประจำปี ๒๕๖๓ และกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบ ดังนี้

๑. ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร		ประธานคณะทำงาน
๒. ผู้เชี่ยวชาญด้านวิเคราะห์และทดสอบ		รองประธานคณะทำงาน
๓. ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา		คณะทำงาน
๔. ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยเกษตรเคมี		คณะทำงาน
๕. ผู้อำนวยการกลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร		คณะทำงาน
๖. ผู้อำนวยการกลุ่มบริหารโครงการวิจัย		คณะทำงาน
๗. ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตรขอนแก่น		คณะทำงาน
๘. นางสุปราณี มั่นหมาย	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา	คณะทำงาน
๙. นายอนุสรณ์ เทียนศิริกฤษ์	นักวิชาการเกษตรชำนาญการพิเศษ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา	คณะทำงาน
๑๐. นางสาธิดา โพธิ์น้อย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี	คณะทำงาน
๑๑. นายวิทยา บัวศรี	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร	คณะทำงาน
๑๒. นางสาวณัฐธิดา ทองนาค	นักวิชาการเกษตรชำนาญการ กลุ่มบริหารโครงการวิจัย	คณะทำงาน
๑๓. นางมณฑาทิพย์ คล้ายดวงแข	เจ้าพนักงานธุรการชำนาญงาน ฝ่ายบริหารทั่วไป	คณะทำงาน
๑๔. นางจิตรลดา ปุปผมาศ	เจ้าพนักงานธุรการชำนาญงาน ฝ่ายบริหารทั่วไป	คณะทำงาน
๑๕. นางสาวเพ็ญศรี จงศิรินวบุตร	เจ้าพนักงานธุรการชำนาญงาน กลุ่มวิจัยวัตถุมีพิษการเกษตร	คณะทำงาน
๑๖.นางสาวพรนภา พูนจิระเดชมา	นักจัดการงานทั่วไปปฏิบัติการ กลุ่มวิจัยปฐพีวิทยา	คณะทำงาน
๑๗. นายธนินทร์ธร สมแตง	เจ้าพนักงานธุรการปฏิบัติงาน กลุ่มวิจัยเกษตรเคมี	คณะทำงาน

๑๘. นาง..

๑๘. นางพรนภัส คล้องช้าง	พนักงานการเงินและบัญชี ระดับ ส๓ ฝ่ายบริหารทั่วไป	คณะทำงาน
๑๙. นายวรวุฒิ อริยทรัพย์เจริญ	นักวิชาการเกษตร กลุ่มบริหารโครงการวิจัย	คณะทำงาน
๒๐. นางสาวกนกวรรณ จันทร	เจ้าหน้าที่บริหารงานทั่วไป ฝ่ายบริหารทั่วไป	คณะทำงาน
๒๑. นางจิตประไพ บุญทัน	หัวหน้าฝ่ายบริหารทั่วไป ฝ่ายบริหารทั่วไป	คณะทำงาน และเลขานุการ
๒๒. นางปนัดดา เอี่ยมใส	เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูล ฝ่ายบริหารทั่วไป	คณะทำงาน และผู้ช่วยเลขานุการ

ให้คณะกรรมการดังกล่าว มีหน้าที่รับผิดชอบ ดังต่อไปนี้

๑. กำหนดรูปแบบ แนวทางและวิธีการจัดการประชุมตลอดจน อำนวยการ ให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อให้การประชุมครั้งนี้ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

๒. ขออนุมัติจัดการประชุมและค่าใช้จ่าย จัดซื้อ/จัดจ้าง ตลอดจนเบิกค่าใช้จ่ายของการประชุมทั้งหมด

๓. ควบคุม ดูแล และติดตามผลการปฏิบัติงานต่างๆ

๔. ปฏิบัติงานอื่นๆ ที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นต้นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๐ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

(นางสาวลมัย ชูเกียรติวัฒนา)
ผู้อำนวยการกองวิจัยพัฒนาปัจจัยการผลิตทางการเกษตร

ก่ำไพ

https://qrgo.page.link/FgSs6